

**PRODUCCIONES AGROGANADERAS:
GESTIÓN EFICIENTE Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL**

(Volumen I)

**XLV Reunión Científica de la
Sociedad Española para el Estudio de los Pastos**

**Gijón (Asturias)
28 de mayo al 3 de junio de 2005**

**Koldo Osoro Otadui
Alejandro Argamentería Gutiérrez
Aitor Larraceleta González
(Editores)**

Título: Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural

Edita: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)

Editores Científicos: B. de la Roza Delgado,
A. Argamentería Gutiérrez,
A. Martínez Fernández,
K. Osoro Otadui

© *de los textos*: los autores

I.S.B.N.:

Depósito legal:

Imprenta: AsturGraf S. L.

Impreso en España
Printed in Spain

PRÓLOGO

Es una satisfacción como Consejera de Medio Rural y Pesca y como asturiana que la Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP) se celebre este año en esta Comunidad Autónoma, en un marco que, a riesgo de que se nos tilde de exagerados y narcisistas, nos gusta denominar ‘paraíso natural’. Más que un eslogan, es un concepto que incluye biodiversidad, paisaje y productos que se pueden ver y disfrutar a lo largo de nuestros pueblos y villas, de nuestras brañas y praderías, de nuestros bosques y montañas.

Es un marco vivo en el que tratamos de impulsar desde el Gobierno Asturiano, en colaboración con los agentes sectoriales, actuaciones equilibradas y sostenibles que permitan combinar óptimamente para cada territorio y colectivo humano que lo puebla la utilización de los recursos naturales disponibles. Entendemos que el elemento humano es esencial, y que la política de las administraciones públicas ha de orientarse a facilitar su permanencia activa en el medio, impulsando las acciones más adecuadas según zonas y vocaciones productivas.

Asturias tiene un paisaje modelado en gran medida por la ganadería extensiva y la pequeña explotación familiar, lo que se ha traducido en el paisaje amable que podemos apreciar, con predominio de praderías que conforman nuestro ‘paraíso natural’.

Pero no vamos a ocultar que tenemos problemas. Los indicadores de actividad ganadera en Asturias, como en otras zonas similares de la montaña europea, arrojan el dato preocupante de la disminución continuada de carga ganadera, sobre todo de la tradicional y multiespecífica, en determinadas zonas poco susceptibles de otro tipo de producciones humanizadas, con la consiguiente degradación de un paisaje rural cada vez más invadido de matorral. Con un problema asociado, más alarmante aún, que es el alto riesgo de desaparición de los pastores y su cultura histórica y productiva, ante el cual estamos obligados a buscar soluciones imaginativas, prácticas y urgentes.

A ello hay que sumar otro elemento: la lenta pero continuada reconversión del censo de leche a carne, consecuencia del abandono de la actividad de las pequeñas explotaciones de leche, que está generando nuevas superficies en zonas de valle que son susceptibles de una mejor orientación productiva.

Afortunadamente, además de disponer de territorio, Asturias dispone de especies ganaderas y razas adaptadas y con capacidad de producir calidad diferenciada, así como de un Organismo Público de I+D, el SERIDA, con capacidad de apoyo técnico.

En esta línea de las aportaciones técnicas y científicas quiero resaltar el importante papel que la SEEP viene desarrollando desde que tuvo lugar el primer foro de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos en Zaragoza, allá por 1960, manteniendo incombustible su propósito de impulsar esfuerzos e iniciativas para fomentar el conocimiento y mejora de los pastos españoles, contemplando toda la gama de temas que confluyen en la ciencia pastoral.

En estos primeros años del tercer milenio en los que la protección del medio ambiente y el abandono del medio rural, se han convertido en cabeza de batalla para la conservación de nuestro planeta Tierra, Asturias vuelve a ser anfitriona de esta Reunión Científica, recogiendo inquietudes, reflexiones e investigaciones en esta publicación, mediante ponencias y comunicaciones que se enmarcan dentro del ámbito general de la Reunión “Producciones Agroganaderas: Gestión eficiente y Conservación del medio Natural”.

Al lado de las sesiones científicas vamos a tener la oportunidad de mostrar este pequeño y antiguo reino situado al norte de la península Ibérica, entre los ríos Eo y Deva, a cuyo verdor en sus múltiples matices hay que unir una orografía en la que la verticalidad de sus cumbres cantábricas se mezcla con la suavidad de las montañas viejas y la individualidad de los valles. Un paisaje diverso y unitario, como la propia Asturias, plural, pero a la vez única.

Por ello, considero un acierto que la organización haya tratado de complementar las sesiones científicas con actividades técnicas que recojan la pluralidad de nuestra región. De ahí que se desarrollarán en diferentes municipios como Gijón, ciudad abierta al Cantábrico y sede del Congreso; Mieres villa minera y centro neurálgico de las Cuencas; Somiedo en cuyo Parque Natural los vaqueiros de alzada siguen luchando por la adaptación a una naturaleza difícil en un singular patrimonio etnográfico y otros, no menos singulares, como Grado, Illano, Tapia de Casariego, Llanes, sin olvidarnos de Oviedo, su capital y situada en el centro de la región.

Finalmente, desde estas páginas, además de dar la bienvenida en nombre del Gobierno del Principado de Asturias a todos los participantes, aprovecho para desear el mayor éxito en el plano técnico-científico, pero sobre todo, una agradable estancia en nuestra tierra.

Servanda García Fernández
CONSEJERA DE MEDIO RURAL Y PESCA

**PRODUCCIONES AGROGANADERAS:
GESTIÓN EFICIENTE Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL**

(Volumen I)

COMITÉ DE HONOR

PRESIDENTE

EXCMO. SR. D. VICENTE ALBERTO ÁLVAREZ ARECES
Presidente del Principado de Asturias

VICEPRESIDENTES

EXCMO. SR. D. JUAN ANTONIO VÁZQUEZ GARCÍA
Rector de la Univesidad de Oviedo

ILMA. SRA. DÑA. SERVANDA GARCÍA FERNÁNDEZ
Consejera de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias

ILMO. SR. D. HERMINIO SASTRE ANDRÉS
Viceconsejero de Ciencia y Tecnología

ILMO. SR. D. SANTIAGO MENÉNDEZ DE LUARCA Y NAVIA-OSORIO
Subsecretario de Agricultura, Pesca y Alimentación

ILMA. SRA. DÑA. PAZ FERNÁNDEZ FELGUEROSO
Alcaldesa de Gijón

D. LEOPOLDO OLEA MÁRQUEZ DE PRADO
Presidente de la SEEP

D. PEDRO CASTRO ALONSO
Director Gerente del SERIDA

D. MARIO GÓMEZ PÉREZ
Director General del INIA

DÑA. ÁNGELES ÁLVAREZ GONZÁLEZ
*Directora de la Fundación para el Fomento en Asturias de la
Investigación Científica Aplicada y la Tecnología*

DÑA. VIOLETA DEMONTE BARRETO
*Directora General de Investigación de la Comisión
Interministerial de Ciencia y Tecnología*

COMITÉ ORGANIZADOR

BEGOÑA DE LA ROZA DELGADO

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA, Asturias)

ADELA MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

SERIDA, Asturias

ALEJANDRO ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ

SERIDA, Asturias

KOLDO OSORO OTADUI

SERIDA, Asturias

MIGUEL ÁNGEL ÁLVAREZ GARCÍA

INDUROT, Universidad de Oviedo

JOSÉ ALBERTO OLIVEIRA PRENDES

Universidad de Oviedo

COLABORADORES DEL COMITÉ ORGANIZADOR

AITOR LARRACELETA GONZÁLEZ

SERIDA, Asturias

LUIS SÁNCHEZ MIYARES

SERIDA, Asturias

ALFONSO CARBALLAL SAMALEA

SERIDA, Asturias

LUJÁN INFANZÓN DÍAZ

INDUROT, Asturias

ÁNGEL ALFREDO RODRÍGUEZ

CASTAÑÓN

ASEAVA-ASEAMO, Asturias

MARCELINO SUÁREZ GARCÍA

EGYSA, Asturias

ANTONIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ

SERIDA, Asturias

RAFAEL CELAYA AGUIRRE

SERIDA, Asturias

EPIFANIO SIERRA GUZMÁN

HUNOSA, Asturias

RAFAEL PELÁEZ VALLE

CICA, Asturias

FERNANDO VICENTE MAINAR

SERIDA, Asturias

ROXANA MENÉNDEZ DUARTE

INDUROT, Asturias

JOSÉ ANTONIO GARCÍA PALOMA

SERIDA, Asturias

URCESINO GARCÍA PRIETO

SERIDA, Asturias

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ PRIETO

Universidad de Oviedo

COMITÉ CIENTÍFICO

ADELA MARTÍNEZ

SERIDA, Asturias

ALEJANDRO ARGAMENTERÍA

SERIDA, Asturias

ALFONSO SAN MIGUEL

ETSI MONTES, Univ. Politéc. MADRID

ANA BELÉN ROBLES

EEZ (CSIC), Granada

ANTONIO GONZÁLEZ

CIAM, A Coruña

ANTONIO MARTÍNEZ

SERIDA, Asturias

ANTONIO RIGUEIRO

Universidad de Santiago de Compostela

BALBINO GARCÍA

IRNASA – CSIC, Salamanca

BEGOÑA DE LA ROZA

SERIDA, Asturias

CELIA LÓPEZ-CARRASCO

CIA, Toledo

EDUARDA MOLINA

EEZ (CSIC), Granada

FEDERICO FILLAT

IPE (CSIC), Huesca

IGNACIO DELGADO

CITA, Zaragoza

JOSÉ ALBERTO OLIVEIRA

Universidad de Oviedo

JOSÉ ANTONIO

FERNÁNDEZ

Universidad de Oviedo

KOLDO OSORO

SERIDA, Asturias

LUIS M^a. OREGUI

NEIKER, Araba

MIGUEL A. ÁLVAREZ

INDUROT, Asturias

PILAR DE FRUTOS

EAE (CSIC), León

RAFAEL CELAYA

SERIDA, Asturias

ROSARIO FANLO

Universidad de Lleida

ORGANISMOS COLABORADORES

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CICYT)

AYUNTAMIENTO DE GIJÓN

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS.
CONSEJERÍA DE MEDIO RURAL Y PESCA

FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO EN ASTURIAS DE LA
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA APLICADA Y LA TECNOLOGÍA
(FICYT)

AYUNTAMIENTO DE LLANES

AYUNTAMIENTO DE SOMIEDO

PARQUE NATURAL DE SOMIEDO

ENTIDADES COLABORADORAS

CAJASTUR

BANCO HERRERO

CENTRO INTERCOOPERATIVO DEL CAMPO DE ASTURIAS (CICA)

ASOCIACIONES DE CRIADORES DE RAZAS VACUNAS ASTURIANAS
(ASEAVA - ASEAMO)

MATADERO DE PRAVIA

LA COCINA VAQUEIRA

COOPERATIVA DE OTUR

JARDÍN BOTÁNICO ATLÁNTICO (GIJÓN)

HULLERAS DEL NORTE S.A. (HUNOSA)

VWR INTERNATIONAL

ABBA HOTELES

“EL GANADO VACUNO AÚN ES RUMIANTE”

CONFERENCIA DE APERTURA

SANTIAGO MENÉNDEZ DE LUARCA Y NAVIA-OSORIO
Subsecretario de Agricultura, Pesca y Alimentación

EL GANADO VACUNO AÚN ES RUMIANTE

S. MENÉNDEZ DE LUARCA¹, E. PICÓN ALONSO²
Y J. MARCELINO SOROETA³.

¹Subsecretario de Agricultura, Pesca y Alimentación. ²Jefe de Área de Coordinación de la Subdirección General de Planificación Económica y Coordinación Institucional del Mº de Agricultura, Pesca y Alimentación. ³Asesor del Gabinete Técnico del Subsecretario de Agricultura, Pesca y Alimentación. Pº Infanta Isabel nº 1. 28071 Madrid (España)

Agradezco a la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, su invitación a participar en el acto inaugural de su cuadragésimoquinta reunión científica que estoy seguro de que será tan fructífera como las anteriores.

Al aceptar su invitación tengo la oportunidad de visitar mi tierra y, además, esta visita es doblemente grata porque tiene por finalidad colaborar con esta Sociedad a la que me unen muy estrechos y ya muy antiguos lazos de amistad y colaboración. Tengo, por otra parte la satisfacción de que el objeto de estudio de esta reunión, además de corresponder a una cuestión de gran actualidad para la política agraria y rural, me ha interesado especialmente desde siempre. Sobre temas muy vinculados a esta cuestión he tenido ocasión de expresar mi opinión, hace ya muchos años en reuniones de esta sociedad y también en la revista "Pastos".

Esta reunión se va a centrar en el análisis conjunto de la gestión eficiente de las explotaciones ganaderas y de la conservación del medio natural, y con ello se están enunciando los dos objetivos básicos que se contienen implícitamente en el concepto, hoy en plena aplicación, de desarrollo sostenible. Éste puede definirse como aquel modelo de desarrollo que permite alcanzar el bienestar de las generaciones presentes sin comprometer el de las generaciones futuras. Pues bien, al hablar de gestión eficiente nos estamos refiriendo básicamente a la obtención de rentas que garanticen el bienestar actual del ganadero y de su familia y al mencionar la conservación del medio natural estamos haciendo alusión a la posibilidad de que las generaciones futuras puedan seguir disfrutando de ese bienestar.

Conciliar ambos objetivos es precisamente el reto que plantea la consecución del desarrollo sostenible. Es un desafío que no resulta fácil de afrontar en muchas actividades económicas, pues los dos objetivos entran muchas veces en contradicción. Esta contradicción se presenta también en la actividad ganadera en forma de una cierta incompatibilidad entre la conservación del medio natural y una gestión, presuntamente eficiente de la empresa ganadera, cuando ésta utiliza con particular intensidad determinados factores.

Pues bien, a través de la obviedad con que he titulado mi intervención, el hecho de que la vaca todavía es un rumiante, he querido resaltar que el aparato digestivo de este rumiante se caracteriza precisamente por ser una "máquina" altamente eficiente, desde el punto de vista económico y energético, en la tarea de transformar los pastos en alimentos para el hombre. La tabla siguiente, elaborada por K. Osoro. (1985), refleja, en comparación con otros cultivos, los rendimientos en términos energéticos de la hierba pastada:

Tabla 1. Coste energético de diferentes cultivos

Cultivos/hierba pastada	Energía obtenida (kcal.)/energía fósil consumida (Kcal.)	Proteínas obtenidas (g.)/energía fósil consumida (Mcal.)
Maíz (Badajoz)	3,51	84
Maíz (USA)	2,93	74
Cebada (Badajoz)	3,62	111
Soja (USA)	4,15	350
Hierba pastada	11,09	288

La tabla anterior expresa el elevado rendimiento relativo de la hierba pastada, tanto en términos de energía obtenida en el proceso en relación con la energía fósil consumida (aspecto en el que supera al resto de los cultivos) como en términos de rendimiento proteínico en relación con la energía utilizada, aspecto en el que solamente es superado por el cultivo de soja.

La dimensión, evolución y distribución territorial básica de la superficie de pastos son, de acuerdo con la distribución de aprovechamientos que refleja el Anuario de Estadística Agroalimentaria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1986-2003), los siguientes:

Tabla 2. Superficie pastable (prados naturales, cultivos forrajeros y pastizales.) Miles de Has.

Año	Zona Norte *	Resto de España	Total Nacional
1986	1.572,1	6.284,0	7.856,1
2002	1.665,1	6.556,3	8.221,4
Δ%	5,9	4,3	4,6

* Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y Navarra.

Existen, por tanto, en nuestro país, 8,2 millones de hectáreas de superficie pastable, entendiéndose por tal la suma de prados naturales, superficie destinada a cultivos forrajeros y pastizales. De esta superficie, aproximadamente el 20%, 1,7 millones de hectáreas se encuentran en la España húmeda (Comunidades de la cornisa cantábrica y Navarra). Las superficies de mayor rendimiento pratense, los prados naturales y las dedicadas a cultivos forrajeros, ascendían a 2,6 millones de hectáreas para el total del país y a 1,1 millones de hectáreas para la Zona Norte. La ocupación relativa de estas superficies sobre la superficie geográfica total, confirma la especialización territorial existente en este aspecto ya que en la Zona Norte los terrenos destinados a prados y a cultivos forrajeros suponían el 18% del territorio, mientras que en el resto del país apenas superan el 3%. Dicho de otra manera, con sólo un 12,4% de la superficie española total, la Zona Norte posee más del 44% de las superficies pratenses de alto rendimiento existentes en el país.

La evolución temporal de las superficies destinadas a pastos, incluidos los pastizales, refleja, como cabía esperar, una notable estabilidad en la variable, concretada en un crecimiento moderado, del 4,6% en el Total Nacional. Además, la evolución es relativamente uniforme para los dos distintos ámbitos geográficos considerados, la llamada España húmeda y el resto del país.

Cuando la variable contemplada es el indicador de potencial pratense de mayor rendimiento, (prados y cultivos forrajeros), el análisis de la evolución temporal refleja un descenso en la superficie total nacional, que en 2002 era inferior en el 3,8% a la del 1986, mientras que en la Zona Norte esta superficie registró un ligero crecimiento, resultado de una evolución divergente, pues mientras la superficie de prados naturales crece, desciende la superficie dedicada a cultivos forrajeros.

Si estas cifras son indicadores del potencial de producción pratense, procede contrastarlas con la necesidad alimentaria, también potencial, a la que debe de dar respuesta, concretamente la evolución de la ganadería rumiante y más concretamente del ganado vacuno en el periodo considerado, que se pone de manifiesto en la siguiente tabla:

Tabla 3. Bovino (nº de cabezas)

Año	Zona Norte	Resto	Total Nacional
1986	2.146.316	2.941.955	5.088.271
2003	2.106.939	4.441.440	6.548.379
Δ %2003/1986 en nº	-39.377	1.499.485	1.460.108
Δ %2003/1986 en %	-1,8	51,0	28,7

Esta evolución es claramente divergente en las dos zonas analizadas, pues si en la Zona Norte, tradicionalmente la más ganadera y la de mayor riqueza pratense de España, se registra una estabilización e incluso un ligero descenso del número de cabezas de vacuno, el resto del país ha aumentado muy considerablemente sus efectivos ganaderos, en casi un millón de cabezas en el periodo analizado, que suponen un crecimiento del 51%.

El análisis explicativo de esta divergencia, mucho más sensible que la observada en las evoluciones respectivas del número de vacas, muestra que se debe en parte, probablemente, a un traslado de animales jóvenes desde la Zona Norte al resto del país para su acabado. Así parece demostrarlo la evolución de los animales con menos de 12 meses cuyo número creció, entre 1991 y 2003, en apenas 100.000 animales, en la Zona Norte, y en más de 600.000 en el resto del país.

Estas diferencias en la evolución de la cabaña vacuna total suponen que si en 1986 la Zona Norte tenía más del 42% del total de reses vacunas del país, en el año 2003 tenía poco más del 32%.

Junto a esta evolución general del bovino, los cambios registrados en el número total de vacas entre 1991 y 2003, fueron los siguientes:

Tabla 4. Número de vacas

Año	Zona Norte	Resto	Total nacional
1991	1.201.285	1.536.822	2.738.107
2003	1.265.827	1.869.164	3.134.991
Dif. en n°	64.542	332.342	396.884
Dif. en %	5,4	21,6	14,5

La evolución del número de vacas lecheras, según los territorios, se refleja en la siguiente tabla.

Tabla 5. Número de vacas lecheras

Año	Zona Norte	Resto	Total nacional
1991	906.278	618.818	1.525.096
2003	727.101	390.559	1.117.670
Dif. en n°	-179.177	-228.259	-407.426
Dif. en %	-19,7	-36,9	-26,7

La evolución del número de vacas de carne en los mismos periodos y ámbitos ha sido la siguiente:

Tabla 6. Número de vacas de carne

Año	Zona Norte	Resto	Total nacional
1991	295.007	918.004	1.213.011
2003	538.726	1.478.595	2.017.321
Dif. en n°	243.719	560.591	804.310
Dif. en %	82,6	61,1	66,3

En las tablas anteriores se reflejan significativas diferencias en las tendencias observadas en la Zona Norte y en el resto del país. En las vacas lecheras, el descenso en los territorios del norte ha sido menor que en el resto, y en las vacas de carne el crecimiento de esta zona ha superado al del resto del país. Probablemente este mejor comportamiento es reflejo de que las explotaciones de la Zona Norte han afrontado con más éxito el

endurecimiento que se ha producido en las condiciones del mercado, tanto en cuanto a los precios de los productos finales como en cuanto a los costes de producción.

Los diferentes sentidos de las respectivas evoluciones han determinado cambios muy significativos en la composición de la cabaña según destino productivo, que en el total nacional se reflejan en la tabla siguiente:

Tabla 7. Porcentaje de vacas según destino productivo

Año	Vacas de leche % sobre total	Vacas de carne % sobre total	Total vacas
1991	55,7	44,3	100
2003	35,7	64,3	100

Se observa un profundo cambio estructural, pues si en 1991 casi el 56% de las vacas existentes en nuestro país se destinaban a la producción de leche, en el año 2003 este porcentaje no llegaba al 36%. Cuando este análisis se realiza sobre la Zona Norte se descubre un cambio también significativo aunque más moderado, pues en 12 años, en esta zona, se ha pasado de contar con un número de vacas lecheras equivalente a un 75,4% del número total de vacas a solamente un 57,4%.

En todo caso el descenso del número de vacas lecheras en relación con las vacas de carne no significa que se haya modificado en la misma medida la composición de la producción final del vacuno, pues el sensible aumento de productividad observado en las vacas de leche ha determinado que la producción lechera siga manteniendo un elevado nivel aunque no éste creciendo en los últimos años al mismo ritmo que la carne de vacuno.

Lo que ha ocurrido es que el sector de vacuno ha reaccionado racionalmente ante las condiciones del nuevo escenario, caracterizado por las limitaciones a la oferta global impuestas por el sistema de cuotas y por la posibilidad de obtener sustanciales crecimientos de productividad en la actividad de producción de leche, y la adaptación ha consistido en reasignar una parte importante de los recursos ganaderos a la producción de carne, pues el mercado permitía la absorción de un incremento de oferta en esta actividad.

Esta modificación estructural ha incluido, naturalmente, un importante descenso del número de explotaciones destinadas a la actividad productiva del vacuno de leche, tal como se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 8. Número de explotaciones lecheras

Periodo	Zona Norte	Resto	Total nacional
1993/1994	104.109	35.139	139.248
2003/2004	32.450	8.865	41.315
Dif. en nº	-71.659	-26.274	-97.933
Dif. en %	-68,8	-74,8	-70,4

En solo 10 años el sector ha perdido cerca de 100.000 explotaciones de leche, con un descenso del 70,4%. Las explotaciones de leche de la Zona Norte han descendido, en el mismo periodo, en un 68,8%, pasando de 104.109 a 32.450.

Con esta tendencia, en España se reproduce el mismo fenómeno que en el resto de la Unión Europea, aunque de forma mucho más intensa en el caso español pues nuestro ritmo de descenso prácticamente dobla al del conjunto de los 15 países de la Unión, y es solamente comparable al experimentado por la ganadería griega.

Esta intensa reducción del número de explotaciones, asociada a una disminución mucho menor en el número de vacas de leche y asociada también a un crecimiento de la cuota, ha dado lugar a importantes variaciones en los ratios básicos de producción de las explotaciones, tal y como se refleja en la tabla siguiente:

Tabla 9. Evolución de los promedios de vacas por explotación y de cuota por explotación

Campañas	Vacas por explotación	Cuota por explotación (litros)
1993/94	9,91	38.259
2003/2004	27,05	146.218
Δ en %	173,0	282,2

Como era de esperar, la variable ganadera es mucho más dinámica a corto, medio y largo plazo, que la superficie destinada a pastos, que posiblemente no ha experimentado cambios sensibles desde hace muchos años. En la antigüedad estos pastos se utilizaban casi como única fuente de alimentación para el ganado, pero el proceso de modernización de nuestra ganadería trajo consigo la intensificación productiva, y con ella un uso progresivamente creciente de inputs principalmente alimentarios, ajenos a la explotación, lo que llevo a algunos autores, justamente críticos con el fenómeno, a hablar incluso de “artificialización productiva” ... (García Morilla y Sorribes, 1981) y a proponer soluciones como la mejora, en cantidad y calidad de la producción forrajera, y extremar la atención en la racionalización en el consumo de piensos concentrados

Hace ya 20 años que Victoriano Calcedo (1985-86) se refería también a este problema, específicamente respecto a las vacas lecheras y referido expresamente a la cantidad de alimento concentrado que estos animales necesitan como suplemento de su alimentación forrajera, y decía lo siguiente: “.. hay precedentes propios y ajenos que nos acercan a cifras precisas. Supuesta una buena calidad de los forrajes, las necesidades de concentrados son de 100 g. por kg. de leche obtenida en el año. Una vaca que produjera 5.500 kg. por año necesitaría unos 550 kg. Compárese esa cantidad con los 1.300-1.500 kg. tan habituales en el norte de España y con los 800 kg. en que pueden estimarse ese consumo para las vacas lecheras de Cantabria según los cálculos de las macromagnitudes agrarias, basados en producciones medias que no alcanzan los 3.000 litros. De modo reflejo véase qué poco se obtiene de las praderas naturales de esta región española”.

En la misma época, yo mismo (1986), en una ponencia presentada ante esta Sociedad llamaba la atención sobre el efecto en la competitividad que podría conseguirse del aumento de eficiencia en la utilización de pastos y concretamente sobre la necesidad de “hacer un más eficaz y rentable uso del potencial de producción forrajera”.

Al parecer, estas recomendaciones no tuvieron demasiado éxito pues, por el contrario, de los datos más recientes obtenidos en el Análisis de la Economía de los Sistemas de Producción que realiza el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2004), y más concretamente de los datos que resultan del análisis de las explotaciones del vacuno de leche, en las Comunidades Autónomas de Andalucía, Asturias, Cantabria, Galicia, Navarra y País Vasco, en el año 2003, se deduce que en los últimos años se ha intensificado este proceso de utilización creciente de “inputs” alimentarios ajenos a la explotación, tal y como reflejan la evolución del consumo de pienso por leche y por vaca, y la trayectoria de los gastos de alimentación de las explotaciones con mayor vocación productiva ganadera.

Dicho de otra manera, sigue intensificándose el proceso de sustitución de “inputs” alimentarios propios, procedentes del pastoreo o de la siega de prados de la explotación, por piensos y forrajes ajenos, y ello tiene, además de otros efectos económicos, una inmediata repercusión en la estructura de costes y en los beneficios de la explotación. Después intentaré analizar estos efectos, demostrando que no necesariamente son positivos ya que es un error identificar sistemáticamente el óptimo de explotación con la maximización en la utilización de concentrados.

Pero antes quiero referirme a las ventajas, a las indiscutibles ventajas, que en forma de externalidades surgen como consecuencia de la utilización de los pastos como posibilidad alternativa de alimentación. Muchas de estas externalidades se reflejan en el índice sintético de desarrollo sostenible que han diseñado González Laxe y Martín Palmero (2004) y se manifiestan en beneficios energéticos medioambientales, y también económicos que se derivan de la utilización de pastos, de gran eficiencia en estos aspectos aunque no tengan incidencia inmediata en los resultados de las explotaciones ganaderas.

La primera manifestación de esta eficiencia es el ahorro energético que produce la utilización de pastos, frente a otros sistemas, cuando se mide en función de su rendimiento en términos energéticos y de la necesidad de energía fósil necesaria para conseguir una producción dada. Los análisis comparativos (Menéndez de Lueza, 1982) muestran que, en relación con otros sistemas más intensivos, los sistemas de producción basados en el pastoreo total son de tres a cinco veces más eficientes que los otros sistemas, lo que supone que pueden obtener la misma producción con ahorro energético que puede llegar al 80%.

La eficiencia energética no solo se manifiesta en esta vertiente cuantitativa sino también en el aspecto más cualitativo de que la energía que se utiliza en el proceso contiene una proporción mayor de energía renovable, cualidad también favorable a la sostenibilidad del modelo. Además, contemplando la cuestión desde el punto de vista de nuestro país, la energía que se consume al utilizar los pastos es energía nacional también en mayor proporción que en modelos alternativos lo que supone una contribución a nuestra balanza energética.

Las externalidades medioambientales de un modelo de alimentación del ganado que aprovecha los pastos en la medida debida se proyectan también sobre los riesgos de incendios forestales, cuya posibilidad de declaración y propagación disminuye cuando el

terreno ha sido utilizado para el pastoreo. Además, cuando esta utilización se realiza de forma racional y equilibrada, contribuye a la conservación del paisaje.

En el aspecto estrictamente económico, la externalidad económica de los pastos frente a los concentrados se deriva del menor componente de importaciones que tienen aquellos, y no sólo en términos energéticos, lo que supone un descenso de las importaciones y la consiguiente mejora de la balanza comercial.

Además, el aprovechamiento de pastos significa, desde el punto de vista de la economía sectorial y territorial, que el valor añadido del sector agrario aumenta con su utilización, frente al uso de inputs alimentarios procedentes de la industria, y que también aumenta el empleo del sector agrario y del medio rural.

Otra externalidad de un modelo alimentario basado en los pastos consiste en su acción positiva respecto de la seguridad alimentaria, pues reduce los riesgos alimentarios al evitar los peligros derivados de una alimentación basada en inputs alimentarios ajenos a la explotación y sobre los que el ganadero no tiene un control absoluto.

En definitiva, todos podemos estar de acuerdo en la existencia de un notable conjunto de economías externas generadas por la utilización de pastos, incluso cuando las externalidades se calculan en términos netos, incluyendo en el análisis aquellas externalidades negativas derivadas del aprovechamiento de los pastos, pues también puede haberlas aunque son insignificantes cuando la gestión de los pastos se realiza con un mínimo de racionalidad.

El problema es que, por mucho que nos interesen a los representantes administrativos y a los científicos, estos beneficios sociales y económicos que se derivan de la utilización de los pastos frente a otras opciones de alimentación, y que se acaban de mencionar son, por definición, ajenas al mercado y no repercuten en precios ni mejoran los resultados de las explotaciones. Por ello, no influyen, ni tienen por qué influir, en las decisiones de producción que toma el ganadero. Al titular de una explotación ganadera lo que le interesa, y así debe ser, siempre que se cumpla la legalidad, es la rentabilidad de su explotación.

Pues bien, también en este aspecto considero que la gestión de muchas explotaciones, y concretamente su modelo alimentario, es manifiestamente mejorable y esta mejora puede provenir, precisamente, de la valoración racional y puesta en práctica de un proceso de sustitución de “inputs” ajenos a la explotación por la utilización, mediante pastoreo o siega, de los recursos propios.

La decisión productiva que se tome en este aspecto no es, ni mucho menos, neutral respecto de la rentabilidad final, pues la importancia de la partida de gastos alimentarios en las cuentas de las explotaciones es incuestionable: según los datos del Análisis de la Economía de los Sistemas de Producción antes mencionado, en 2003 estos gastos supusieron más del 85% de los costes directos de la explotación. Estos gastos, que en más del 95% se deben a la compra de “inputs” alimentarios, multiplican por 39 el coste de la mano de obra asalariada y por 4,2 la cifra de beneficios obtenidos. Por cada litro de leche puesto a la venta, del que se obtienen 0,305 euros, se han gastado en alimentación, 0,148 euros, casi la mitad de los ingresos obtenidos.

Se trata, por tanto, de una partida relevante y además creciente: no solo en términos absolutos sino también relativos ya que entre 1998 y 2003 el coste de alimentación por litro

ha crecido en el total del colectivo analizado más de un 9%, con aumentos superiores en ciertas Comunidades Autónomas, como la Asturiana, en el que esta variable ha crecido más de un 17%.

Aunque tampoco puede decirse que este aumento sea desorbitado, lo cierto es que su contraste con el ligerísimo aumento experimentado por los precios de la leche en estos años revela que el margen bruto sobre costes de alimentación se ha reducido en el periodo. Podríamos decir que esta reducción en el margen por litro se compensa por la mayor producción obtenida y, a primera vista, y a corto plazo esto parece ser cierto, pues entre 1998 y 2003 la producción de leche por vaca ha aumentado en más de un 7%, con crecimientos más importantes en algunos casos, como el de Asturias, pues las explotaciones asturianas han obtenido, como promedio, una cantidad de leche por vaca en el año 2003 superior en un 16% a la que obtuvieron en el año 1998.

Pero la evolución de esta variable debe tener en cuenta el fenómeno de acortamiento de la vida productiva de la vaca, que se produce como consecuencia de la intensificación de un modelo productivo basado en animales genéticamente más eficaces sin duda, pero tal vez no más eficientes, y que requieren cantidades crecientes de alimento. Según los datos de ASCOL, referidos a Asturias, la reducción de la vida útil de la vaca es ciertamente sensible, pues en 1996 la edad media en la que se producía el desvieje era de 7,55 años, mientras que en el año 2004 esta edad se había reducido hasta los 6,15 años.

La vida útil de los animales, además, recogía el efecto, menos importante pero también detectado por las estadísticas de ASCOL, de un cierto retraso en la edad promedio en la que se producía el primer parto. En 1996 esta edad era de 2,28 años y pasaba a ser de 2,37 años en 2004.

La conjunción de estos dos fenómenos biológicos supone, en definitiva, una reducción del ciclo productivo de la vaca que puede cifrarse en el 28% variación muy significativa ya que se produce en un periodo relativamente breve, de 8 años. Bien es cierto que este fenómeno se refiere a una categoría muy específica de animales, de muy alto rendimiento, lo que no permite extrapolar directamente esta circunstancia al resto de los activos ganaderos, pero el dato ilustra sobre el efecto que a medio y largo plazo se produce sobre la rentabilidad del activo, efecto que quizá los ganaderos, preocupados por la productividad inmediata, no valoran en todas sus consecuencias.

Al postular la necesidad de que por los ganaderos se siga recordando que las vacas todavía son rumiantes, no se ignora que el modelo alimentario basado en los pastos está condicionado por múltiples factores: la disponibilidad, proximidad y accesibilidad de los propios pastos, la disponibilidad igualmente de la mano de obra necesaria y la situación y dimensión de la explotación, entre otros. Tampoco se pierde de vista la necesidad de recurrir a la suplementación a través de concentrados cuando así lo requiere el nivel de rendimiento y las exigencias de la competitividad.

Lo que se quiere resaltar es que el recurso sistemático al concentrado, como fuente básica de alimentación, no siempre responde a criterios de racionalidad económica sino que, en muchas explotaciones supone una práctica más bien debida a la comodidad del ganadero y que no necesariamente mejora la rentabilidad de la explotación.

Bien es cierto que el mejor aprovechamiento de los pastos requiere determinadas actuaciones de gestión sobre los propios pastos y sobre el ganado para mejorar la eficiencia de su utilización. Entre los que la adecuada fertilización no es una cuestión menor.

A continuación se van a comentar las principales conclusiones de los estudios realizados sobre las dos principales actividades ganaderas que aprovechan los pastos de la Cornisa Cantábrica: el vacuno de leche y el vacuno de carne. El ovino, en mi opinión, debiera tener un peso mucho mayor que el que actualmente tiene.

En el ganado vacuno de leche los datos de estructura son los que se indican en las tablas A.1.1. a la A.1.5.

En el año 2003 se han analizado 1.199 explotaciones.

La superficie media por explotación se mantiene prácticamente igual a lo largo del período.

Se observa un aumento importante en el número de vacas por explotación, aunque no todos los años se han estudiado las mismas explotaciones.

Galicia y Asturias son las dos Comunidades donde el aumento de hectáreas por explotación ha sido más alto así como también son las dos Comunidades donde más ha subido el número de vacas por explotación.

El aumento del número de vacas es mayor que el incremento de las hectáreas SAU, lo cual quiere decir que la carga ganadera por hectárea también es más alta.

Prácticamente todas las explotaciones son familiares.

Navarra tiene la mejor productividad de la mano de obra (42,23 vacas/U.T.A.), mientras que Asturias, por el contrario, registró los índices más bajos (20,95 vacas/U.T.A.); la media general fue de 24,74 vacas/U.T.A., prácticamente igual a la del año anterior.

La totalidad de las explotaciones analizadas de Asturias, Cantabria y Galicia, se dedican al ganado vacuno de leche como actividad productiva única; en Navarra, el 16,8% de las explotaciones con vacuno de leche, tiene otra actividad ganadera, en su mayoría ovino de leche.

Los datos de producción vienen en las tablas A.2.1. a A.2.4.

Por primera vez en muchos años, se observa, en todas las Comunidades Autónomas, una disminución en la producción por vaca. Sus causas (endurecimiento en el control del cumplimiento de las cuotas, disminución del precio de la leche, aumento del precio de los concentrados, etc.) deberían ser analizadas en profundidad. Como más adelante veremos, el precio medio de la leche (30,53 €/100 L) resultó prácticamente igual al del año anterior, y el consumo de pienso por vaca ha bajado en las Comunidades Autónomas que más consumen por vaca.

Las explotaciones de Navarra obtienen unos índices de producción de leche superiores a los del resto de las Comunidades Autónomas, con una producción por vaca de 7.984 L.

La producción total de leche en Navarra (633.811 L/explotación) fue un 176,9% superior a la de Galicia, que es la última. Estas cifras, son las que van a determinar la rentabilidad y, sobre todo, la viabilidad de las explotaciones en las diferentes Comunidades Autónomas.

Como hemos señalado, en todas las Comunidades Autónomas ha disminuido la producción por vaca, mientras que la producción de leche por explotación experimentó un descenso en Cantabria y Galicia, más acusado en la primera (-9,23%) y pequeños incrementos en Asturias, Navarra y País Vasco.

Las producciones medias ponderadas del conjunto de las explotaciones estudiadas en 2003, se expresan en la tabla A.2.5.

En el consumo de pienso por vaca, incluido el pienso consumido por la cría, destaca el alto consumo de pienso por vaca en el País Vasco y Navarra, así como en pienso por litro en el País Vasco y Cantabria, en parte debido a que en las explotaciones hay mucha cría; la utilización de mezclas de pienso y forraje dificulta conocer la cantidad de concentrado realmente utilizada, pues en los datos suministrados no se especifican las proporciones de forraje y piensos de dichas mezclas.

Durante todo el período el menor consumo corresponde a Galicia, donde prácticamente se ha mantenido el consumo de pienso por vaca, y como ha aumentado los litros por vaca, el consumo por litro ha bajado, alcanzando el último año 0,39 kg/l. El mayor consumo por vaca se da en Navarra y País Vasco, sobre todo en este último. Sin embargo, estas cifras sería necesario matizarlas, pues la utilización de mezclas de pienso con otros productos, pueden enmascarar la realidad.

Los gastos de alimentación (cultivos para el ganado, forrajes y concentrados) por litro, incluyendo la cría, se indican en la tabla A.3.1.

Navarra y País Vasco tienen, el mayor gasto de alimentación, prácticamente iguales; el menor gasto por este concepto ha correspondido a Cantabria y a Galicia (13,26 y 13,28 €/100 L, respectivamente). Asturias ocupa un gasto intermedio entre los dos grupos anteriores.

El aumento del consumo de pienso por vaca y la utilización cada día más generalizada de mezclas de pienso y forraje en todas las Comunidades Autónomas, redundan en el abandono paulatino del pastoreo, incluyendo Galicia.

El aumento del consumo de pienso lleva consigo un incremento del coste por litro y, por tanto, un menor beneficio por litro producido. Para compensar este menor beneficio, las explotaciones se ven obligadas a incrementar su producción de leche, bien aumentando el número de vacas o la producción por cabeza, o lo que es más corriente, una combinación de las dos opciones.

Esta intensificación está originando que los sistemas de producción de las explotaciones de vacuno de leche de tamaño medio o grande sean prácticamente iguales en toda España.

El peligro para dichas explotaciones, es que una bajada del precio de la leche ocasione un menor beneficio por litro, y que llegue un momento, en que esta disminución no pueda ser compensada por un aumento de la producción, pudiendo incluso ser negativo el citado beneficio.

Las explotaciones tradicionales de la Cornisa Cantábrica, basadas en el pastoreo de praderas naturales, tienen un menor coste de producción por litro y, por lo tanto, un beneficio más elevado, por lo que pueden soportar una mayor disminución del precio de la leche que las intensivas, sin que sus márgenes sean negativos; sin embargo, estas

explotaciones menos intensivas van desapareciendo, bien por el cese en la actividad, o por cambio de sistema de manejo y alimentación.

El precio medio en las 1.199 explotaciones ha sido 30,53 €/100 L., en el año 2003, y se mantuvo igual al del año 2002, pero resultó inferior en más de 3 €/100 L al de 2001. (tabla A.3.2.).

En la tabla A.4.1. se indica el producto bruto por Comunidad.

Si bien Navarra tiene un producto bruto casi tres veces mayor que el de Galicia, el margen neto solo es 1,5 veces mayor.

Destaca la subvención por vaca en el País Vasco (167,52 €), muy superior a la de las otras Comunidades Autónomas.

En cuanto a venta de leche, Navarra obtiene la mejor cifra (2.425 €/vaca), seguida del País Vasco (2.321 €/vaca), siendo la de Galicia la más baja (2.013 €/vaca).

La media general de venta de leche por vaca en el conjunto de las cinco Comunidades Autónomas (2.229,36 €) ha experimentado un pequeño descenso respecto a 2002 (0,81%).

El producto bruto medio por vaca (2.556,05 €) desciende respecto al año anterior en 35,25 € (1,3%) destacando el País Vasco con 2.754 €/vaca.

En cuanto a la venta de leche por U.T.A., el mejor resultado se ha obtenido en Navarra (102.394 €), siendo el más bajo el de Galicia (44.277 €).

Navarra registró la cifra más alta de venta de leche por ha S.A.U. (7.243 €), seguida por Asturias (4.654,44 €), siendo la más baja la de Galicia (3.850 €).

En la tabla A.4.2. figuran los costes medios de producción por vaca y por 100 L.

Hay que resaltar, que en el año 2003, en todas las Comunidades Autónomas estudiadas, excepto en Cantabria, así como en la media general, el coste de producción completo del litro de leche estuvo por encima de su precio de venta, y que, por lo tanto, el beneficio fue debido a otros ingresos de la explotación (venta de ganado, subvenciones, etc.).

En un futuro próximo la disminución del precio institucional de la mantequilla, puede influir en el precio de la leche pagada al ganadero y quizás sea el momento de reconsiderar el pago de la leche según su riqueza en materia grasa.

En el año 2003, también por primera vez, en muchos casos, se ha observado una disminución o, al menos, mantenimiento de los costes de producción; esta reducción de costes de producción por litro de leche puede que deba ser uno de los principales objetivos que deben plantearse muchas explotaciones. Una buena gestión de la explotación para la reducción de costes obliga a replantearse cierto principio hasta hoy día inamovible: el aumento progresivo y constante de la producción de leche por vaca, y el aumento de la riqueza en grasa, lo cual lleva consigo un aumento del consumo de pienso, una reducción e incluso desaparición del pastoreo y una reducción de la vida de la vaca.

Si bien no queremos hacer una defensa a ultranza de la vieja teoría de “producción de leche a bajo coste estilo Nueva Zelanda o Irlanda”, no hay duda que las explotaciones más preparadas para hacer frente a una bajada del precio de la leche son las explotaciones

de la cornisa Cantábrica, que sigan practicando un pastoreo más o menos intensivo, y que por supuesto estén preparadas tanto desde el punto de vista técnico como estructural.

El coste de producción completo varía entre los 1.679,26 €/vaca en Cantabria y 2.448,48 €/vaca en Navarra. Respecto a 2002, descendió en Cantabria, Navarra y País Vasco, subiendo en Galicia y quedándose igual en Asturias; la media general (2.291,69 €/vaca) fue prácticamente igual a la de 2002. La valoración de la mano de obra familiar es estimada, con todas las dificultades que conlleva esta estimación, y en muchos casos se oculta una mano de obra subempleada.

Sin tener en cuenta “Otros costes indirectos”, el coste es similar en Navarra y el País Vasco, algo menor en Asturias, y bastante inferior en Cantabria y Galicia.

Sin tener en cuenta los gastos indirectos de renta de la tierra, intereses de otros capitales propios y mano de obra familiar, el coste de la leche en 2003 alcanza un valor máximo de 27,26 €/100 L en Navarra, seguido por el del País Vasco con 25,98 €/100 L, siendo el coste medio ponderado en el conjunto de las cinco Comunidades Autónomas, de 25,18 €/100 L (2,8% superior a 2002). El coste de producción completo para las 1.199 explotaciones analizadas en 2003, asciende a 31,26 €/100 L, un 3,3% mayor que en 2002, correspondiendo el mínimo a Cantabria con 25,94 €/100 L.

Es de destacar que el margen neto por litro producido ha bajado desde 1998, pasando de 17,94 pta/L en 1998 a 15,83 pta/L en 1999, habiendo experimentado una pequeña subida en 2000 (16,32 pta/L), y un aumento apreciable en 2001: 13,29 €/100 L (22,11 pta/L), lo que supone un incremento del 35,47%, volviendo a descender en 2002 hasta 10,20 €/100 L, y nuevamente en el año actual, quedándose en 9,68 €/100 L.

Se observa una disminución de la renta disponible, el margen neto y el beneficio medio por explotación en el período 2001-2003.

El mayor margen neto por 100 L ha correspondido a Cantabria (14,11 €) y el menor a Navarra (6,49 €), siendo su media general de 9,68 €, inferior en un 5,49% al del pasado ejercicio.

Los márgenes netos, en €/100 L, más altos se consiguieron en las cuatro Comunidades Autónomas de la Cornisa Cantábrica: Cantabria (14,11), Galicia (11,86), País Vasco (9,55) y Asturias (9,31). Los márgenes netos por vaca más elevados se han obtenido también en estas Comunidades Autónomas, y en el mismo orden citado.

La evolución de la renta disponible por explotación (ingresos menos costes pagados) en las cinco Comunidades Autónomas, entre 1998 y 2003, se indica en la tabla A.4.4.

Por último, vamos a resumir rápidamente los resultados obtenidos en el año 2003 en 30 explotaciones de vacuno de carne de raza pirenaica asociadas al Instituto Técnico y de Gestión Ganadera de Navarra. Estos resultados aparecen en el “Análisis de la Economía de los Sistemas de Producción” (M.A.P.A. 2004).

Las explotaciones están situadas principalmente en las comarcas de los Pirineos, Nord Occidental y Cuenca Pamplona.

Los datos de estructura se indican en la tabla A.5.1.

La mano de obra es prácticamente toda familiar.

Los terneros se ceban en las explotaciones y se venden con unos 330 kg./canal los machos y con unos 250 kg./canal las hembras. El importe medio de venta ternero es de 638€ (tabla A.5.2.).

El coste de producción, sin considerar la mano de obra familiar no asalariada, la renta de la tierra ni los intereses de otros capitales propios, ha sido de 876€/vaca.

Los gastos por vaca más elevados corresponden a los concentrados, que sumados a los forrajes, superan prácticamente el 50% de los gastos (tablas nº A.5.3. y A.5.5.).

La venta de terneros, que supone 638€/vaca, ha representado el 54,4% del producto bruto, y las subvenciones (425€/vaca), el 36,3% (tabla A.5.4.).

Hasta aquí una aproximación a las cifras y variables más significativas del vacuno de carne y vacuno de leche, actividad que, como ya se ha dicho antes, ha experimentado en los últimos decenios una aguda tendencia decreciente, fenómeno asociado al del aumento del número de vacas de carne, ya que, en una parte considerable de las explotaciones ganaderas, éstas han sustituido a las de leche.

Les expondré, finalmente, también respecto de los resultados de la explotación del vacuno de carne, aunque con distinta metodología y con referencia a un territorio distinto, los resultados obtenidos por los investigadores del SERIDA, Koldo Osoro Otadui, Antonio Martínez Martínez y Pedro Castro Alonso (2003), respecto de los resultados económicos de diferentes sistemas de producción de carne en Asturias.

Tabla 10. Resumen de respuestas productivas y resultados económicos de diferentes sistemas de producción de carne en zonas bajas

CONCEPTOS	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN			
	VACAS MADRES		TERNEROS	
	PASTOREO OTOÑO	PASTOREO INVIERNO	CEBO EXTENSIVO	OVINO
Carga (Cabezas/ha)	2,00	2,50	4,50	30,00
Fertilidad (crías/año)	0,85	0,85	1,00	1,10
Mortalidad	0,05	0,10	0,01	0,10
Peso inicio (kg.)	--	--	225,00	--
Valor inicio (€) ¹	--	--	506,00	--
Peso vivo final/producto (kg.)	300,00	250,00	500,00	29,00
Peso vivo vendible/ha (kg.)	485,00	478,00	2.228,00	861,00
Precio venta (€/kg. pv)	2,40	2,25	2,04	1,95
Valor vendible (€/ha)	1.163,00	1.076,00	4.544,00	1.680,00
Gastos alimentación (€/ha) ⁽²⁾	305,00	295,00	594,00	379,00
Margen bruto (€/ha)	858,00	781,00	1.701,00	1.301,00

⁽¹⁾ 2,40 euros/kg. peso vivo ternero normal.

⁽²⁾ Incluye los gastos de fertilización de praderas (135 €/ha).

Precios adjudicados a los alimentos comprados: Concentrado, 0,20 euros/kg.;

Pulpa de remolacha, 0,16 euros/kg.; Paja de cereal, 0,10 euros/kg.

De la comparación de los márgenes obtenidos en las diferentes actividades estudiadas dentro de los sistemas basados en el aprovechamiento del pasto a diente, se deduce que las vacas de cría son las que producen menores márgenes brutos por hectárea, con algunas diferencias debidas a la época de paridera y que es el cebo de terneros en extensivo con pastoreo mixto con caprino, el que ofrece mayores márgenes brutos por hectárea, que llegan a 1.701€.

Cuando se estudian los márgenes brutos obtenidos en diferentes sistemas de cebo de terneros, procedentes de vaca de cría, se obtienen los resultados que se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 11. Margen bruto de distintos sistemas de cebo de terneros procedentes de vacas de cría

ÉPOCA DE NACIMIENTO	SISTEMAS DE CEBO				
	INTENSIVO		EXTENSIVO		
	OTOÑO	INVIERNO	Sin acabado	Con acabado	Castrados
Procedencia del ternero	Valle	Montaña	Montaña-puerto		
Peso inicial (kg.)	301	238	225	225	225
Precio inicial (€/kg. pv)	2,40	2,25	2,25	2,25	2,25
Peso final (kg.)	506	504	500	575	500
Precio final (€/kg. pv)	2,16	2,16	2,04	2,04	2,40
Valor final (€/tern)	1.093	1.089	1.020	1.173	1.200
Coste alimentación (€/tern)	245	292	132 ¹	259	259
Bajas	2	3	1	1	1
Margen bruto (€/tern) ²	123	253	378	404	430

⁽¹⁾ Incluye el coste de la fertilización de la pradera.

⁽²⁾ Descontando el valor inicial de los terneros (kg. inicial x precio inicial).

De los datos anteriores, se deduce que el cebo de los terneros en cebo extensivo produce un margen bruto que prácticamente duplica al correspondiente al de los cebados por sistemas tradicionales intensivos.

Si comparamos estos datos con los que antes les he mencionado y que correspondían a las explotaciones de vacuno de carne en Navarra, observamos que el valor vendible es de 1.163€/ha., en el caso del SERIDA en vacas madres, con pastoreo en otoño y de 1.359€/ha. en Navarra. Los gastos de alimentación son más altos en Navarra, ya que se ceban los terneros en la explotación, y llegan a la cantidad de 990€/ha., frente a 305€/ha. de la investigación del SERIDA.

El margen bruto en Navarra es de 369€/ha., muy inferior a los 858€/ha. que aparecen en los resultados del SERIDA.

Hay que puntualizar que en estos cálculos no se han tenido en cuenta las subvenciones que, en el año 2003, representaron el 33,3% del producto bruto.

En todo caso, de estos y otros datos que he tenido ocasión de presentarles y comentarles en mi intervención, se deduce la posibilidad de realizar actividades ganaderas con un nivel satisfactorio de rentabilidad, aprovechando con eficiencia los recursos naturales, especialmente los pastos y basándose en la realidad de que la vaca, de acuerdo con el concepto con el que he titulado esta intervención, todavía sigue siendo un rumiante.

Con todo ello he querido simplemente aportar un enfoque de análisis proyectado a las actividades que deben componer la estrategia de desarrollo agrario sostenible y estoy seguro que a lo largo de estos días tendrán ustedes la posibilidad de conocer y discutir otros supuestos y otras teorías sobre esta cuestión.

Sólo me queda agradecer a la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos su invitación a participar en el acto inaugural de esta reunión que, sin duda, será fructífera para avanzar en el conocimiento de la explotación de los pastos en particular y del sector ganadero en general.

Muchas gracias por su atención.

ANEXO N° 1 Vacuno de leche - Estructura

Tabla A.1.1.-SUPERFICIE

Comunidad Autónoma	Ha S.A.U. por explotación						Δ en % 1998-2003
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Asturias	13,31	15,69	16,56	16,86	17,56	17,62	32,4
Cantabria	17,83	16,81	16,50	17,09	17,61	18,00	1,0
Galicia	13,50	13,70	14,00	14,00	18,60	18,40	36,3
Navarra	25,05	23,30	24,27	22,20	25,52	26,57	6,1
País Vasco	25,41	27,30	27,96	28,80	29,88	30,26	19,1
Media	20,56	20,42	21,20	18,48	21,39	21,64	5,25

TABLA A.1.2.- NÚMERO DE VACAS

Comunidad Autónoma	Vacas por explotación						Δ en % 1998-2003
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Asturias	24,94	28,17	30,43	32,60	35,96	36,66	47
Cantabria	33,42	36,25	35,59	38,13	38,81	37,28	11,5
Galicia	24,30	25,80	28,01	30,30	35,70	35,20	44,8
Navarra	58,50	60,38	63,83	69,57	76,22	79,39	35,7
País Vasco	39,91	43,78	44,64	48,39	52,98	54,05	35,4
Media	34,46	37,14	38,68	36,78	42,56	43,51	26,2

TABLA A.1.3.- CARGA GANADERA

Comunidad Autónoma	Vacas/ha. S.A.U.						Δ en % 1998-2003
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Asturias	1,88	1,81	1,84	1,93	2,05	2,08	10,6
Cantabria	1,67	2,16	2,16	2,23	2,20	2,07	24,0
Galicia	1,80	1,88	2,00	2,16	1,92	1,91	6,1
Navarra	2,33	2,59	2,63	3,13	2,99	2,99	33,0
País Vasco	1,57	1,60	1,60	1,68	1,77	1,79	14,0
Media	1,78	1,84	1,83	1,99	1,99	2,01	12,9

TABLA A.1.4.- U.T.A. POR EXPLOTACIÓN

Comunidad Autónoma	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Δ en % 1998-2003
Asturias	1,50	1,73	1,76	1,73	1,74	1,75	16,7
Cantabria	1,36	1,59	1,59	1,61	1,33	1,44	5,9
Galicia	1,50	1,30	1,30	1,50	1,50	1,60	6,7
Navarra	1,56	1,56	1,59	1,69	1,89	1,88	26,9
País Vasco	1,94	1,96	1,92	1,96	1,99	2,00	3,1
Media general	1,57	1,78	1,79	1,67	1,72	1,77	12,7

TABLA A.1.5.- VACAS/U.T.A.

Comunidad Autónoma	Vacas/U.T.A.	U.G.M./U.T.A.
Asturias	20,95	27,57
Cantabria	25,89	35,25
Galicia	22,00	30,70
Navarra	42,23	60,51
País Vasco	27,02	35,65
Media general	24,74	32,98

ANEXO N° 2 Vacuno de leche - Producciones

TABLA A.2.1.- PRODUCCIÓN DE LECHE POR VACA

Comunidad Autónoma	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Asturias	6.320	6.718	6.934	7.250	7.467	7.335
Cantabria	6.086	6.158	6.335	6.246	6.853	6.476
Galicia	5.827	5.960	6.061	6.191	6.759	6.506
Navarra	7.385	7.584	7.805	7.951	8.277	7.984
País Vasco	7.067	7.303	7.345	7.516	7.819	7.754
Media	6.844	7.033	7.187	6.972	7.452	7.332

TABLA A.2.2.- LITROS POR HA S.A.U.

Comunidad Autónoma	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Asturias	11.837	12.129	12.738	14.016	15.284	15.265
Cantabria	11.404	13.277	13.664	13.931	15.095	13.408
Galicia	10.490	11.214	12.169	13.357	12.986	12.409
Navarra	17.242	19.649	20.524	24.917	24.713	23.850
País Vasco	11.106	11.664	11.727	12.629	13.865	13.850
Media	11.725	12.808	13.117	13.879	14.829	14.742

TABLA A.2.3.- LITROS POR EXPLOTACIÓN

Comunidad Autónoma	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Asturias	157.557	188.589	211.015	236.373	268.527	268.913
Cantabria	203.425	223.215	225.470	238.119	265.938	241.389
Galicia	141.886	153.613	170.284	187.539	241.541	228.926
Navarra	432.022	457.943	498.231	553.168	630.906	633.811
País Vasco	282.053	318.790	327.887	363.705	414.176	419.110
Media	241.072	261.191	278.025	256.444	317.472	319.033

TABLA A.2.4.- LITROS POR U.T.A

Comunidad Autónoma	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Asturias	157.551	109.012	120.035	136.572	154.684	153.665
Cantabria	149.712	140.368	141.550	147.507	200.168	168.132
Galicia	94.590	118.160	130.988	125.026	161.027	143.079
Navarra	276.933	293.765	312.393	328.065	334.315	337.157
País Vasco	144.643	162.647	170.774	185.564	208.179	209.555
Media	163.995	146.812	155.450	152.872	184.403	180.245

TABLA A.2.5.- MEDIAS DE PRODUCCIÓN

Concepto	Litros
- Por vaca	7.332
- Por ha S.A.U.	14.742
- Por explotación	319.033
- Por U.T.A.	180.245

ANEXO N° 3

Vacuno de leche – Alimentación y precios

TABLA A.3.1.- GASTOS DE ALIMENTACIÓN

(En pta/L, hasta 2000, inclusive; en €/100L, a partir de 2001)

Comunidad Autónoma	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Asturias	20,34	21,14	21,99	14,05	14,10	14,33
Cantabria	22,10	25,73	22,95	15,24	12,84	13,26
Galicia	20,20	19,51	20,42	13,87	13,14	13,28
Navarra	23,35	23,29	24,69	15,96	15,11	15,42
País Vasco	23,52	23,60	24,15	15,85	15,81	15,67
Media general	22,53	22,87	23,36	14,76	14,49	14,66

TABLA A.3.2.- PRECIO MEDIO DE VENTA DE LA LECHE

(En pta/L, hasta 2000, inclusive; en €/100 L, a partir de 2001)

Comunidad Autónoma	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Asturias	49,66	48,03	49,34	33,93	30,64	30,92
Cantabria	50,50	48,54	49,96	33,40	29,24	31,34
Galicia	51,90	48,90	49,70	34,62	30,14	31,12
Navarra	50,03	49,56	49,48	32,78	30,59	30,37
País Vasco	48,58	47,90	48,23	33,05	30,68	29,93
Media	49,18	48,31	48,94	33,75	30,16	30,41

ANEXO N° 4 Vacuno de leche - Resultados

TABLA A.4.1.- PRODUCTO BRUTO

Comunidad Autónoma	Euros por explotación			Venta leche/ producto bruto (%)
	Venta de leche (1)	Otros ingresos (2)	Producto bruto (1)+(2)	
Asturias	81.993,79	12.477,24	94.471,03	86,79
Cantabria	75.639,59	7.404,52	83.044,11	91,08
Galicia	70.843,47	7.162,03	78.005,50	90,82
Navarra	192.486,97	21.336,96	213.823,93	90,02
País Vasco	125.425,14	23.445,30	148.870,44	84,25
Media general	97.003,74	14.214,90	111.218,64	87,21

TABLA A.4.2.- COSTES DE PRODUCCIÓN

Comunidad Autónoma	€/Vaca	€/100 L
Asturias	2.388,59	32,57
Cantabria	1.679,25	25,94
Galicia	2.058,59	31,84
Navarra	2.448,48	30,68
País Vasco	2.383,92	30,75
Media	2.291,69	31,26

TABLA A.4.3.- RESULTADOS ECONÓMICOS

Concepto	2001	2002	2003
Renta disponible (€)	40.896,92	41.369,15	40.031,04
Margen neto (€)	34.084,46	32.538,18	30.888,54
Beneficio (€)	15.722,85	14.251,97	11.503,62

TABLA A.4.4.- RENTA DISPONIBLE POR EXPLOTACIÓN
(Miles de pesetas, desde 1998 a 2000, y euros a partir de 2001)

Comunidad Autónoma	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Asturias	3.620	4.011	4.894	37.345	35.200	33.515
Cantabria	5.186	4.226	5.344	38.574	40.912	37.153
Galicia	4.156	4.046	4.590	34.279	34.966	33.154
Navarra	8.262	8.566	8.406	65.298	66.081	60.034
País Vasco	5.712	6.587	6.241	54.224	51.983	51.895
Media general	5.047	5.332	5.704	40.897	41.369	40.031

ANEXO N° 5 Vacuno de carne

TABLA A.5.1.- ESTRUCTURA

Estructura	Unidades
Nº Explotaciones	30
S.A.U. (ha)	27,75
Nº vacas/explotación	59
Vacas/ha. S.A.U.	2,13
U.G.M/ha S.A.U.	3,68
U.T.A./explotación	1,09
Vacas/U.T.A.	54,16

TABLA A.5.2.- PRODUCCIONES

Producciones	Unidades
Kg. Canal vendidas por vaca	193,80
Precio de venta (€/kg canal)	3,29
Ingresos venta terneros/as (€/vaca)	638,00
Ingresos por hectárea (€)	1.359,00

TABLA A.5.3.- ALIMENTACIÓN POR VACA

Concepto	Kg/€
Consumo pienso (kg)	1.792
Gastos en cultivos para el ganado (€)	35
Compra forrajes (€)	102
Gastos en concentrados (€)	328
Total gastos en alimentación (€)	465

TABLA A.5.4.- PRODUCTO BRUTO

Concepto	€/vaca	€/ha	%
Venta de terneros	638	1.359	54,4
Subvenciones	425	905	36,3
Otros ingresos ganado	109	232	9,3
Total producto bruto	1.172	2.496	100,0

BIBLIOGRAFÍA

CALCEDO ORDOÑEZ, V., 1985-86. Observaciones críticas a la explotación intensiva de ganado vacuno. Dependencia, recursos propios y áreas vocacionales para leche. *Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios*. Volumen VII, p. 16.

GARCIA MORILLA, M. y SORRIBES, E. 1981. Evolución de las explotaciones productoras de leche en Asturias y Cantabria. *Servicio de Extensión Agraria*. Muriedas (Cantabria).

GONZÁLEZ LAXE, F.I.; MARTÍN PALMERO, F.G. 2004. Diseño de un índice sintético de desarrollo sostenible y aplicación de la Unión Europea. *Economía Agraria y Recursos Naturales*. ISSN: 1578-0732. Vol 4, 7, pp. 3-26.

MENÉNDEZ DE LUARCA, S. 1986. Asturias y la producción de pastos. Ponencias y Comunicaciones. XXVI reunión científica para el Estudio de los Pastos. Oviedo (Asturias) del 2 al 6 de junio de 1986, pp. 3-17.

MENÉNDEZ DE LUARCA, S. 1982. Producción animal con base en pastos. *Pastos*, 12 (2), pp. 219-227.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 2004. Resultados técnico-económicos de explotaciones de ganado vacuno de leche en las Comunidades Autónomas de Andalucía, Asturias, Cantabria, Galicia, Navarra y País Vasco en el año 2003. *Análisis de la economía de los sistemas de producción*.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 2004. Resultados técnico-económicos de explotaciones de ganado vacuno de carne, ovino de carne y leche, caprino de leche y porcino en ciclo cerrado en Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Extremadura y Navarra en 2003. *Análisis de la economía de los sistemas de producción*.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 1986 2003. *Anuarios de Estadística Agroalimentaria*.

OSORO OTADUI, K. 1985. Euskal abelgintzaren egoera eta posibilitateak Europako Elkarte Ekonomikoari begira. *Ihardunaldien bilduma*. Udako Euskal Unibersitatea. Donostia. 1986.

OSORO OTADUI, K.; MARTÍNEZ MARTÍNEZ, A.; CASTRO ALONSO, P. 2003. Desarrollo de sistemas eficientes de producción de carne de calidad en zonas bajas. *Colección Manuales Técnicos 1*. KRK Ediciones.

SESIÓN: **PRODUCCIÓN ANIMAL**

MANEJO DE LOS HERBÍVOROS DOMÉSTICOS PARA LA BIODIVERSIFICACIÓN Y EL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE

K. OSORO, A. MARTÍNEZ, M. OLIVÁN, U. GARCÍA Y R. CELAYA.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)
Apdo. 13 - 33300 Villaviciosa, Asturias (España)

RESUMEN

Se plantea el pastoreo como estrategia esencial para el aprovechamiento eficiente de los recursos pastables, abundantes en las zonas templadas húmedas, y para la conservación de altos niveles de biodiversidad en estos medios. El conocimiento de la conducta de pastoreo y de la respuesta de las diferentes especies de herbívoros domésticos a las estrategias de manejo en las distintas cubiertas vegetales, y de la dinámica vegetal de estas cubiertas en función del manejo, resulta esencial para el desarrollo sostenible. En las zonas de montaña o desfavorecidas se cuantifican en el ovino las mejores respuestas productivas, debido a su capacidad de selección y aprovechamiento de pastos en situaciones de poca biomasa herbácea disponible. En las zonas bajas con pastos de calidad son aquellos sistemas que utilizan el pasto de forma directa (cebo en pastoreo de terneros añojos) los más eficientes y rentables. El ganado caballar obtiene incrementos de peso próximos al vacuno cuando la altura del pasto apetecible es superior a 5 cm, no así en situaciones de menor disponibilidad en las que las vacas son las que experimentan mayores movilizaciones de peso. Ello se debe a la mayor incorporación en la dieta de las yeguas de los componentes de menor calidad de vegetación natural frente al vacuno. Tanto en brezales-tojales parcialmente mejorados como en praderas de zonas bajas el ganado caprino de aptitud cárnica es la especie menos productiva en kg canal/UGM o ha. No obstante, el precio (kg canal) de los cabritos es en torno a un 160 y 200% superior al de los corderos y terneros, superando en renta las diferencias desfavorables en producción. Es el caprino la especie que mejor se complementa con los otros herbívoros, y contribuye a incrementar la producción por unidad de superficie en pastoreo mixto, a la diversificación de la producción y al mantenimiento de altos índices de biodiversidad y una vegetación de mayor calidad nutritiva.

Palabras clave: conducta de pastoreo, dinámica vegetal, rendimiento animal.

MANAGEMENT OF DOMESTIC HERBIVORES FOR BIODIVERSIFICATION AND SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT

SUMMARY

Grazing is proposed as an essential strategy for the efficient use of pastoral resources which are abundant at the humid temperate areas, and for the conservation of high levels of biodiversity in such environments. The knowledge of the grazing behaviour and the productive response of the different herbivores to the management strategies in the different

plant communities, and of their vegetation dynamics under such grazing managements, proves to be essential for the sustainable development. In mountain and less favoured areas the best productive responses are achieved by sheep, due to their selection ability and utilization of pastures with low amounts of available herbaceous biomass. In the lowlands on pastures of high nutritive quality, the most efficient and profitable systems are those that utilize the pasture directly (fattening of yearling bulls at grazing). Horses achieve live weight gains near to those of cattle when the mean height of the preferred pasture is above 5 cm, but not in situations of lower availability where the cows suffer higher weight losses. This is because of the greater intake of natural vegetation components of low quality in horses compared to cattle. Both in partially improved heath-gorse shrublands and in lowland sown pastures, meat goats are the less productive species in terms of produced carcass weight (kg per Livestock Unit or per hectare). Nevertheless the price of kg carcass of kids is around 160 or 200% higher than the price of lambs or calves, and thus the lesser productions achieved by goats are more than compensated in final income. Goat is the livestock species that best complements with the other herbivores, and contributes to the increase of production per area in mixed grazing, to the diversification of produce and to the enhancement of biodiversity and nutritive quality of vegetation.

Key words: animal performance, grazing behaviour, vegetation dynamics.

INTRODUCCIÓN

Las cubiertas vegetales pastables ocupan un porcentaje importante de la superficie terrestre, y muy en especial en las zonas húmedas y templadas como en la que nos encontramos (Figura 1). La evolución y biodiversidad de dichas cubiertas, así como su producción dependen fundamentalmente del manejo a que se someten y de la fertilidad de los suelos, aparte de las condiciones climáticas, cuyo control, afortunada o desgraciadamente, de momento no está a nuestro alcance. Por último, la orografía interfiere en la producción, y lo que es más importante, en la utilización de las cubiertas vegetales y en el colorido del paisaje. Por lo tanto, parece claro que nos encontramos ante un amplio abanico de situaciones: desde favorables para la producción y utilización de recursos pastables o forrajeros (zonas bajas con inviernos cortos), a condiciones difíciles por la escasa apetecibilidad y calidad, además de la estacionalidad, de los recursos pastables disponibles (zonas de montaña, zonas áridas, etc.). Tanto en una situación como en la otra resulta esencial tener los conocimientos necesarios para una eficiente utilización y gestión sostenible de los recursos vegetales. Los animales, fundamentalmente los herbívoros, constituyen una de las herramientas esenciales por su capacidad de producción mediante el aprovechamiento de los recursos pastables.

Otros conocimientos primordiales para alcanzar algunas de las palabras claves que lleva el titular de esta reunión científica como “Gestión eficiente” y “Conservación del Medio Natural”, aunque personalmente prefiero decir “del medio rural”, se refieren al grado de complementariedad existente entre las diferentes especies animales en cuanto a la utilización de los recursos pastables y del territorio. Aunque no estén en el título de esta reunión, también entendemos que el grado de complementariedad conlleva el posible nivel de diversificación en la producción y la mejora de la renta, si bien es preciso buscar el equilibrio adecuado para asegurar la sostenibilidad del sistema.

A continuación vamos a tratar de presentar y discutir algunos conocimientos de interés general que consideramos esenciales a la hora de plantear estrategias de manejo en diferentes situaciones de disponibilidad de recursos pastables y su aplicación en las condiciones favorables (zonas bajas) y desfavorables (zonas de montaña) del norte de la Península Ibérica (regiones húmedas y templadas) con el claro objetivo de:

- Mejorar la productividad y rentabilidad de la actividad pastoril persiguiendo la sostenibilidad.
- Demostrar las repercusiones del pastoreo en la biodiversidad del medio rural y el riesgo de catástrofes naturales.
- Mantener y reivindicar la recuperación del manejo de rebaños multiespecíficos como herramienta clave para gestionar el territorio, diversificar la producción de calidad, mejorar la renta y sostenibilidad.

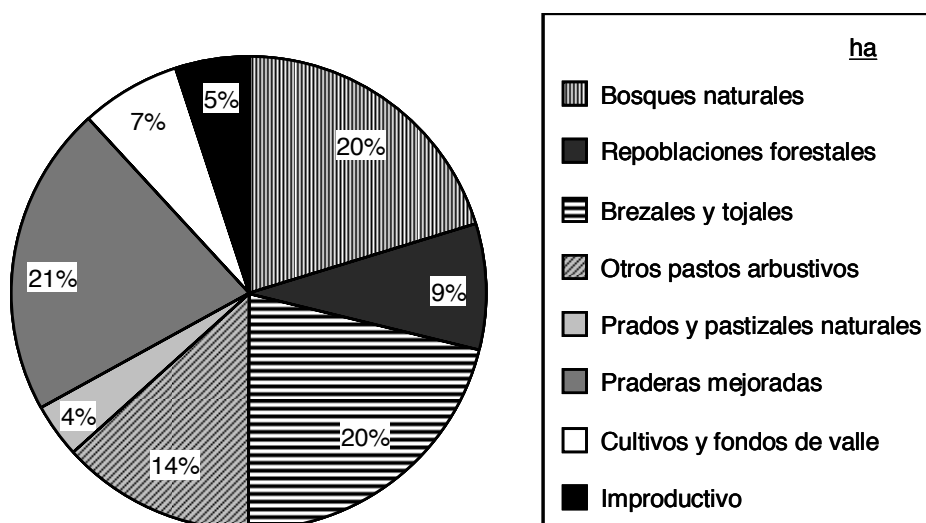


Figura 1. Distribución de las coberturas vegetales en Asturias.

CALIDAD NUTRITIVA DE LA VEGETACIÓN

El valor nutritivo de las diferentes especies que conforman la cubierta vegetal depende fundamentalmente de la ingestión que realizan los animales de las mismas, es decir, de la apetecibilidad que presentan para los animales. No obstante, el valor nutritivo y la consiguiente respuesta animal también estarán condicionados por la digestibilidad y la eficiencia de utilización de la vegetación ingerida, además de por las características y fase productiva del animal.

La calidad nutritiva de la vegetación para los rumiantes herbívoros es la resultante de complejas interacciones de variables ambientales, vegetales y de manejo que condicionan la composición química de la vegetación, disponibilidad y digestibilidad con variables animales como la capacidad de selección e ingestión, necesidades nutritivas y

grado de adaptación al medio, etc. (Figura 2). Por ello, la calidad nutritiva de una misma especie vegetal en un mismo estadio vegetativo puede resultar significativamente diferente para unas y otras especies animales, ya que la apetecibilidad y por lo tanto la ingestión difieren entre especies animales. La calidad de la dieta seleccionada por lo general resulta mejor en el ovino que en el vacuno (Hodgson y Eadie, 1986; Hodgson *et al.*, 1991.)

Sirven de ejemplo de todo lo anterior el caso del trébol blanco (*Trifolium repens*) y del tojo (*Ulex* spp), dos leguminosas frecuentes en las zonas a las que nos referimos. Se sabe que el caprino con su comportamiento selectivo tiende a rechazar el trébol y con ello contribuye a incrementar la presencia de esta leguminosa en la cobertura (Clark *et al.*, 1982; del Pozo *et al.*, 1996) lo que va en detrimento de las ganancias de peso del propio caprino (del Pozo y Osoro, 1997) y en beneficio de las ganancias del ovino (Radcliffe *et al.*, 1991; del Pozo *et al.*, 1998) y del vacuno (Osoro *et al.*, 2000b; Martínez *et al.*, 2003), incrementando la producción individual y la producción por hectárea. Es conocida la apetecibilidad del trébol para las ovejas y también para el vacuno, si bien el ovino tiene mayor capacidad para seleccionarlo.

Por lo que a la otra leguminosa se refiere, el tojo representa una parte importante de la dieta del caprino, cuando pasta comunidades naturales donde esté presente; también tiene apetencia para el ovino cuando los brotes son tiernos, mientras su presencia es escasa y circunstancial en la dieta del vacuno, en parte quizás por su incapacidad para seleccionar los brotes.

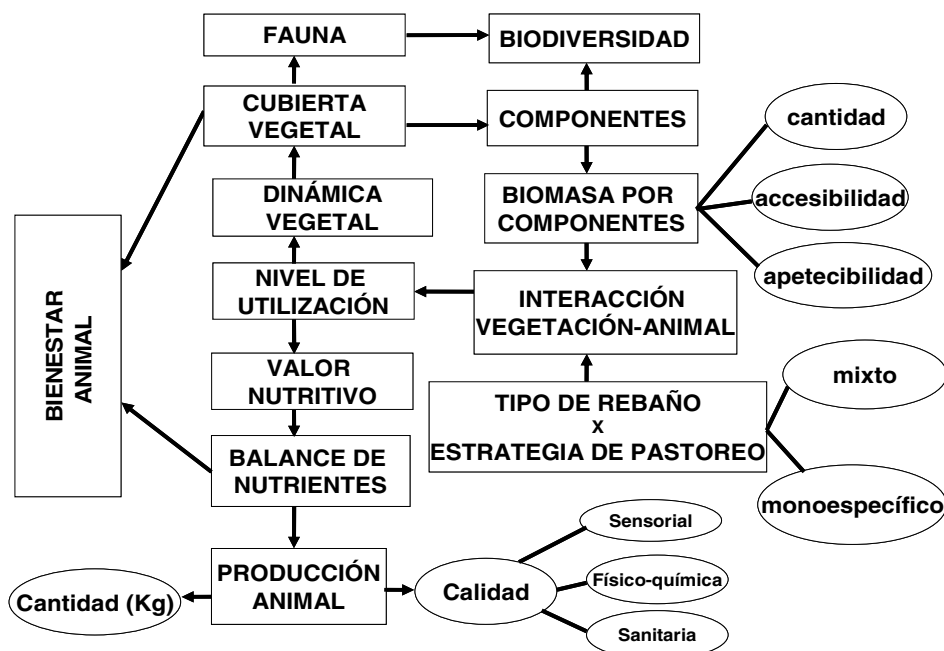


Figura 2. Esquema de las variables y producciones principales en el aprovechamiento a diente de los recursos pastables y desarrollo de los sistemas sostenibles.

En resumen, resulta esencial conocer la conducta de pastoreo y la interacción pasto x animal x estrategia de manejo bajo diferentes situaciones de cubierta vegetal y disponibilidad. Por lo tanto el valor nutritivo de los componentes de una cubierta vegetal, para los animales en pastoreo resulta bastante más complejo que una determinación en laboratorio, que nadie dude de su validez para los animales alimentados en pesebre con dietas conocidas.

CONDUCTA DE PASTOREO

Los herbívoros domésticos difieren significativamente en su conducta de pastoreo, mostrando algunas especies como el vacuno una preferencia casi exclusiva por las especies herbáceas, al igual que el equino, mientras que el caprino presenta una especial apetencia por la vegetación leñosa o arbustiva e incluso las partes más lignificadas de las herbáceas, teniendo el ovino un comportamiento fundamentalmente herbívoro con capacidad de seleccionar las especies de mayor calidad nutritiva como el trébol blanco o los brotes más tiernos y de mayor calidad de las especies leñosas que conforman los matorrales, en clara diferencia frente al vacuno (Osoro *et al.*, 2003b; Figuras 3a y b). En el caso del vacuno, el tojo (*Ulex gallii*) apenas aparece en la dieta y los brezos (*Erica* spp) en muy escasa proporción, a diferencia del caprino y también del ovino. El tiempo que dedica el vacuno al pastoreo de las zonas ocupadas por el matorral de brezal-tojal es muy escaso, incrementando la biomasa del matorral en dichas zonas (Celaya *et al.*, 2005a). Sin embargo, en los cervunales el vacuno realiza un pastoreo más intensivo de estas comunidades, frenando el desarrollo de los mismos y beneficiando al ovino que rechaza las macollas de *Nardus stricta* (Grant *et al.*, 1985; Celaya, 1998).

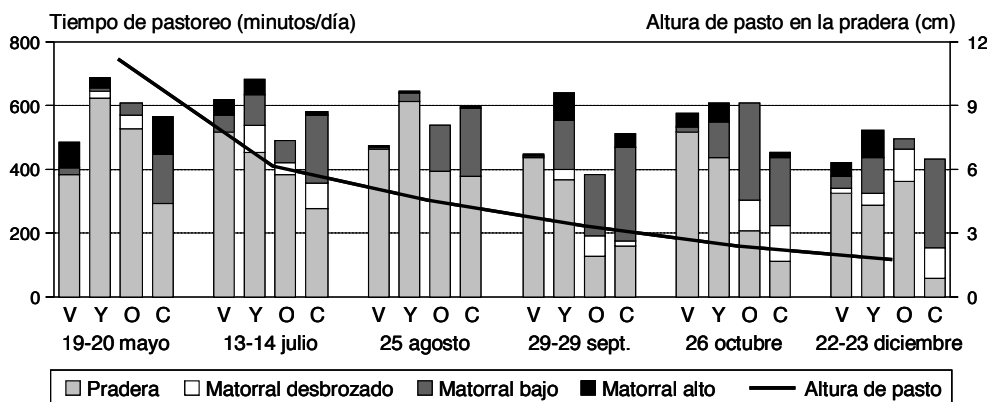


Figura 3a. Tiempo de pastoreo de los herbívoros domésticos por cubiertas vegetales y altura del pasto en la zona mejorada de un brezal-tojal.

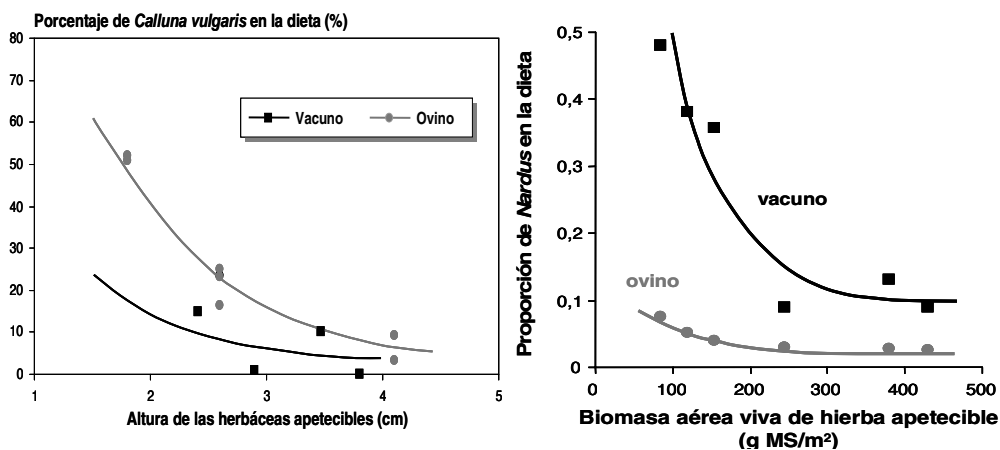


Figura 3b. Proporción de *Nardus stricta* (Grant *et al.*, 1985) o *Calluna vulgaris* (Oliván y Osoro, 1998) en la dieta de vacunos y ovinos en función de la cantidad de hierba verde en las zonas de pasto.

Es preciso indicar que también se han observado diferencias entre las distintas especies en la capacidad de modificar dicha conducta en función de la variación de la disponibilidad de recursos pastables apetecibles. Así por ejemplo, se ha observado cómo las cabras dedican más tiempo al pastoreo del brezal-tojal que de las superficies de pasto mejorado (praderas de raigrás-trébol) cuando hay disponibilidad abundante, incrementando el tiempo de pastoreo en la zona de pradera a medida que la biomasa de vegetación natural se reduce y con ello el grado de complementariedad entre las dos especies. Sin embargo el ovino apenas modifica su conducta y sigue pastando en la zona de pasto mejorado (Osoro *et al.*, 2000a).

Por lo que a las razas se refiere se cuantifican significativas diferencias en el caso del caprino, entre cabras de tronco celtibérico y cabras cachemir. En brezales tojales con abundante presencia de brezo rojo (*Erica australis* subsp. *aragonensis*), se ha podido comprobar la mayor apetencia de las cabras locales por el ramoneo de dicha especie, mientras las cabras cachemir pastan el matorral más bajo constituido por *Erica cinerea*, *E. umbellata* y *Calluna vulgaris*, (datos no publicados), dando lugar a significativas diferencias en la evolución de los componentes y de la biomasa de estas cubiertas (Celaya *et al.*, 2005b). En un trabajo previo para la estimación de la dieta seleccionada por ovejas y cabras en un brezal-tojal parcialmente mejorado, se comprobó que la dieta de las cabras cachemir era intermedia en cuanto a componentes entre las cabras autóctonas y las ovejas (Figura 4).

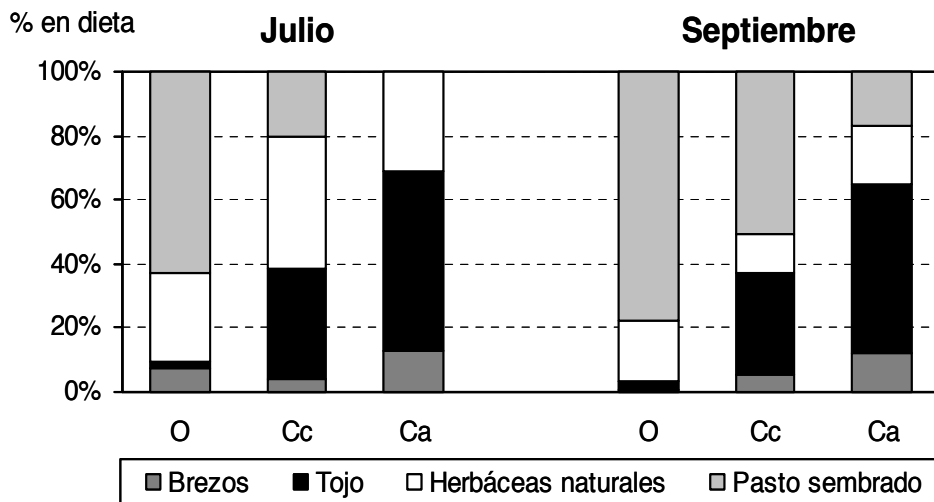


Figura 4. Componentes de la dieta del ovino y de las agrupaciones raciales del caprino (O = Ovino, Ca = Cabras autóctonas, Cc = Cabras cachemiras), en los controles de julio y septiembre de 1996.

La utilización eficiente de los recursos pastables y la sostenibilidad del sistema manteniendo altos índices de biodiversidad, en buena medida dependen del conocimiento del comportamiento de los herbívoros y de la planificación de una adecuada estrategia del manejo del pastoreo, monoespecífico, mixto, secuencial, etc. La adquisición de dichos conocimientos puede resultar cada vez más costosa por falta del factor humano en su doble vertiente complementaria, los pastores con su experiencia, y los licenciados dispuestos a trabajar en algo tan complejo y poco productivo desde el punto de vista curricular frente a la biología molecular y otras nuevas tecnologías.

COMPLEMENTARIEDAD DE LAS CONDUCTAS

El hecho de que los herbívoros difieran en su conducta de pastoreo permite plantear estrategias de manejo más complejas, rebaños multiespecíficos en pastoreo mixto o secuencial, etc., en las que el buen grado de complementariedad entre algunas especies posibilite incrementar la eficiencia de utilización de las cubiertas vegetales, pudiendo ser más significativo dicho incremento en las cubiertas vegetales más heterogéneas.

Hemos procedido a la comparación del nivel de solapamiento de las dietas de los herbívoros manejados en dos situaciones bien diferentes en cuanto a la vegetación disponible (sabana africana, Figura 5a, y Pirineo aragonés, Figura 5b), observándose, curiosamente, que en ambas situaciones el mayor nivel de similitud de las dietas se da entre el vacuno y el equino, mientras que el mayor nivel de complementariedad se daría entre el vacuno o equino con el caprino, siendo una situación intermedia el grado de complementariedad con el ovino. Ello lleva a plantear que en principio, considerando la conducta de pastoreo, la mayor eficiencia en la utilización de los recursos pastables, se daría en rebaños mixtos de vacuno u ovino con caprino. Parece que, un tanto

independientemente de la situación, las especies tratan de mantener su comportamiento de pastoreo, si bien, como se sabe, los animales tienen capacidad de aprendizaje en unos tres años (Provenza, 2003).

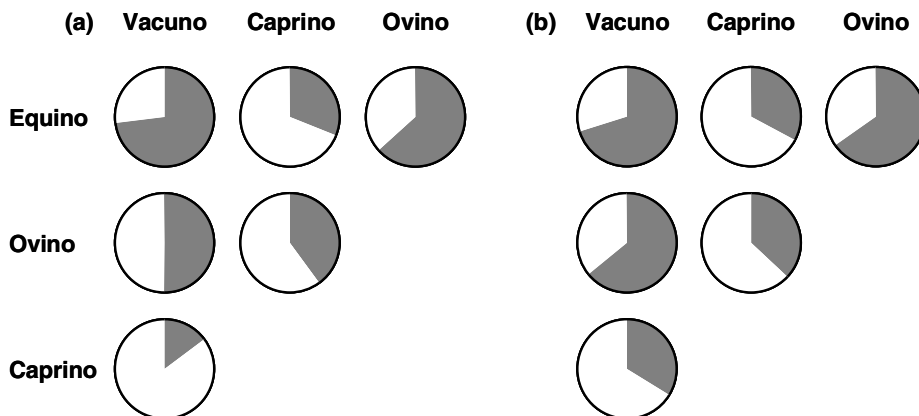


Figura 5. Solapamiento de dieta entre herbívoros en pastoreo: (a) pastando vegetación espinosa en la sabana (% del tiempo de pastoreo) (Lechner-Doll *et al.*, 1995); (b) puertos pirenaicos (% en dieta por análisis microhistológico de heces) (Aldezabal, 2001).

Los niveles de complementariedad pueden verse reducidos en alguna medida en situaciones donde la superficie de pastoreo está limitada y el grado de heterogeneidad de la cubierta es baja. No obstante, aun en estas condiciones se manifiesta el mayor grado de complementariedad de los herbívoros domésticos con el caprino y el menor entre el equino y el vacuno, tanto en lo referente a los componentes de la dieta seleccionada como a las superficies pastadas (Osoro *et al.*, 2005). Se observa una estrecha correspondencia en el grado de complementariedad entre las dos formas de determinarla, por cubiertas vegetales pastadas (observación visual) o por estimación de los componentes de la dieta (métodos analíticos).

PRODUCCIÓN ANIMAL

La producción animal, resultado de la ingestión de nutrientes y de la eficiencia de la transformación de dicha ingesta en leche, carne, etc., además de cubrir las necesidades de mantenimiento, difiere significativamente entre especies, incluso razas, manejadas en un mismo medio. No obstante, las diferencias no son constantes y varían entre cubiertas vegetales y disponibilidades. Evidentemente responden a las conductas de pastoreo, previamente comentadas, al tamaño (capacidad de ingestión y necesidades absolutas de mantenimiento) y al potencial de producción.

En los estudios realizados se ha tomado la altura de pasto apetecible como parámetro predictor de las respuestas de los ruminantes en pastoreo. En las condiciones de la vegetación de las zonas templadas-húmedas, ya en la década de los 80 se observó la buena relación existente entre la altura del pasto y el tamaño del bocado obtenido por el animal (Hodgson, 1985), si bien dicho tamaño además de por la altura del pasto (profundidad del

bocado) también está afectado por la densidad del pasto, por lo que la ingesta de nutrientes y el rendimiento animal estarían condicionados por la disponibilidad (altura-densidad) y por la calidad de la vegetación.

Hemos tratado de estudiar la respuesta productiva de los diferentes rumiantes domésticos a la disponibilidad (medida como altura del pasto apetecible), en las principales comunidades vegetales de la Cornisa y de la Cordillera Cantábrica. Estas comunidades estudiadas son las siguientes:

- *Agrostis-Festuca-Nardus-Calluna* y genistas, con diferentes porcentajes de cobertura de *Calluna*.
- Brezales-tojales.
- Brezales-tojales con zonas de pasto mejorado (raigrás y trébol).
- Praderas de raigrás y trébol de zonas bajas.

Si bien los resultados obtenidos no son extrapolables a otras regiones con características climáticas y de vegetación diferentes, éstos responden a la puesta en práctica de los planteamientos de la primera parte de la presentación y de los conocimientos adquiridos.

Diferencias entre especies

En un trabajo de comparación del comportamiento de vacas, ovejas y cabras sin cría pastando en un brezal-tojal parcialmente mejorado, realizado durante dos años (2000 y 2001) (Osoro *et al.*, 2003b), se observa que las vacas, por su capacidad de ingestión y potencial de crecimiento en situaciones en las que la disponibilidad de pasto de calidad (raigrás-trébol) es abundante (altura > 5 cm), consiguen mayores incrementos de peso por UGM que el equivalente de ovino (7 ovejas) o de caprino (7 cabras). Sin embargo no sucede lo mismo cuando se relaciona la ganancia con el peso vivo de la especie (g/día/kg pv) pues los resultados son más desfavorables para el vacuno (Osoro *et al.*, 2003b; Figura 6).

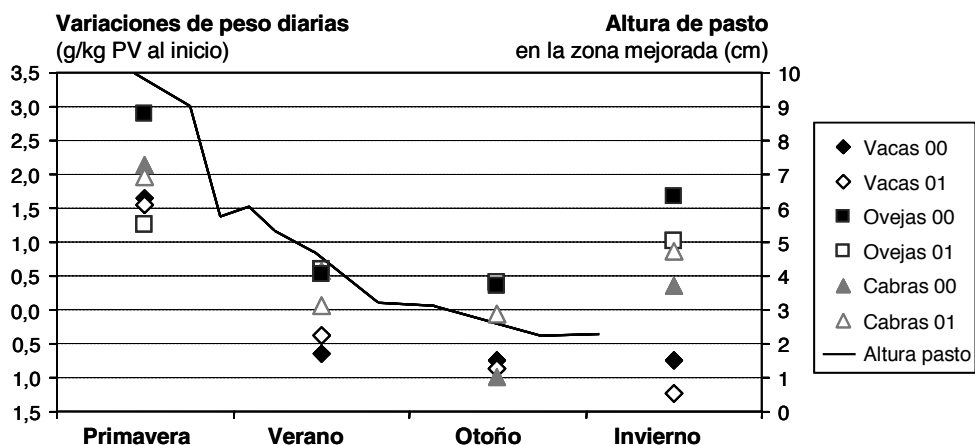


Figura 6. Variaciones de peso por kg de peso al inicio del pastoreo de los rumiantes domésticos sin cría en un brezal-tojal parcialmente mejorado (2000-2001).

En situaciones (verano-otoño) en las que la disponibilidad de pasto apetecible es más reducida (<5 cm de altura) las vacas son incapaces de mantener su peso y condición corporal, a pesar de la abundante disponibilidad de vegetación natural del brezal. En el apartado de conducta de pastoreo nos hemos referido a la escasa capacidad del vacuno para seleccionar brotes de ericáceas. Las pérdidas de peso van incrementando a medida que se va reduciendo la disponibilidad en la zona mejorada. Sin embargo el caprino, excepto en el otoño, y el ovino son capaces de continuar incrementando su peso vivo, si bien en el último periodo de la estación de pastoreo (invierno) dicho incremento puede estar distorsionado por la gestación.

Similar comparación pero con hembras con cría, se ha realizado en los años 2003 y 2004. Se observa que las recuperaciones de peso de madres y crías por equivalente UGM en el pastoreo de primavera tienden a ser también superiores en el vacuno, incrementando las diferencias cuando los terneros son más jóvenes. Sin embargo, en el verano-otoño las pérdidas de las madres, que ya han destetado sus crías, son significativamente mayores en las vacas que en las cabras, mientras las ovejas mantienen el peso de tal forma que al final de la estación de pastoreo el balance de la variación de peso resulta más favorable al ovino (Osoro *et al.*, 2005). Estas respuestas diferenciales se deben a la capacidad del ovino de mantenerse en situaciones de escasa disponibilidad de pasto, y del caprino para la utilización de la vegetación natural del matorral frente al vacuno, tal como hemos comentado en el apartado de conducta.

Las variaciones de peso del ganado caballar resultan próximas a las del vacuno cuando la disponibilidad de pasto es abundante, altura superior a 5 cm. Sin embargo cuando dicha disponibilidad decrece, las yeguas también pierden peso a pesar de su capacidad de utilizar también las especies de matorral. Las ganancias de los terneros son mayores que las de los potros. Comparando las variaciones de peso de las madres por UGM éstas son similares entre vacuno, caprino y caballar y superiores en el ovino. En cuanto a las ganancias de las crías por UGM también son superiores las de los corderos e incluso las de los terneros frente a los potros, y claramente inferiores las de los cabritos (Osoro *et al.*, 2005)

La diferencia entre especies en la productividad por unidad de superficie en función de la disponibilidad de pasto, también se ha observado en los pastos naturales de montaña constituidos por *Agrostis-Festuca-Nardus-Calluna*, donde las vacas sin cría precisan un pasto apetecible (*Agrostis-Festuca*), de unos 5-6 cm de altura para obtener recuperaciones de peso similares a las de las ovejas (Figura 7). Esta situación es poco duradera en los pastos de montaña.

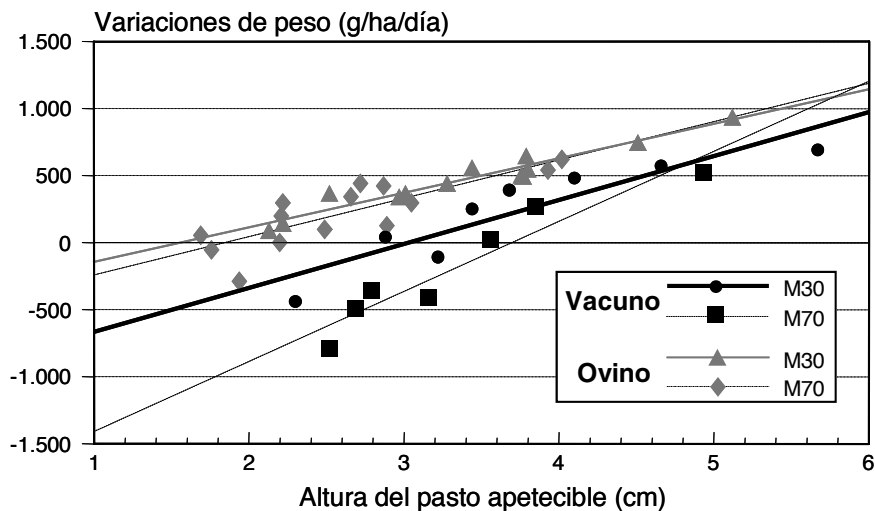


Figura 7. Productividad por hectárea del vacuno y del ovino en cubiertas vegetales dominadas por herbáceas (M30) o por matorral de *Calluna* (M70).

Diferencias entre razas

Se han observado significativas diferencias entre razas en cuanto a su respuesta a la disponibilidad del pasto. Estas diferencias por lo general derivan fundamentalmente de la capacidad de ingestión (tamaño), de las necesidades de mantenimiento (tamaño) y obviamente del potencial productivo y grado de adaptación al medio.

Los animales de mayor tamaño se caracterizan por su mayor capacidad de ingestión, pero también por las mayores necesidades de mantenimiento, por lo que en situaciones de abundante disponibilidad de recursos pastables de calidad resultan más productivos por cabeza frente a los de menor tamaño que tendrán un comportamiento más favorable en situaciones donde los recursos pastables son restrictivos. Estas interacciones entre la raza (tamaño) y la disponibilidad vegetal se han observado en vacuno, (Osoro *et al.*, 1999a), ovino (Osoro *et al.*, 1999b; 2000c) y en caprino (Celaya *et al.*, 2004; García *et al.*, 2005).

Esto plantea algunas cuestiones a debatir sobre los objetivos cuantitativos de los progresos de mejora genética que han dado lugar a incrementos significativos del tamaño medio de algunas razas autóctonas, en especial en el vacuno, cuando se van a manejar en medios desfavorecidos donde los recursos nutritivos disponibles son limitantes. Por otra parte, el incremento del tamaño y las mayores respuestas individuales no siempre se traducen en mayores productividades por unidad de superficie, tal como se ha observado en la comparación de ovejas latxas y ovejas gallegas en la producción de corderos (Osoro *et al.*, 2002). Alguien puede argumentar en el caso de las vacas de cría que las UGM (limitadas por las ayudas PAC) son independientes del tamaño de las vacas. En estas situaciones más favorables donde se podrían manejar más de 1,9 UGM por hectárea veremos más adelante que hay alternativas más productivas que las vacas de cría.

Diferencias entre comunidades vegetales

Las respuestas de los animales a la disponibilidad de pasto difieren significativamente entre comunidades vegetales. En condiciones limitantes en cuanto a pasto disponible (alturas próximas o inferiores a las de mantenimiento) se han obtenido mejores respuestas en los pastos de montaña, que en los pastos mejorados de zonas bajas tanto en el vacuno (Figura 8a) como en el ovino (Figura 8b). En dichas figuras podemos observar que las vacas de cría con paridera en invierno manejadas en praderas de raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), de zonas bajas, precisan de un pasto de un 6,0 cm de altura media para mantener su peso y condición corporal, mientras que en los pastos dominados por *Agrostis-Festuca* con presencia de *Nardus* y *Calluna*, son capaces de mantener el peso con un pasto apetecible de tan solo 3,5 cm de altura.

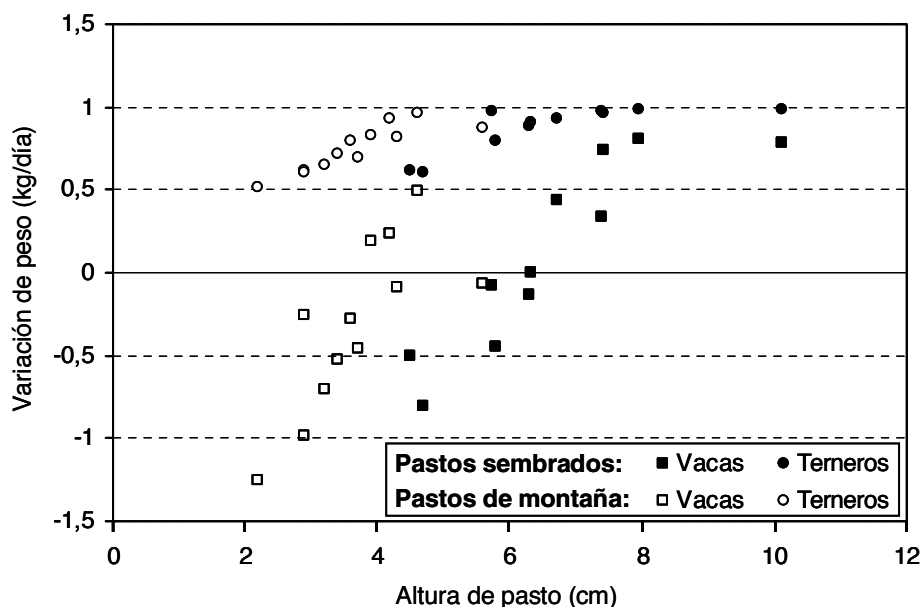


Figura 8a. Relación entre la altura del pasto y las variaciones de peso vivo en vacas y sus terneros en pastos sembrados y en pastos de montaña.

Igualmente en el ovino se corrobora esta diferencia en respuesta animal a la altura del pasto entre los pastos naturales de montaña y los pastos mejorados de zonas de valles. Dichas diferencias en buena parte serían explicables por la densidad del pasto, por lo que a una altura de pasto apetecible baja se han cuantificado mayores biomásas disponibles en los pastos de montaña (Celaya *et al.*, 2002). No obstante es preciso señalar que debido al mayor potencial de crecimiento independientemente de la altura se alcanzan mayores recuperaciones en los pastos mejorados que en los pastos naturales de montaña.

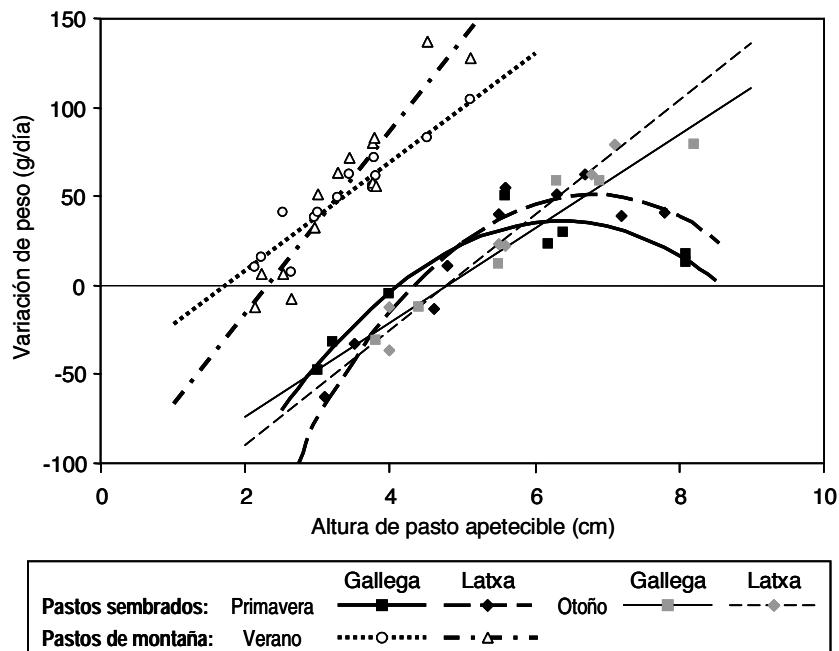


Figura 8b. Relación entre la altura del pasto y las variaciones del peso vivo de ovejas de raza Gallega y Latxa en pastos sembrados (pastoreo de primavera y de otoño) y en pastos de montaña (pastoreo de verano).

Diferencias entre las localizaciones para una misma cubierta vegetal

Se ha comparado la respuesta productiva de una misma especie animal a una misma cubierta vegetal (praderas de raigrás y trébol) pero localizada en dos situaciones diferentes: valle y montaña. Se han cuantificado mejores respuestas productivas del vacuno en las condiciones de montaña, frente a las de valle (Figura 9). Ello nuevamente responde a una mayor densidad de los pastos mejorados de montaña, como se ha comentado en el apartado anterior.

No obstante es preciso resaltar, como hemos podido comprobar, que en todas las situaciones se mantuvo una estrecha relación entre la altura de pasto apetecible y las variaciones de peso de los animales.

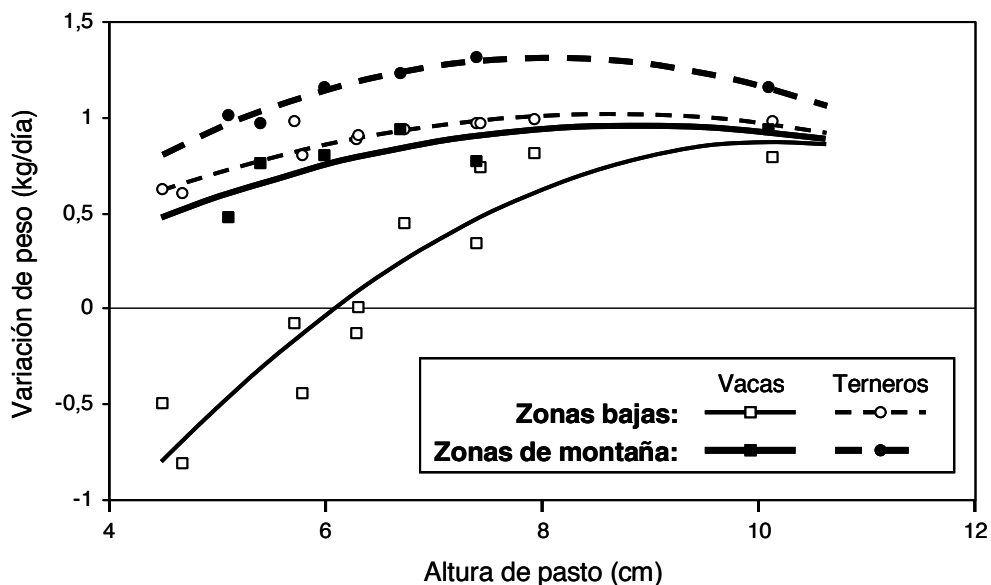


Figura 9. Relación entre la altura del pasto y las variaciones de peso vivo en vacas y sus terneros en pastos sembrados de zonas bajas y de montaña.

DINÁMICA VEGETAL

La dinámica vegetal resultante de la estrategia de manejo de la vegetación disponible, es la que condiciona, en buena medida, la sustentabilidad del sistema tanto por la producción animal resultante como por su repercusión en la biodiversidad (Figura 2) y conservación del medio rural.

A continuación vamos a presentar información relativa a la dinámica de algunas cubiertas vegetales naturales o de sus componentes en función de la estrategia de manejo o aprovechamiento ganadero. En la zona norte y fundamentalmente en el noroeste peninsular, como hemos visto al principio las cubiertas de brezal-tojal ocupan grandes extensiones. Es precisamente en dicha área donde la problemática de los incendios resulta mayor con importantes repercusiones económicas, tanto por los costes de prevención y extinción como por los costes ambientales: pérdida de suelo, erosión, capacidad de caudal de agua de ríos y riachuelos favoreciendo las inundaciones, etc., además de las pérdidas directas en producción.

Se ha observado que el ganado caprino es la principal herramienta de manejo de estas comunidades, ya que su pastoreo frena o reduce la acumulación de biomasa combustible de manera significativa e incrementa la biodiversidad de la cubierta vegetal y del medio (Celaya, 1998). Este control es considerablemente menor en las zonas pastadas por el ovino y muy escaso en las aprovechadas por el vacuno.

Las Figuras 10 y 11 reflejan las diferencias en la evolución de un brezal-tojal en su estado natural o tras desbroce cuando es pastado por ovino, caprino, o rebaño mixto y sin aprovechamiento ganadero. En la primera situación, brezal-tojal natural, vemos que el pastoreo del ovino reduce la biomasa a la mitad (12 t MS/ha) mientras que el del caprino lo reduce a las 6-7 t MS/ha además de incrementar la biodiversidad de sus componentes (Figura 10).

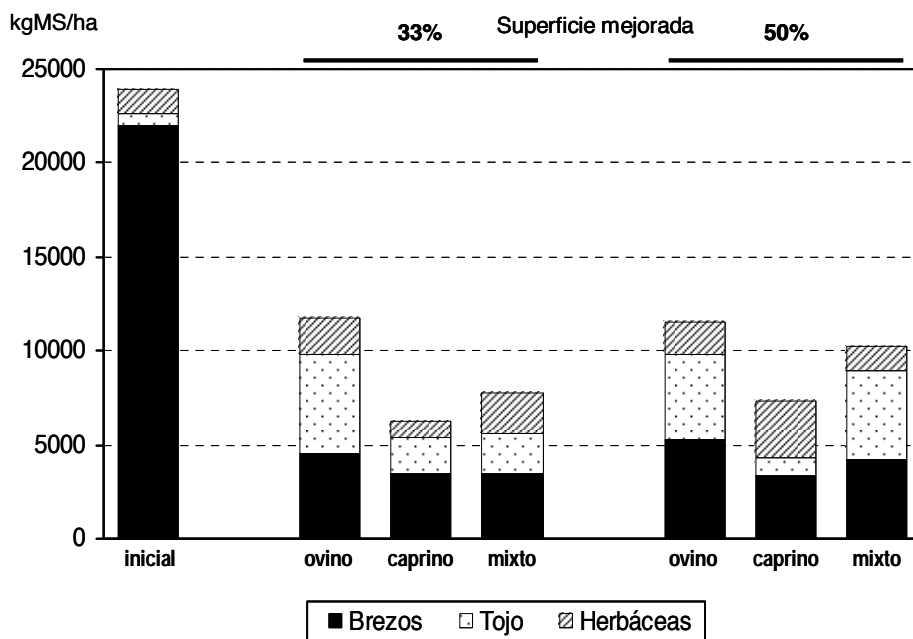


Figura 10. Cambios en la biomasa y su composición en las zonas sin desbrozar del brezal-tojal de parcelas parcialmente mejoradas tras tres años de pastoreo por rebaños de ovino, caprino o mixtos.

En los brezales-tojales desbrozados las respuestas son similares pero en este caso en lugar de reducir la biomasa, se trata de cuantificar la acumulación tras desbroce según manejo (tipo de rebaño). Se puede observar (Figura 11) que la cantidad de biomasa acumulada en las parcelas pastadas por caprino, ya sea en pastoreo mono-específico o mixto con ovino, resulta en torno a la mitad (6 t MS/ha) de lo acumulado en las parcelas pastadas por ovino (12 t MS/ha). En las zonas excluidas del pastoreo, la cantidad acumulada en el mismo periodo (3 años) fue de 18 t. El tojo constituía un porcentaje significativamente más elevado en las parcelas pastadas por ovino que en las pastadas por rebaños de caprino o mixtos.

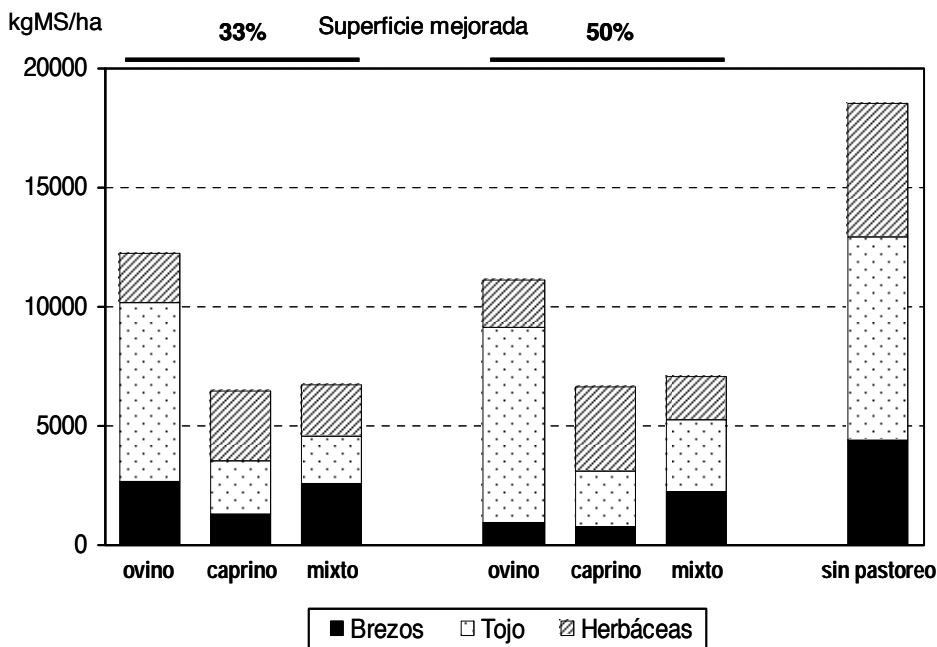


Figura 11. Acumulación de biomasa en las zonas desbrozadas del brezal-tojal de parcelas parcialmente mejoradas tras tres años de pastoreo por rebaños de ovino, caprino, mixtos o sin pastoreo.

Otra cubierta vegetal importante en las montañas del norte es la constituida por *Agrostis-Festuca-Nardus-Calluna* acompañada de genistas, con distinta predominancia de cada especie vegetal según las características del suelo y la historia de los aprovechamientos ganaderos. En estas comunidades, tradicionalmente aprovechadas por el ovino y también por el vacuno en algunas zonas junto al caprino y caballar, se pueden observar cambios importantes en la dinámica vegetal en función del tipo de rebaño que las aproveche. De las especies dominantes, las gramíneas *Agrostis capillaris* y *Festuca rubra* son las más apetecibles y de mayor calidad nutritiva para todos los herbívoros y bastante estables ante diferentes manejos del pastoreo. No obstante, debido a las diferencias entre herbívoros en capacidad de selección y pastoreo, cuando la altura de las especies apetecibles es baja (3,0 cm), el vacuno se ve obligado a pastar las macollas de cervuno (*Nardus stricta*), por lo que es capaz de reducir su biomasa, mientras resulta casi totalmente rechazado por el ovino (Figura 12). Ello hace que estas comunidades herbáceas con presencia de *Nardus*, cuando son aprovechadas por ovino se vayan convirtiendo en cervunales.

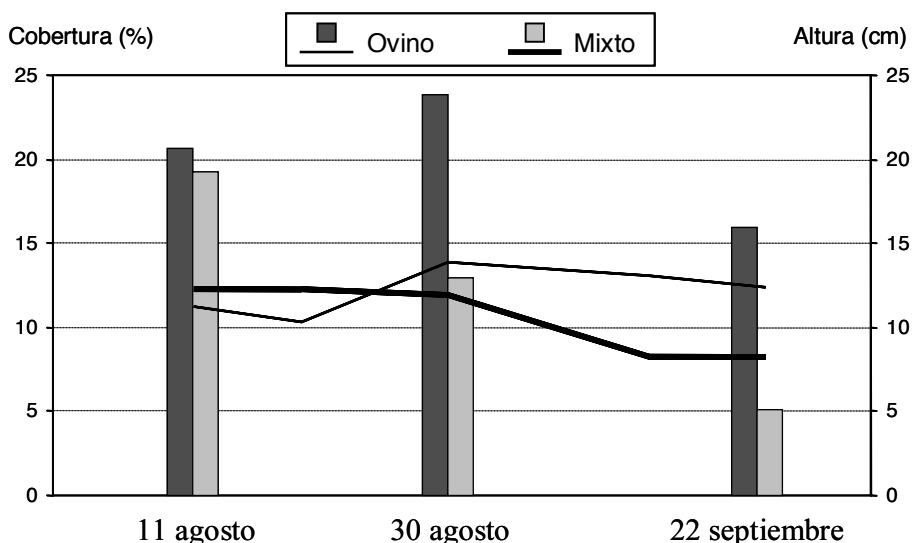


Figura 12. Efectos de la introducción temporal de vacuno a partir del 12 de agosto sobre la evolución de la cobertura (barras) y altura (líneas) de *Nardus stricta* en pastos de montaña aprovechados por ovino.

Por lo que se refiere a la brecina (*Calluna vulgaris*), ésta sufre una interacción de la especie animal bien diferente a *Nardus stricta*. El ovino es capaz de incorporar porcentajes importantes de brotes tiernos a su dieta, no así el vacuno tal como hemos visto en el apartado de conducta (Figura 3b). Ello hace que la cobertura y biomasa de *Calluna vulgaris* se reduzca y fundamentalmente en aquellas zonas adyacentes a las ocupadas por vegetación herbácea. En las parcelas de vacuno la reducción es por efectos del pisoteo y arrancado de las plantas reduciéndose la biomasa del matorral de *Calluna*, incluso en cuantías más importantes que en las de ovino (Celaya, 1998).

La presencia de piornos como *Genista florida*, en algunas áreas resulta importante y su evolución puede ser muy diferente en función del manejo del pastoreo. Hemos observado que esta leguminosa es rechazada totalmente por el vacuno, mientras que el ovino realiza un pastoreo muy intenso sobre la misma, incluso independientemente de la disponibilidad de herbáceas apetecibles (*Agrostis-Festuca*), llegando a secar las plantas que por su altura (1-1,5 m) pueden ser pastadas en su totalidad. No obstante, al cesar el pastoreo del ovino, manteniendo el vacuno, la genista vuelve a rebrotar con el paso de los años (5-8 años).

Por lo tanto, ésta interacción vegetación x manejo es una evidencia más que desautoriza la falacia ecologista, cuyo punto básico según el profesor Eduardo Zorita (1995) es la creencia de que la acción humana es siempre perjudicial y que en nuestro territorio, suprimida la agricultura y la ganadería, surgirían bellísimos bosques poblados de corzos y urogallos. Y concluye: “Posiblemente la triste realidad es la de que pertenecemos al área climática sahariana y que, si no hubiese sido por el esfuerzo de los campesinos y

pastores que nos han precedido, nuestro paisaje sería el de Tamanraset”, cuando la triste realidad que nos toca vivir es el incremento de los incendios por la falta de actividad de pastoreo y de los cortafuegos naturales generados por los animales manejados en pastoreo.

Por lo tanto, se trata de definir claramente cuales son los objetivos de producción y conservación para alcanzar la sostenibilidad del sistema y un buen grado de biodiversidad en el medio rural, y en función de dicho objetivo establecer la estrategia de aprovechamiento de la cubierta vegetal.

DIVERSIFICACIÓN DE LAS PRODUCCIONES

Una vez conocida la diferencia entre herbívoros en su conducta de pastoreo, el grado de complementariedad de las conductas de los herbívoros domésticos y las respuestas individuales de cada especie a la disponibilidad de pasto, así como las respuestas de los componentes de la cubierta vegetal al pastoreo, el planteamiento resultante es cómo mejorar la eficiencia de la utilización de los recursos, y con ello la productividad y renta de la actividad manteniendo altos índices de biodiversidad. Parece evidente que para el logro de dichos objetivos hay que apostar por los rebaños mixtos o multiespecíficos y su multifuncionalidad.

Se ha trabajado con rebaños mixtos de vacuno, ovino y caprino en sus diferentes combinaciones tanto en pastos mejorados de zonas de valles como en los brezales-tojales parcialmente mejorados en zonas desfavorecidas de montaña. Los resultados apuntan a la baja productividad del caprino de carne en estas cubiertas vegetales total o parcialmente mejoradas, cuando es manejado en pastoreo mono-específico. Sin embargo en pastoreo mixto tanto con vacuno como con ovino contribuye a mejorar las respuestas productivas de estas dos especies tanto en zonas bajas (Martínez *et al.*, 2003; del Pozo *et al.*, 1998) como en zonas desfavorecidas de montaña (datos no publicados), por contribuir al desarrollo del trébol, además de controlar la reinvasión por especies poco apetecibles para el vacuno y el ovino, como es el tojo en los brezales-tojales y las malas hierbas en general. En la Figura 13 podemos observar estas respuestas del pastoreo mixto con caprino en zonas de valles.

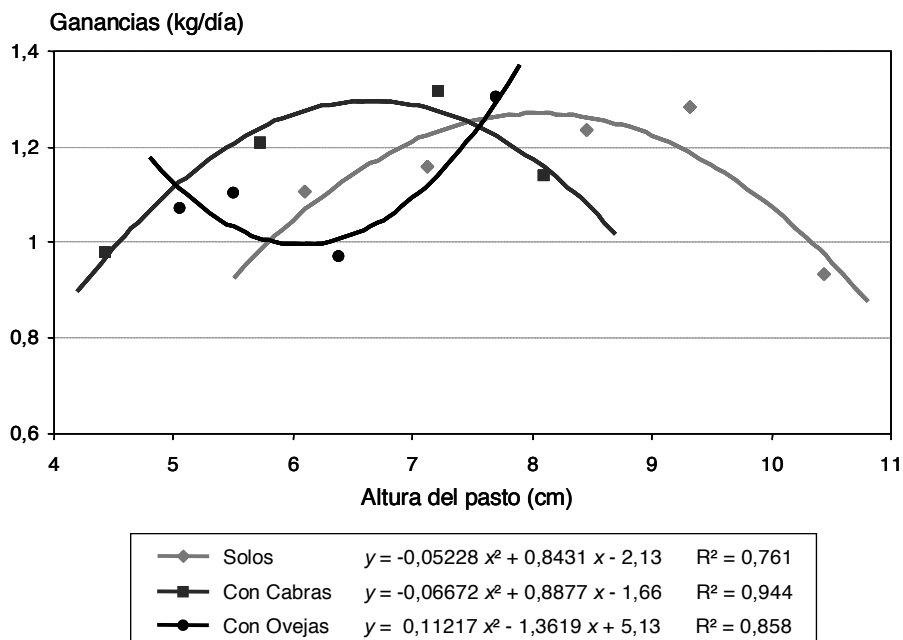


Figura 13. Efecto del pastoreo mixto con ovino o caprino y de la altura del pasto en las ganancias de los terneros añejos de raza Asturiana de los Valles en el pastoreo de primavera.

En dicha Figura 13 se observa cómo la presencia del caprino contribuye a incrementar las ganancias de los terneros cuando la altura de pasto es inferior a los 7-8 cm, igualándose los incrementos independientemente del manejo cuando la altura de la hierba disponible se sitúa en 8,0 cm.

Dicha diferencia en las respuestas de los terneros bajo una y otras condiciones de manejo responden fundamentalmente a la dinámica del trébol en la estructura vegetal, que difiere significativamente según el pastoreo mixto de los terneros sea con ovino o con caprino (Figura 14), siendo la cantidad de trébol presente entre los 5-9 cm del estrato, muy superiores en las parcelas con caprino, que en las de ovino.

Por lo tanto, el pastoreo mixto del vacuno con el ovino no contribuye a mejorar las ganancias de los primeros, no obstante la producción ovina se incrementa frente al pastoreo mono-específico y la productividad por unidad de superficie e ingresos son claramente superiores a los obtenidos en pastoreo mono-específico tanto del vacuno como del ovino (Martínez *et al.*, 2003).

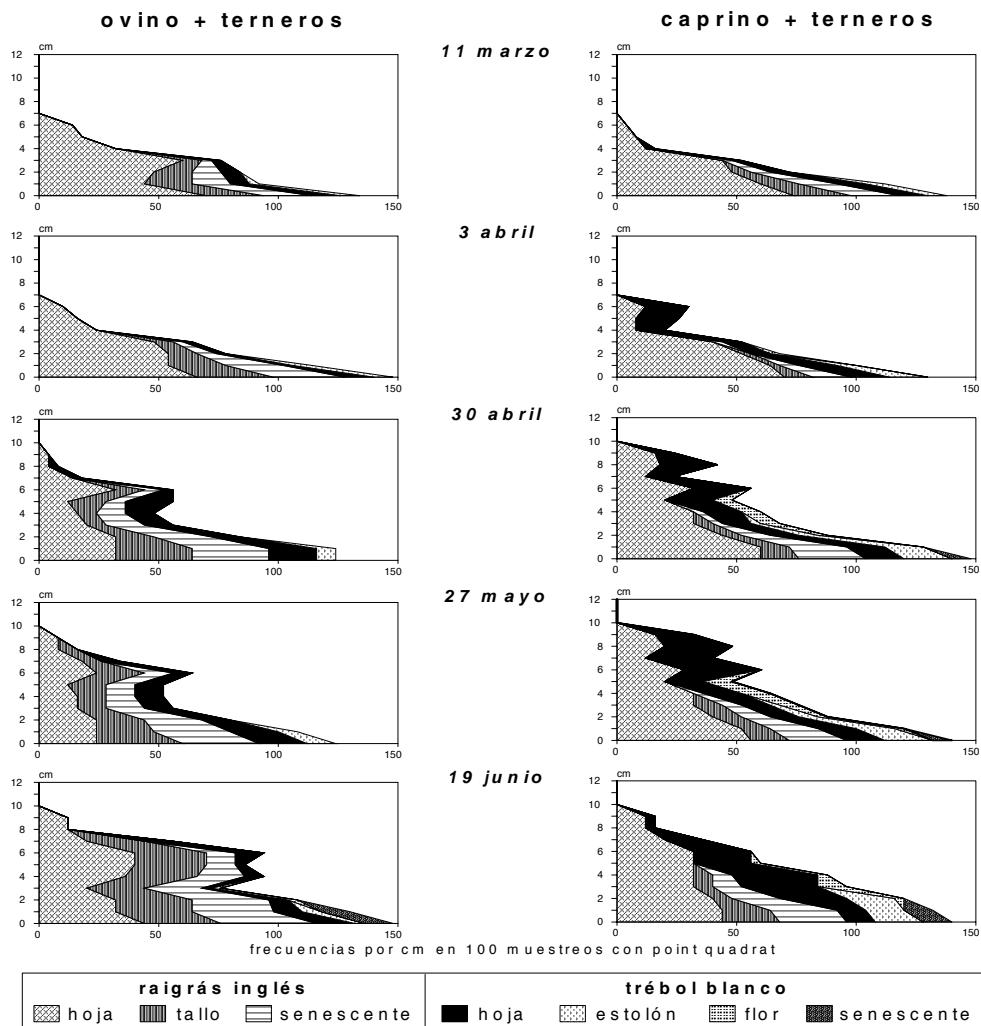


Figura 14. Composición botánica por estratos de pastos de raigrás y trébol aprovechados durante la primavera por rebaños mixtos de terneros añejos con caprino o con ovino (del Pozo *et al.*, 1997).

De los resultados de producción animal se desprende que:

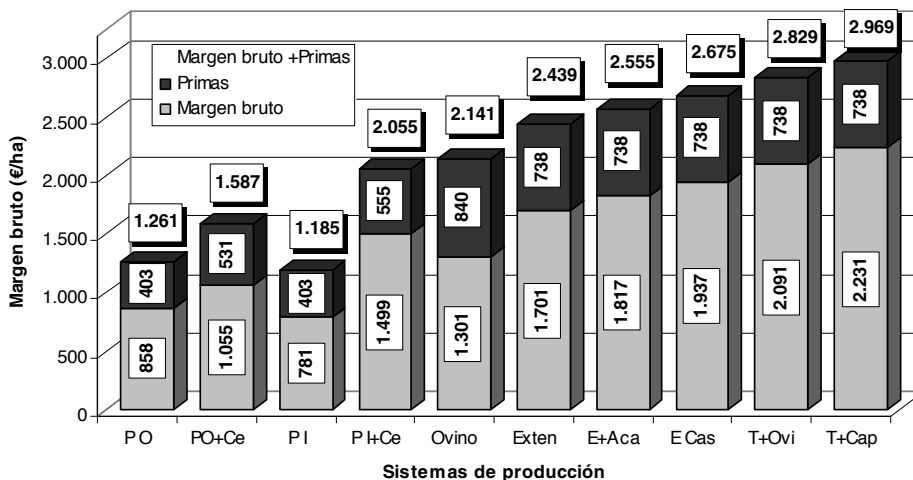
- La altura del pasto apetecible es un buen predictor de las respuestas productivas del vacuno y del ovino e incluso del caprino en cubiertas vegetales con un grado importante (30%) de cobertura de vegetación herbácea.
- Alturas de hierba superiores a los 8 cm no suponen ninguna mejora de la producción individual y menos de la productividad por hectárea en ninguna de las situaciones de los pastos del norte de la Península.

- Las respuestas del vacuno y del ovino a la altura del pasto, resultan extrapolables entre zonas cuando las características de los animales y de la cubierta vegetal son similares. En cubiertas vegetales que sean significativamente diferentes será preciso valorar las respuestas productivas. En nuestras circunstancias, las respuestas han sido valoradas en cuatro situaciones diferentes:
 - Pastos de raigrás y trébol en zonas bajas
 - Pastos naturales de montaña constituidos por *Agrostis-Festuca-Nardus-Calluna*.
 - Brezales-tojales naturales.
 - Brezales-tojales con zonas mejoradas de raigrás y trébol.
- La presencia del trébol repercute muy positivamente en las respuestas productivas del vacuno y del ovino; el pastoreo mixto con caprino en pastos de raigrás y trébol contribuye a incrementar la presencia de trébol, si bien ello va en perjuicio del propio caprino.
- En situaciones con cierta disponibilidad de vegetación herbácea el caprino resulta significativamente menos productivo (kg canal/ha) que el ovino e incluso que el vacuno. No obstante, es preciso considerar la capacidad del caprino a diferencia del vacuno de mantener su peso y condición con vegetación arbustiva de poca apetecibilidad para el vacuno, y también del ovino.
- Las menores producciones del caprino por UGM o por hectárea son más que compensadas en renta debido al considerable mayor precio de mercado de la carne de los cabritos, en torno a 200 y 160% respecto al precio del kg canal de ternero y de cordero.
- El caprino, además, en general contribuye a mejorar las respuestas productivas del ovino y del vacuno, sin tener que reducir la capacidad de carga de éstos, por lo que además de diversificar, incrementa la producción por hectárea y mejora los márgenes económicos de la explotación.
- A medida que la situación en cuanto a disponibilidad de recursos pastables y en especial de vegetación herbácea es más reducida, en general, son las especies y razas de menor tamaño las más eficaces y productivas.

RENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA

De todo lo anteriormente presentado se desprende que la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas está sujeto a lo que tradicionalmente se ha venido practicando, al manejo en pastoreo de rebaños mutiespecíficos, ajustando la composición del rebaño y el tipo de manejo mixto o secuencial según los componentes de la cubierta vegetal, y a los conocimientos adquiridos de la experiencia de siglos y de la investigación.

Parece claro que la eficiencia de utilización de los recursos pastables y la rentabilidad, como es de esperar, guardan una estrecha correlación. Cuando los recursos son de calidad, su utilización directa para transformarlos en productos vendibles resulta la más eficiente y ventajosa económicamente, como ocurre con los terneros añejos de vacas de cría en el caso de los pastos abundantes (altura de pasto superior a los 5 cm) de raigrás y trébol, frente a las vacas de cría (Figura 15; Osoro *et al.*, 2003a). Por el contrario, cuando la calidad de la vegetación disponible es media, son las madres, las vacas de cría, las que pueden aprovecharla más eficientemente al transformarla en un alimento de calidad (leche) para sus crías.



PO: Paridera de otoño; Ce: Cebo de terneros; PI: Paridera de invierno; E: Extensivo; Aca: Acabado; Cas: Castrado ; T: Terneros; Ovi: Ovino; Cap: Caprino

Figura 15. Margen bruto y primas por hectárea de distintos sistemas de producción de carne en zonas bajas de la Cornisa Cantábrica.

No obstante los pequeños rumiantes resultan tan rentables o más que el vacuno, estando las diferencias en función de los componentes de la oferta y la disponibilidad. Ante situaciones de disponibilidad reducida hemos visto que se comporta mejor el ovino y es por lo tanto más rentable.

El caprino, si bien su producción cuantitativa es claramente inferior a la del ovino, debido a lo apreciado que es en el mercado, en nuestras condiciones adquiere un precio considerablemente superior al ovino y más al vacuno, y dada la complementariedad de su conducta de pastoreo con la del vacuno y la del ovino, contribuye de forma muy significativa a diversificar y mejorar la renta por unidad de superficie.

Parece claro que los pequeños rumiantes, por su capacidad de selección, producción y eficiencia productiva juegan un papel esencial. Sin embargo, desgraciadamente su tendencia es clara, la desaparición a corto plazo y con ello la de una cultura milenaria, la pastoril. Se tendrían que sustituir los cortafuegos naturales, aquellas superficies de pastos naturales intercaladas entre vegetación arbórea y de matorral más o menos denso, por cortafuegos artificiales hechos a base de maquinaria con importantes costes económicos y ambientales y en muchas situaciones impracticables por la orografía del medio. Ello sin lugar a dudas cambiaría el paisaje.

Con los sistemas de producción basados en la cría por las reproductoras hay dos aspectos esenciales que considerar: uno que las madres deben de reproducirse con eficacia para tratar de maximizar la producción del rebaño. Se sabe que los resultados reproductivos dependen de la condición corporal de la madre en el momento del parto en el caso del ganado vacuno (Osoro, 1989) y en el momento de la cubrición en el caso del ovino y caprino (Gunn *et al.*, 1991a; 1991b). Las presiones de pastoreo practicadas y el manejo en

general deben asegurar la condición adecuada en esos momentos decisivos en la productividad de los rebaños de cría, es decir, que la presión de pastoreo ejercida debe favorecer la acumulación de reservas y por lo que deberá ser en general moderada, aunque pueda ser alta en algún momento.

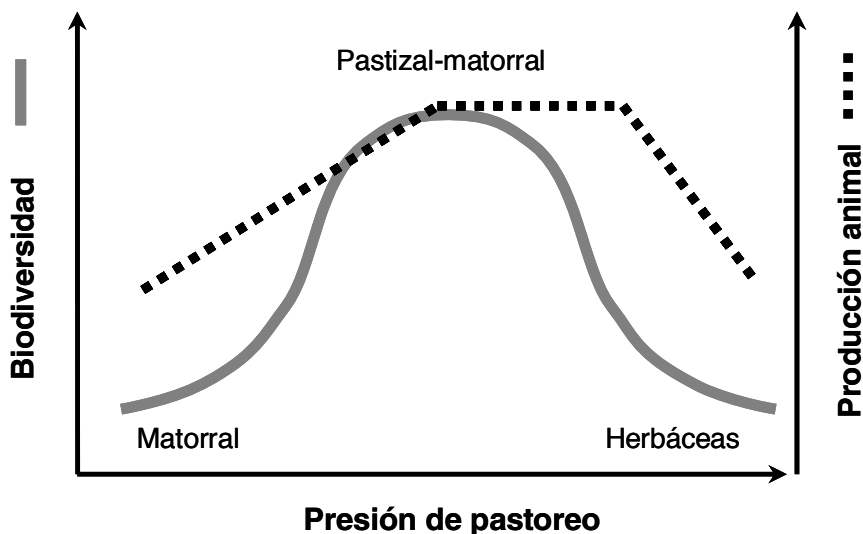


Figura 16. Evolución de la biodiversidad y de la producción animal en función de la presión de pastoreo.

El otro aspecto u objetivo sería el de mantener altos índices de biodiversidad. Se sabe que la falta de pastoreo o presiones muy bajas conllevan al dominio de especies de matorral con mayor capacidad de crecimiento e invasión y que con el incremento de la presión de pastoreo aumenta la biodiversidad del medio. Sin embargo, presiones muy altas, además de condicionar la reproducción de las hembras, llevan al dominio de algunas de las especies pratenses e incluso al incremento del suelo desnudo.

Por lo tanto parece claro que hay un rango de presiones de pastoreo moderadas, que ya lo identifica Jones (1981), en el que se garantiza una producción animal sostenible junto con altos índices de biodiversidad, tal como lo reflejamos en la Figura 16.

En estas fechas hace 15 años tuve el privilegio de dar en San Sebastián en la XXX Reunión Científica de la SEEP la ponencia invitada de Producción Animal, una ponencia que se vio lejana, extraña, que alguno la calificó de “muy anglosajona”. Los trabajos desarrollados con aquella base de conocimientos nos han llevado al logro de la información presentada, creemos que muy valiosa para nuestras condiciones. De nosotros, de los gestores y de la inquietud que despertemos en los ganaderos depende su aplicación en beneficio del desarrollo del medio rural y de la biodiversidad del mundo rural y el medio natural.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la SEEP la oportunidad que nos ha brindado para presentar nuestro planteamiento y trabajo de equipo y debatir los resultados y su discusión.

A los Consejeros de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias (Santiago Alonso, Santiago Menéndez de Luarca y Servanda García) y sus Directores Generales de Agroalimentación (Ricardo de Andrés, Enrique Pantín y Tomasa Arce) que han depositado en nosotros su confianza, y el continuo apoyo a nuestra labor por parte del Director-Gerente del SERIDA, Pedro Castro.

La imprescindible labor y predisposición de los compañeros y amigos que integran el Área de Sistemas de Producción Animal y entre ellos a Aitor que se encarga de descifrar mis jeroglíficos manuscritos.

Por último no puedo olvidar la colaboración financiera de los organismos INIA, CICYT, FICYT y UE que han valorado positivamente el trabajo, y el apoyo y la paciencia de mis seres más próximos Andrés, Zafira y María.

Muchas gracias a todos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDEZABAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo central, Aragón). Interacción entre la vegetación supraforestal y los grandes herbívoros*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 317 pp. Zaragoza (España).

CELAYA, R., 1998. *Dinámica vegetal de pastos y matorrales de la montaña cantábrica sometidos a diferentes estrategias de pastoreo por rumiantes*. Tesis doctoral. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo.

CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A.; OSORO, K., 2002. Relationship between sward height and available biomass in lowland, hill and mountain pastures. En: *Multi-Function Grasslands. Quality Forages, Animal Products and Landscapes*, 286-287. Eds. J.L. DURAND, J.C. EMILE, C. HUYGHE, G. LEMAIRE. Proceedings of the 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, France. P. Oudin. Poitiers (Francia).

CELAYA, R.; JÁUREGUI, B.M.; GARCÍA, U.; OSORO, K., 2004. Live weight changes and vegetation dynamics in heathland communities grazed by cashmere or local goats. En: *8th International Conference on Goats*. International Goat Association. Pretoria (Sudáfrica).

CELAYA, R.; GARCÍA, U.; JÁUREGUI, B.M.; OSORO, K., 2005a. Efectos del pastoreo de vacuno y ovino con o sin caprino en zonas desbrozadas de brezal-tojal. En: *XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Gijón, Asturias (España).

CELAYA, R.; JÁUREGUI, B.M.; GARCÍA, U.; OSORO, K., 2005b. Efectos de la raza y la carga ganadera sobre la cubierta vegetal en brezales-tojales pastados por caprino.

En: *XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Gijón, Asturias (España).

CLARK, D.A.; LAMBERT, M.G.; ROLSTON, M.P.; DYMOCK, N., 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **42**, 155-157.

DEL POZO, M.; OSORO, K., 1997. Effect of sward height and vertical distribution of clover on performance of cashmere goats in autumn. *Grass and Forage Science*, **52(3)**, 269-277.

DEL POZO, M.; WRIGHT, I.A.; WHYTE, T.K.; COLGROVE, P.M., 1996. Effects of grazing by sheep or goats on sward composition in ryegrass/white clover pasture and on subsequent performance of weaned lambs. *Grass and Forage Science*, **51**, 142-154.

DEL POZO, M.; OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., 1997. Efecto de la integración de ovino o caprino con vacuno sobre las variaciones en composición botánica de praderas de raigrás inglés/trébol blanco. En: *XXXVII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Los pastos extensivos: Producir conservando*, 57-65. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla (España).

DEL POZO, M.; OSORO, K.; CELAYA, R., 1998. Effects of complementary grazing by goats on sward composition and on sheep performance managed during lactation in perennial ryegrass and white clover pastures. *Small Ruminant Research*, **29**, 173-184.

GARCÍA, U.; CELAYA, R.; JÁUREGUI, B.M.; OSORO, K., 2005. Efectos de la raza y la carga ganadera sobre la producción de caprinos pastando en brezales-tojales. En: *XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Gijón, Asturias (España).

GRANT, S.A.; SUCKLING, D.E.; SMITH, H.K.; TORVELL, L.; FORBES, T.D.A.; HODGSON, J., 1985. Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: the hill grasslands. *Journal of Ecology*, **73**, 987-1004.

GUNN, R.G.; MAXWELL, T.J.; SIM, D.A.; JONES, J.R.; JAMES, M.E., 1991a. The effect of level of nutrition prior to mating on the reproductive performance of ewes of two Welsh breeds in different levels of body condition. *Animal Production*, **52**, 157-163.

GUNN, R.G.; SMITH W.F.; SENIOR, A.J.; BARTHAM, E.; SIM, D.A.; HUNTER E.A., 1991b. Pre-mating herbage intake and the reproductive performance of North Country Cheviot ewes in different levels of body condition. *Animal Production*, **52**, 149-156.

HODGSON, J., 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*, **44**, 339-346.

HODGSON, J.; EADIE, J., 1986. Vegetation resources and animal nutrition in hill areas: agricultural and environmental implications. En: *Hill Land Symposium, Galway 1984*, 118-133. Ed. M.A. O'TOOLE. An Foras Talúntais. Dublín (Irlanda).

HODGSON, J.; FORBES, T.D.A.; ARMSTRONG, R.M.; BEATTIE, M.M.; HUNTER, E.A., 1991. Comparative studies of the ingestive behaviour and herbage intake

of sheep and cattle grazing indigenous hill plant communities. *Journal of Applied Ecology*, **28**, 205-227.

JONES, J.R., 1981. Interpreting fixed stocking rate experiments. En: *Forage evaluation: concepts and techniques*, 419-430. Eds. J.L. WHEELER, R.D. MOCHRIE. CSIRO (Australia).

LECHNER-DOLL, M.; HUME, I.D.; HOFMANN, R.R., 1995. Comparison of herbivore forage selection and digestion. En: *Recent Developments in the Nutrition of Herbivores*, 231-248. Eds. M. JOURNET, E. GRENET, M-H. FARCE, M. THÉRIEZ, C. DEMARQUILLY. INRA Editions. París (Francia).

MARTÍNEZ, A.; CASTRO, P.; OSORO, K., 2003. Efecto del manejo del pastoreo monoespecífico o mixto con ovino o caprino, de los terneros añojos, en las ganancias individuales y productividad en primavera. En: *Pastos, Desarrollo y Conservación. XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 371-377. Eds. A.B. ROBLES, M^aE. RAMOS, M^aC. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ, J. BOZA. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla (España).

OLIVÁN, M.; OSORO, K., 1998. Foraging behaviour of grazing ruminants in rangelands. En: *Pasture Ecology and Animal Intake*, 110-126. Eds. M.G. KEANE, E.G. O'RIORDAN. Teagasc. Meath (Irlanda).

OSORO, K., 1989. Manejo de las reservas corporales y utilización del pasto en los sistemas de producción de carne con vacas madres establecidos en zonas húmedas. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales*, **4(3)**, 207-240.

OSORO, K.; FERNÁNDEZ PRIETO, E.; CELAYA, R.; NOVAL, G.; ALONSO, L.; CASTRO, P., 1999a. Respuesta productiva de dos razas de ganado vacuno manejadas en dos cubiertas vegetales de montaña. *ITEA*, **95A(2)**, 188-203.

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 1999b. Effects of genotype on the performance and intake characteristics of sheep grazing contrasting hill vegetation communities. *Animal Science*, **69**, 419-426.

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 2000a. The effect of grazing management of sheep and goats on animal performance and vegetation dynamics in partially improved heath-gorse vegetation. En: *Grazing Management*, 135-140. Eds. A.J. ROOK, P.D. PENNING. British Grassland Society, Occasional Symposium N° 34. Devon (RU).

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A.; CELAYA, R.; VASSALLO, J.M., 2000b. The effects of mixed grazing with goats on performance of yearling calves in perennial ryegrass - white clover pastures. En: *Grazing Management*, 115-116. Eds. A.J. ROOK, P.D. PENNING. British Grassland Society, Occasional Symposium N° 34. Devon (RU).

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 2000c. The effect of *Calluna vulgaris* cover on the performance and intake of ewes grazing hill pastures in northern Spain. *Grass and Forage Science*, **55**, 300-308.

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A.; CELAYA, R., 2002. Effect of breed and sward height on sheep performance and production per hectare during the spring and autumn in Northern Spain. *Grass and Forage Science*, **57**, 137-146.

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A.; CASTRO, P., 2003a. *Desarrollo de sistemas eficientes de producción de carne de calidad en zonas bajas*. SERIDA - KRK ediciones, 122 pp. Oviedo (España).

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; MARTÍNEZ, A.; GARCÍA, U.; CELAYA, R., 2003b. Diet selection and live weight changes in domestic ruminants grazing on heathland vegetation with areas of improved pasture. En: *Matching Herbivore Nutrition to Ecosystems Biodiversity. Proceedings of the Sixth International Symposium on the Nutrition of Herbivores*, 491-494. Eds. J. HERRERA-CAMACHO, C.A. SANDOVAL-CASTRO. Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán (México).

OSORO, K.; GARCÍA, U.; JÁUREGUI, B.M.; FERREIRA, L.M.M.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R., 2005. Conducta de pastoreo y variaciones de peso de los herbívoros domésticos en un brezal-tojal parcialmente mejorado. En: *XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Gijón, Asturias (España).

PROVENZA, F.D., 2003. Behavioural mechanisms influencing use of plants with secondary metabolites by herbivores. En: *VI International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Satellite Symposium: Secondary Compounds and Browse Utilization*, 1-11. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán (México).

RADCLIFFE, J.E.; TOWNSEND, R.J.; BAIRD, D.B., 1991. Mixed and separate grazing of sheep and goats at two stocking rates. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **34**, 167-176.

ZORITA, E., 1995. Los sistemas pastorales y la conservación de la naturaleza en la España peninsular. Una perspectiva histórica. En: *Sistemas Extensivos de Producción de Rumiantes en Zonas de Montaña. Ciencias Veterinarias, Vol. XIII*, 13-39. Coord. J.F. REVUELTA, J. CAÑÓN. Publex Studio. Madrid (España).

ANÁLISIS DE PASTOS MEDIANTE NIRS

P. CASTRO, B. FERNÁNDEZ-LORENZO Y J. VALLADARES.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, CIAM, Apartado 10, 15080 A Coruña

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la obtención de ecuaciones de calibración NIRS (Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano) para las determinaciones de materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra con detergentes en medio ácido (ADF) y neutro (NDF), carbohidratos solubles en agua (CSA), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (IVOMD) y digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DMS) en pastos. Los espectros utilizados fueron obtenidos en dos equipos NIRS y procedían de ensayos de valor nutritivo, de mejora genética, de evaluación de especies y mezclas pratenses y de explotaciones ganaderas, representando una amplia variabilidad, tanto en composición química y botánica, como en condiciones de cultivo y de manejo del sistema animal-pasto.

Las determinaciones de MO y PB fueron las más precisas, con errores de validación cruzada, SECV= 1,45 y 0,85, y de predicción, SEP= 0,71 y 0,72, respectivamente; mientras que en las determinaciones de CSA, IVOMD y DMS los errores fueron mayores, SECV = 2,53; 4,44 y 4,24, respectivamente. El error de validación externa para la determinación de CSA fue SEP= 2,11, y SEP= 2,45 para IVOMD.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos estas ecuaciones se consideran adecuadas para el análisis de pastos, aunque es necesario mejorar su precisión en las determinaciones de digestibilidad.

Palabras clave: digestibilidad, proteína, energía, carbohidratos, pradera mixta

THE ANALYSIS OF HERBAGES BY NIRS

SUMMARY

NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) calibration equations were developed to determine organic matter (OM), crude protein (CP), acid (ADF) and neutral (NDF) detergent fibres, water soluble carbohydrates (CSA) and *in vitro* organic matter (IVOMD) and *in vivo* dry matter (DMD) digestibility. Spectra of a wide variability of herbages were recorded on two different spectrophotometers. OM and CP determinations were the most precise, standard errors of cross-validation SECV= 1.45, 0.85, and prediction, SEP= 0.71, 0.72, respectively. Standard errors of cross-validation for CSA, IVOMD and DMS were higher, SECV= 2.53, 4.44 and 4.24 respectively and errors of external validation, SEP= 2.11 for CSA and 2.45 for IVOMD. These equations resulted satisfactory but further samples of known digestibility must be added to improve their performance.

Key Words: digestibility, protein, energy, carbohydrates, mixed swards

INTRODUCCIÓN

El pasto es una comunidad dinámica de plantas herbáceas, con formación continua de tejidos nuevos durante la estación de crecimiento y desaparición de los viejos a través de procesos de senescencia, muerte y descomposición. Cuando es utilizado en pastoreo por los animales, éstos consumen sólo una parte del tejido nuevo, dependiendo de la especie animal, de las especies vegetales presentes y del manejo del sistema animal-pasto (Flores *et al.*, 1992). Por otra parte, y dado que es el alimento más barato y adecuado para los herbívoros, el conocimiento de su valor nutritivo es fundamental para su correcta utilización en las explotaciones ganaderas. El contenido en nutrientes del pasto, fundamentalmente proteína y energía utilizables por el animal, las especies botánicas que lo forman, su estado de desarrollo, la época del año (Zea, 1992; Givens *et al* 1993a y 1993b) y el manejo de los animales en pastoreo (Francis y Smetham, 1985) son todos factores que condicionan su valor nutritivo.

El análisis químico de los forrajes en general y de los pastos en particular tiene por objeto determinar su contenido en nutrientes y otros componentes que favorecen o inhiben la utilización de los mismos por el animal (Barnes, 1973) para, a través de ecuaciones de regresión, estimar su valor nutritivo definido como la respuesta obtenida, en términos de producción animal por unidad de alimento ingerido (Van Soest, 1983). Durante el período 1981-1987, se realizaron en el CIAM ensayos *in vivo* para determinar la digestibilidad del pasto en diferentes situaciones incluyendo composición botánica (natural, sembrado), estado vegetativo (rebrotos), forma de presentación (entero, picado) y condiciones estacionales (primavera, otoño). Muestras de los diferentes ensayos fueron analizadas en el laboratorio, determinando su contenido en materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra con detergentes en medio ácido (ADF) o neutro (NDF), carbohidratos solubles en agua (CSA) y su digestibilidad *in vitro* con líquido ruminal (IVOMD), estableciendo ecuaciones de regresión entre los parámetros de laboratorio y la digestibilidad *in vivo*. Además se obtuvieron ecuaciones de calibración NIRS (Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano) tanto para la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DMS) como para los restantes parámetros de laboratorio (Castro, 1994) utilizando un espectrofotómetro Neotec 6250 mediante el programa NSAS (NIR Spectral Análisis Software). Posteriormente, se obtuvieron ecuaciones de calibración NIRS para determinar MO, PB, ADF, NDF, CSA e IVOMD en ensayos de mejora genética de raigrás inglés, *Lolium perenne*, L. (Castro y Oliveira, 1996) utilizando un espectrofotómetro NIRSystem 6500 (Foss NIRSystem, Silver Spring, Washington, USA) mediante WinISI Software. v. 1.5 (InfraSoft International, Port Matilda, PA, USA). Estas calibraciones fueron actualizadas de forma sistemática añadiendo al grupo de calibración otras especies y mezclas pratenses procedentes de ensayos del CIAM y de la Universidad de Santiago (Campus de Lugo).

El objeto del presente trabajo es reunir los espectros obtenidos en ambos equipos y obtener calibraciones NIR para la determinación no solo de los parámetros de laboratorio sino también de digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DMS).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 3 grupos de espectros: A. 366 espectros, 92 de los cuales eran de digestibilidad *in vitro* conocida, de raigrás inglés, dactilo y praderas mixtas, procedentes de ensayos de mejora genética, evaluación de variedades y explotaciones lecheras, obtenidos en el espectrofotómetro NIRSystem 6500 y seleccionados mediante análisis discriminante para calibración (Algoritmo SELECT de WinISI 1.5); B. 212 espectros (NIRsystem 6500) seleccionados al azar, antes de la selección discriminante, para validación externa de las calibraciones obtenidas con el grupo A y C. formado por los 178, obtenidos en el equipo NEOTEC 6250, convertidos a formato ISI, mediante la opción *Convert Files*, del programa WinISI 1.5, y procedentes de ensayos de valor nutritivo y digestibilidad *in vivo* conocida, representando una amplia variabilidad en composición, química y botánica, condiciones climáticas y estacionales, estado vegetativo y manejo del alimento en oferta. Cabe señalar que en los casos en que el mismo alimento se ofreció a los animales entero o picado, la digestibilidad *in vivo* de la oferta picada fue menor que la de la entera, a pesar de que su digestibilidad *in vitro* y su composición química fue semejante (Castro, 1994). Para evitar esta dualidad, atribuible a la selección ejercida por el animal, se eliminaron los espectros correspondientes a la oferta entera resultando 126 muestras de digestibilidad *in vivo* conocida. Tanto los espectros de las muestras del grupo A, como los de los grupos B y C fueron obtenidos en duplicado y calculada su media, de forma que cada espectro corresponde a una muestra. Todas las muestras se secaron en estufa de aire forzado a 80 °C y se molieron a 1mm. (Castro, 1996) para su análisis tanto por el método de referencia como mediante NIRS. La lectura NIRS en NEOTEC 6250 se realizó, entre 1100 y 2500 nm con intervalos de lectura de 2 nm, con módulo de transporte, mientras que en NIRSystem 6500 el rango de lectura fue de 400–2500, 2, con módulo giratorio, y se redujo el rango (TRIM, WinISI 1.5) a 1100-2500,2 nm. En ambos casos se utilizó una cápsula circular. La estandarización de los espectros del grupo C se realizó mediante el algoritmo CLONE del programa WinISI, 1.5, utilizando los espectros de 30 muestras de calibración universal, obtenidos en ambos equipos.

Los datos de referencia para MO, PB, ADF, NDF, CSA, IVOMD y DMS fueron los descritos por Castro (1994) para las muestras del grupo C, pero las muestras patrón de digestibilidad *in vivo* conocida, utilizadas para la corrección del efecto tanda en la determinación de IVOMD en el grupo A fueron distintas. Además, los carbohidratos solubles en parte de las muestras de los grupos A y B fueron determinados según Castro (2000). Todos los datos de laboratorio se obtuvieron sobre la muestra seca al aire pero fueron expresados como % sobre materia seca, excepto IVOMD (% sobre MO), teniendo en cuenta el valor de la humedad residual en la muestra seca, determinada por secado en estufa a 100 °C.

Las ecuaciones de calibración NIRS, se obtuvieron mediante regresión por mínimos cuadrados parciales, MPLS (WinISI 1.5) de la segunda derivada del espectro y los datos de referencia, en todos los casos. La validación externa se realizó mediante regresión lineal entre los resultados NIRS y los datos de referencia para las muestras de validación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por una parte se obtuvieron las ecuaciones de calibración NIRS (1) con los espectros del grupo A y se validaron con los del grupo B para el espectrofotómetro NIRSystem 6500. Los resultados estadísticos de calibración, validación cruzada y validación externa se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Ecuaciones de calibración NIRS (1) para el análisis de pastos (NIRSYSTEM 6500)

Componente	Calibración						Validación				
	N	Media	s	SEC	R ² c	SECV	N	Media	SD	SEP	R ² p
MO	366	90,31	2,58	0,73	0,92	0,89	211	91,00	2,05	0,70	0,88
PB	366	12,43	4,79	0,63	0,98	0,76	212	11,85	4,14	0,74	0,97
ADF	364	30,57	4,91	1,19	0,94	1,41	205	29,21	4,49	1,28	0,93
NDF	311	52,49	7,80	1,97	0,94	2,28	125	52,61	6,52	2,09	0,91
CSA	295	17,17	8,07	2,14	0,93	2,40	161	18,24	7,47	1,95	0,94
IVOMD	92	75,66	5,90	1,37	0,95	1,82					

N= n° de muestras, s= desviación típica, R²c y R²p= coeficientes de determinación de calibración y validación, SEC, SECV y SEP, errores típicos de calibración, validación cruzada y predicción, respectivamente

Por otra parte, se amplió el grupo C con espectros seleccionados en el grupo A, mediante el algoritmo SELECT (WinISI 1.5) y se obtuvieron las ecuaciones de calibración (2) cuyas características se resumen en la tabla 2. Además, tratando de mejorar los resultados, se estandarizaron los espectros del grupo C y se añadieron los seleccionados anteriormente en el grupo A, obteniendo las ecuaciones resumidas en la tabla 3. El grupo de validación en estos dos casos estaba formado por los espectros no seleccionados en el grupo A y los del grupo B. Las ecuaciones obtenidas con los espectros estandarizados fueron claramente menos precisas (SECV= 1,73 a 4,59 y SEP= 0,96 a 5,06, para MO y digestibilidad, respectivamente, Tabla 3) que las obtenidas con los espectros sin estandarizar (SECV= 0,85 a 4,44 y SEP= 0,72 a 2,45, para PB y digestibilidad, respectivamente, Tabla 2), para todas las determinaciones, tanto en validación cruzada (SECV) como en validación externa (SEP), mientras que la precisión de las ecuaciones obtenidas con las muestras del grupo A (SECV= 0,73 para MO a 2,14 para CSA y SEP= 0,70 para MO a 2,09 para NDF, Tabla 1) fue semejante a la obtenida con la mezcla de espectros sin estandarizar, sobre todo si se tiene en cuenta su mayor variabilidad en todos los aspectos. El hecho de que las ecuaciones obtenidas con espectros estandarizados sean menos precisas puede ser atribuido a que los 30 espectros de calibración universal utilizados para obtener el archivo de estandarización fueron obtenidos en NEOTEC 6250 con posterioridad a la lectura de las muestras del grupo C, cuya lectura se realizó en el equipo recién adquirido.

Tabla 2. Ecuaciones NIRS (2) para el análisis de pastos (NEOTEC 6250 + NIRSYSTEM 6500)

Componente	Calibración						Validación				
	N	Media	s	SEC	R ² c	SECV	N	Media	SD	SEP	R ² p
MO	325	89,75	2,86	1,17	0,83	1,45	387	91,05	2,05	0,71	0,88
PB	317	13,37	4,79	0,71	0,98	0,85	389	11,40	4,20	0,72	0,97
ADF	323	32,38	5,35	1,43	0,93	1,69	383	29,34	4,30	1,47	0,89
NDF	308	53,39	8,33	2,15	0,93	2,68	254	53,40	6,58	2,38	0,91
CSA	268	12,47	6,53	2,23	0,88	2,53	304	18,19	6,96	2,11	0,91
IVOMD	153	70,33	7,55	4,13	0,70	4,44	79	79,21	5,09	2,45	0,78
DMS	126	70,48	7,90	3,80	0,77	4,24					

N= n° de muestras, s= desviación típica, R²c y R²p = coeficientes de determinación de calibración y validación, SEC, SECV y SEP, errores típicos de calibración, validación cruzada y predicción, respectivamente

Tabla 3. Ecuaciones NIRS para el análisis de pastos (NEOTEC 6250 STD + NIRSYSTEM 6500)

Componente	Calibración						Validación				
	N	Media	s	SEC	R ² c	SECV	N	Media	SD	SEP	R ² p
MO	325	89,75	2,86	1,48	0,73	1,73	387	91,05	2,05	0,96	0,81
PB	316	13,49	4,91	1,72	0,88	2,24	389	11,40	4,20	2,13	0,83
ADF	323	32,38	5,35	2,50	0,78	2,80	383	29,34	4,30	1,90	0,86
NDF	308	53,39	8,33	3,22	0,85	3,97	254	53,40	6,58	3,53	0,80
CSA	268	12,47	6,53	3,10	0,77	3,52	304	18,19	6,96	2,48	0,90
IVOMD	153	69,87	7,62	4,37	0,67	4,45	79	79,21	5,09	5,06	0,48
DMS	126	70,48	7,90	4,35	0,71	4,59					

N= n° de muestras, s= desviación típica, R²c y R²p = coeficientes de determinación de calibración y validación, SEC, SECV y SEP, errores típicos de calibración, validación cruzada y predicción, STD= estandarizados

Por otra parte, cabe destacar la precisión en la determinación de PB (SECV y SEP < 1) frente a los errores, relativamente altos, en las determinaciones de CSA (SECV y SEP ≥ 2) y digestibilidad (SECV > 4), tanto para la digestibilidad *in vivo* como para IVOMD, sobre todo en las ecuaciones (2) obtenidas con espectros mezclados, aunque fueron semejantes a los obtenidos por Castro (1994). La variabilidad tanto en la fuente de espectros como en características de las muestras, y también los distintos métodos de obtención de los datos de referencia para CSA y los distintos patrones para IVOMD pueden ser la causa de estos errores.

Finalmente se compararon los resultados de validación de las ecuaciones de digestibilidad *in vitro* obtenidas con los espectros del grupo A, IVOMD(1) y de las obtenidas con los del grupo combinado IVOMD(2), con los estimados para la digestibilidad *in vivo*, DMS *in vivo*. La figura 1 muestra las rectas de regresión entre los resultados obtenidos mediante NIRS para la digestibilidad *in vitro* e *in vivo*.

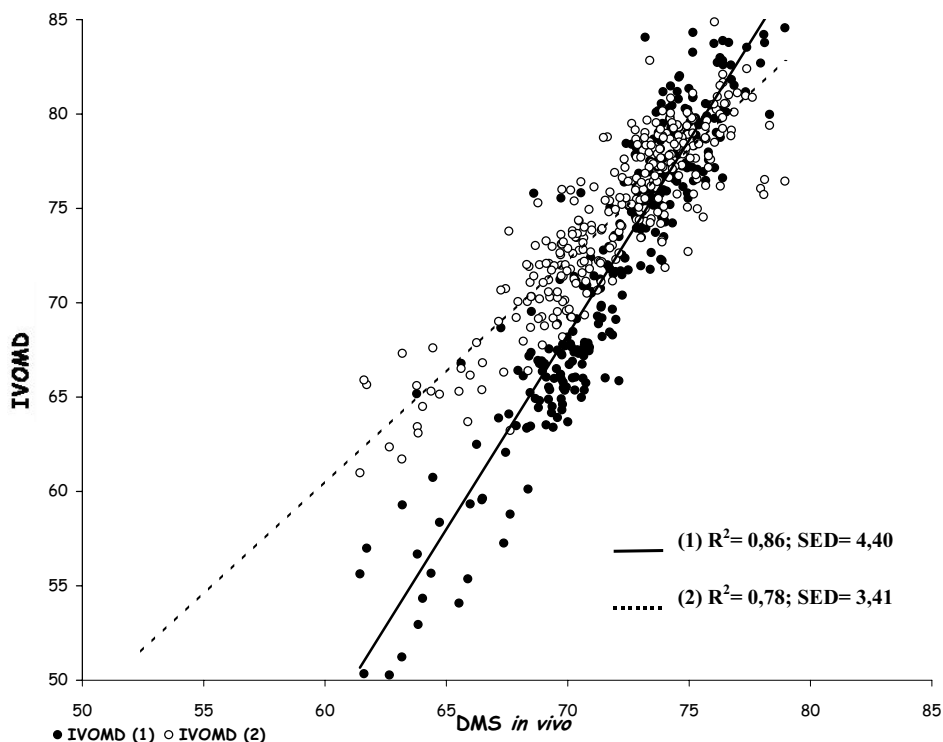


Figura 1. Relación entre digestibilidades estimadas por NIRS en

Aunque los coeficientes de determinación entre los datos estimados por la ecuación IVOMD(1), $R^2 = 0,86$, y los estimados para *in vivo* fue más alta que los obtenidos por la ecuación IVOMD(2), $R^2 = 0,78$, la figura 1 muestra que en este caso la pendiente de la recta es más próxima a uno. Por otra parte, el error típico entre ambas estimaciones de *in vitro* (SED= 4,40 y 3,41) e *in vivo* resultaron altas, principalmente para los valores extremos de digestibilidad, pero semejantes a los obtenidos en trabajos anteriores (Castro, 1994). Teniendo en cuenta estos resultados y que la digestibilidad *in vitro* se determina como MO digestible/100 g de MO mientras que la digestibilidad *in vivo* está expresada como % de MS digestible los resultados obtenidos fueron aceptables. Lamentablemente, no disponemos de más muestras de pasto evaluadas *in vitro* o *in vivo*, para comprobar estos

resultados, pero dado que el valor nutritivo del pasto está muy condicionado por el manejo de los animales en pastoreo y teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de determinación obtenidos, estas ecuaciones pueden ser aceptables para la estimación de la digestibilidad, aunque es necesario añadir muestras de digestibilidad conocida para mejorar su precisión.

CONCLUSIONES

La utilización de espectros obtenidos en dos espectrofotómetros NIRS no afecta a la precisión de las determinaciones de materia orgánica, proteína bruta y fibra. Las determinaciones de carbohidratos solubles y de digestibilidad, tanto *in vivo* como *in vitro*, fueron menos precisas, y deben ser mejoradas mediante la incorporación de nuevas muestras al grupo de calibración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNES, R.F., 1973. Laboratory methods of evaluating feeding value of herbage. En: *Chemistry and Biochemistry of herbages*, Vol.3: 179-214. Ed. G. W. Buttler and R. W. Bailey, Academic Press, London, UK

CASTRO, P., 1994. *Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo próximo (NIRS) y evaluación nutritiva de Pastos*. Tesis Doctoral. Microficha N° 408, Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Santiago, 121 pp. Santiago de Compostela.

CASTRO, P., 1996. Efecto de tres temperaturas de secado sobre la composición química de forrajes y heces. En: *XXXVI Reunión Científica de la SEEP*: 365-368. Ed. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. La Rioja

CASTRO, P., 2000. Determinación de carbohidratos no estructurales en forrajes. En: *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*: 447-453. Ed. Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria, Santiago de Compostela.

CASTRO, P. y OLIVEIRA, J.A., 1996. Breeding for quality: Análisis of perennial rye grass by NIRS. *Grassland and land use systems*. Summaries of 16th EGF Meeting, 42. Ed. G. Parente. Grado (Gorizia), Italia

FLORES, G.; ARRAEZ, A.G. y DIAZ, M., 1992. Manexo de pastoreo sobre pastos sementados na producción ovina. *II xornadas pratenses*, Universidad de Santiago/EUETA-ETSEA, Lugo 25-28 abril. Ed. J. Piñeiro: 113-130

FRANCIS, S.M. y SMETHAM, M.L., 1985. Pasture utilization and its effect in herbage quality. *Proc. New Zealand Grassl. Assoc.*, **46**: 221-225

GIVENS, D.I.; MOSS, A.R. y ADAMSON, A.H., 1993a. Influence of growth stage and season on the energy value of fresh herbage. 1. Changes in energy content. *Grass and forage Sci.*, **48**: 166-174

GIVENS, D.I.; MOSS, A.R. y ADAMSON, A.H., 1993b. Influence of growth stage and season on the energy value of fresh herbage. 2. Relationships between digestibility and metabolizable energy content and various laboratory measurements. *Grass and forage Sci.*, **48**: 175-180

VAN SOEST, P.J., 1983. Analytical systems for evaluation of feeds. En: *Nutritional Ecology of the ruminant*, 75-94. 2nd. Ed., O&B Books, Oregon, USA

ZEA, J., 1992. Los pastos para la producción de carne. *II jornadas pratenses*, Universidad de Santiago/EUETA-ETSEA, Lugo 25-28 abril. Ed. J. Piñeiro: 131-158

VALIDEZ DEL NITRÓGENO FECAL COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DE DIETA DEL GANADO VACUNO EN PASTOS DE MONTAÑA DEL PAÍS VASCO

N. MANDALUNIZ¹, A. ALDEZABAL² Y L. M. OREGUI¹.

¹NEIKER - Dep. Agrosistemas y Producción Animal. Apdo. 46 01080 Vitoria-Gasteiz. loregi@neiker.net ²Landare-Biologia eta Ekologia, Zientzia eta Teknologia Fakultatea, EHU-UPV, 644 p.k., 48080 BILBO. e-mail: gvpalroa@lg.ehu.es

RESUMEN

Los requerimientos de proteína de los herbívoros hacen que el nitrógeno de la dieta (Ndieta) sea un componente importante en la dieta y un buen estimador su calidad. Debido a las limitaciones de estimar el Ndieta en condiciones extensivas, y a pesar de las limitaciones que puede presentar sobre los herbívoros que pastan en comunidades herbáceo-arbustivas, el Nfecal ha sido utilizado como estimador de la misma. El principal objetivo de este trabajo ha sido comprobar la validez del Nfecal como indicador de la calidad de la dieta ingerida por el vacuno en zonas de pastoreo compuestas por comunidades herbáceas y arbustivas.

La media del Nfecal fue de $2,01 \pm 0,35$ g N/100 g MS con distinta evolución temporal en función de la zona de pastoreo y el año. El Nfecal presentó una correlación significativa con el contenido de dicotiledóneas ($P < 0,001$) y leñosas ($P < 0,05$), de forma positiva con el primero y negativa con el segundo, no observándose una correlación significativa ($P > 0,05$) con el contenido de graminoides. Cuando estas últimas se diferencian entre graminoides de mayor (GA) y menor (GM) calidad, el Nfecal muestra una correlación significativa y positiva ($P < 0,001$) con las primeras y negativa ($P < 0,001$) con las segundas. Considerando el conjunto de la dieta, también se encuentra una correlación significativa ($r = 0,79$) entre el Nfecal y el Ndieta. Estos resultados indicarían que el Nfecal sería un buen indicador de la calidad de la dieta del ganado vacuno que pasta en comunidades herbáceo-arbustivas.

Palabras clave: vacuno de carne, pastos arbustivos, dieta, nitrógeno, heces

FAECAL NITROGEN AS ESTIMATOR OF DIET QUALITY OF COWS GRAZING MOUNTAIN PASTURES IN THE BASQUE COUNTRY (SPAIN)

SUMMARY

Ingested nitrogen is an important component of herbivorous diet and a good quality estimator of it. Due to the limitations to evaluated its ingestion in extensive conditions and pastures composed by grass-shrubby communities, faecal N has been used as its estimator. The main objective of this work was to check faecal N value as indicator of diet quality of cows ranging grass-shrubby communities.

Average faecal N value was 2.01 ± 0.35 g N/100 g DM, with a different temporal evolution depending on grazing area and year. Faecal N showed a significant and positive correlation with dicot ($P < 0.001$) and negative with shrub ($P < 0.05$) content of diet and did not show a significant correlation with graminoids. Moreover, when this component is

differentiated between higher quality (GA) and lower quality graminoids (GM), the faecal N was significantly ($P < 0.001$) and positively correlated with the formers and negatively with the lasts. Also, when total diet, estimated by micro histological method, is considered N ingestion and faecal N showed a high correlation ($r = 0.79$). These results confirm that faecal N would be a good indicator of diet quality of cows ranging grass-shrubby communities.

Key words: beef-cattle, shrubby pastures, diet, faeces, nitrogen

INTRODUCCIÓN

Los requerimientos de proteína de los rumiantes, tanto para el adecuado funcionamiento del rumen como para la producción animal, hacen que el nitrógeno ingerido sea un componente importante en la dieta de los animales (Mattson, 1980) y un buen estimador de su calidad, dada la relación existente entre el contenido de nitrógeno y la digestibilidad de los forrajes (Arndold y Dudzinski, 1967; Minson, 1990)

En los rumiantes, el nitrógeno excretado, por orina y heces, tiene tres orígenes (Van Soest, 1982): alimentario, endógeno y microbiano. En el caso de la concentración de nitrógeno en heces fecal (N_{fecal}), se asume que existe una correlación positiva entre la misma, la digestibilidad (Arnold y Dudzinski, 1967) y el N de la dieta (Leslie y Starkey, 1987; Núñez-Hernández et al., 1992), habiéndose descrito una elevada correlación ($r = 0.81$) entre el N_{dieta} y N_{fecal} en el ganado vacuno (Holechek *et al.*, 1982a). No obstante, esta relación que varía entre especies de rumiantes (Hobbs y Girmingham, 1987), podría estar afectado por la presencia de fenoles, y taninos en la dieta, al modificar la absorción de las proteínas a nivel intestinal. Esto explicaría que en algunos estudios (Hobbs y Girmingham, 1987; Núñez-Hernández *et al.*, 1992) se cuestiona la fiabilidad del N_{fecal} en estimación del estado nutritivo de rumiantes en pastoreo. Su utilidad sería mayor en dietas basadas en especies gramíneas (Núñez-Hernández *et al.*, 1992). Por el contrario, el N_{fecal} podría sobrestimar la calidad de dieta en dietas ricas dicotiledóneas (herbáceas y arbustivas) (Robbins *et al.*, 1985).

El principal objetivo de este trabajo ha sido analizar la relación entre las características de la dieta, en especial de su composición florística y el N_{fecal}, así como comprobar la validez del N_{fecal} como indicador de la calidad de la dieta ingerida por el vacuno en zonas de pastoreo compuestas por un mosaico de comunidades herbáceas y arbustivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante los periodos de pastoreo (mayo-noviembre) de 1997 y 1998 en dos zonas (Aldamiñape y Egiriñao) de la vertiente atlántica y caliza del Parque Natural de Gorbeia (Bizkaia), situadas entre 900-1300 m de altitud. En cada zona se monitorizó un rebaño de ganado vacuno. Una mayor descripción de estas zonas y de la metodología de trabajo puede encontrarse en Mandaluniz (2003)

Evaluación de los estratos herbáceos y arbustivos del pasto y de la composición florística de la dieta.

El muestreo del estrato herbáceo de cada zona se realizó en 4 momentos: primavera (finales de mayo-junio), verano (julio y agosto), finales de verano (septiembre) y otoño (octubre y principios de noviembre), mediante la simulación de pastoreo o "hand plucking" (Vallis de Vries, 1995), y de forma simultánea al seguimiento de la actividad animal. En una sub-muestra representativa de cada muestreo se efectuó una separación manual de las distintas especies que la constituían, permitiendo diferenciar gramínoideas y dicotiledóneas. En las primeras, además se definieron dos sub-categorías: GA, gramínoideas de mayor calidad y GM, gramínoideas de menor calidad. En el caso de las especies leñosas (*Erica* spp. y *Ulex* spp.) la toma de muestras se hizo mediante corte con tijera de los brotes distales, de diámetro de tallo similar al observado en los ejemplares ramoneados. Posteriormente todas las muestras y submuestras (gramíneas, dicotiledóneas, *Erica* spp. y *Ulex* spp.) se secaron en estufa a 60° C durante 48 (herbáceas) o 96 horas (arbustivas), moliéndose a 1 mm para su posterior análisis.

La composición de la dieta se corresponde con la publicado por Mandaluniz et al., (1999 y 2000), y obtenida utilizando la técnica microhistológica (Holechek *et al.*, 1982a; Sparks y Malechek, 1968). Los excrementos se recogieron frescos e individualmente, del 50% de animales adultos de cada rebaño, para su análisis se agruparon por zona, año y momento muestreo (n=16).

Estimación del contenido de nitrógeno de la dieta (Ndieta) y heces (Nfecal)

El nitrógeno de dieta (Ndieta) se estimó a partir del porcentaje de los distintos componentes vegetales en las heces (% gram, % dicot y % brezo), ponderado por su contenido en nitrógeno, de acuerdo al siguiente modelo:

$$Ndieta = (\% \text{ gram} * Ngram) + (\% \text{ dicot} * Ndicot) + (\% \text{ brezo} * Nbrezo) \quad (\text{Modelo 1})$$

El contenido en N de las distintas fracciones, gramínoideas (Ngram), dicotiledóneas (Ndicot) y brezo (Nbrezo), se estimó mediante la técnica de Kjeldahl (A.O.A.C., 1999). Esta misma técnica se utilizó para cuantificar el Nfecal, en las muestras individuales (n=108) y los grupos por muestreo (n=16), expresándose en porcentaje sobre materia seca (g N/100g MS).

Análisis estadísticos

El análisis de los factores, y sus interacciones, que afectan al contenido de Nfecal se efectuó mediante el siguiente modelo lineal generalizado (S.A.S., 1988):

$$Y = \mu + A_i + M_j + Z_k + A_i M_j + A_i Z_k + M_j Z_k + e_{ijk} \quad (\text{Modelo 2})$$

siendo Y: Nfecal; μ : media general; A_i : año de estudio ($i=2$, 1997 y 1998); M_j : momento de muestreo ($j=4$, primavera, verano, finales de verano y otoño); Z_k : zona de estudio ($k=2$, Aldamiñape y Egiriñao); e_{ijk} : el residuo.

El análisis de correlación entre el Nfecal y los distintos componentes de la dieta se realizaron mediante el paquete estadístico S.A.S. (1988). Se realizaron distintos análisis

para estudiar la correlación del Nfecal con el porcentaje de los distintos componentes de la dieta (graminoides, dicotiledóneas y leñosas), con las subcategorías de graminoides (GA y GM) y con las especies vegetales más frecuentes en la dieta. Igualmente, y para el conjunto de muestreos se analizó la correlación entre Nfecal y Ndieta. En todos los casos el valor de Nfecal corresponde al valor promedio del N de las heces de las mezclas empleadas en la determinación de la composición de la dieta.

RESULTADOS

La composición de la dieta y su evolución temporal han sido previamente publicados (Mandaluniz *et al.*; 1999 y 2000). El contenido medio ($\mu \pm d.t.$) del Nfecal fue de $2,01 \pm 0,35$ g N/100 g MS (n=106), y estuvo afectada por momento de muestreo ($P < 0,001$), y su interacción con la zona ($P < 0,01$) y el año ($P < 0,05$), aunque ninguno de esto dos efectos tuvo un efecto estadísticamente significativo ($P > 0,05$) cuando se consideraron de forma independiente .

Como se aprecia en la Tabla 1, el contenido de Nfecal se redujo a medida que avanzaba la estación de pastoreo, descenso que es más marcado y continuo en Egriñao que en Aldamiñape.

Tabla 1. Medias de mínimos cuadrados ($\bar{X} \pm e.s.$) de la evolución del Nfecal durante los dos años de muestreo en las dos zonas de estudio.

	Aldamiñape	Egriñao	1997	1998
Primavera	2,23 ^{aA} ±0,07	2,42 ^{aA} ±0,07	2,21 ^{aA} ±0,07	2,45 ^{aB} ±0,07
Verano	2,01 ^{bA} ±0,07	2,11 ^{bA} ±0,07	2,03 ^{abA} ±0,07	2,09 ^{bA} ±0,07
Finales de verano	2,03 ^{bA} ±0,07	1,82 ^{cB} ±0,06	1,99 ^{bA} ±0,07	1,86 ^{cA} ±0,07
Otoño	1,94 ^{cA} ±0,07	1,56 ^{dB} ±0,07	1,79 ^{cA} ±0,07	1,71 ^{cA} ±0,07

Distintas letras diferencias significativas ($P < 0,05$), minúsculas dentro de cada columna; mayúsculas ($P < 0,05$) dentro de cada fila y factor.

Las correlaciones observadas entre el contenido en Nfecal y la presencia en la dieta (porcentaje) de distintas categorías vegetales se resumen en la Tabla 2. El Nfecal presentó una correlación significativa ($P < 0,001$) y positiva con el contenido de dicotiledóneas de la dieta, negativa ($P < 0,05$) con el de leñosas, mientras que no se correlacionó de manera significativa ($P > 0,05$) con el contenido de graminoides. Sin embargo, al considerar las subcategorías de este último grupo vegetal, se puso de manifiesto una correlación significativa ($P < 0,001$) entre el Nfecal y la presencia de GA y GM en la dieta, positiva en el primer caso y negativa en el segundo. Ello se da también a nivel de especies, con correlaciones positivas en el caso de especies de la subcategoría GA (*Festuca gr. rubra* y *Danthonia decumbens*) y negativas en especies GM (*Agrostis curtisii* y *Pseudoarrhenatherum longifolium*). La correlación positiva ($P < 0,01$) en el caso de las dicotiledóneas, se observó igualmente con especies individuales (*Trifolium repens* y *Achillea millefolium*), aunque con coeficientes de correlación inferior.

En cuanto a los valores de N en la dieta y en heces, ambos se encuentran correlacionados de forma significativa, obteniéndose un coeficiente de correlación de 0,79.

Tabla 2 Coeficientes de correlación (r) entre el Nfecal y los componentes de la dieta.

	N fecal vs.	r	Significación
Categoría vegetal	%graminoides	0,27	n.s.
	%dicotiledóneas	0,86	***
	%leñosas	-0,61	*
Graminoides de mayor calidad (GA)	GA	0,85	***
	<i>F. gr. rubra</i>	0,81	***
	<i>A. capillaris</i>	0,61	*
	<i>D. decumbens</i>	0,81	***
Graminoides de menor calidad (GM)	GM	-0,82	***
	<i>A. curtisii</i>	-0,71	**
	<i>P. longifolium</i>	-0,72	**
Dicotiledóneas	<i>T. repens</i>	0,61	**
	<i>A. millefolium</i>	0,64	**

n.s. P>0,05; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

DISCUSIÓN

La evolución del contenido de Nfecal coincidió con la descrita en la bibliografía (Alba de et al., 1998; Aldezabal, 1997; García-González et al., 1992), con valores máximos al inicio de la estación de pastoreo y una reducción a medida que progresa la misma. Esta evolución sería paralela a la del estado fenológico de las especies vegetales, con una mayor digestibilidad y contenido de nitrógeno en el periodo vegetativo primaveral (Mattson, 1980), y que se reducen a medida que avanza la estación de pastoreo y la fenología de las plantas.

No obstante, destaca la diferencia entre las zonas estudiadas, a pesar de estar próximas y ser edafológicamente similares. Esto sería indicativo de diferencias en el desarrollo fenológico, que incidiría en la dieta seleccionada. En este sentido, la mayor similitud en los valores de Nfecal en los animales de Aldamiñape, es paralelo al mantenimiento de los porcentajes de dicotiledóneas y GA en su dieta (Mandaluniz, 2003).

La correlación positiva entre el valor del Nfecal con la presencia de dicotiledóneas en la dieta, y negativa con la de leñosas, ha sido descrita por otros autores (Aldezabal, 1997; Garin, 2000). Se debería a la mayor digestibilidad y contenido en nitrógeno de las dicotiledóneas (Hanley et al., 1992), todo lo contrario a lo que sucede en el caso de las especies leñosas. Sin embargo, tal como se ha señalado anteriormente, algunos autores consideran que el contenido en taninos de los arbustos podría producir aumentar el Nfecal (Robbins *et al.*, 1987a y b). Así, el incremento de las especies leñosas, particularmente de

las ericáceas, en la dieta a medida que avanza la estación de pastoreo podría estar sobrestimando la calidad de la dieta ingerida. No obstante, en estas zonas se ha observado el contenido de taninos se reduce en períodos avanzados de la estación de pastoreo (Hervas *et al.*, 2003), lo que reduciría su posible incidencia sobre la excreción de N.

De forma similar, la mayor digestibilidad y contenido en N de las especies incluidas en las GA (Celaya, 1998) explicaría su correlación positiva con el Nfecal, tanto a nivel de subcategoría como específico. Por el contrario, la correlación negativa del nivel de N en heces con la presencia de GM en la dieta, sería reflejo de su menor calidad nutritiva, y explicaría su incorporación a la dieta en períodos tardíos de la estación de pastoreo, cuando se reduce la disponibilidad forrajera (Mandaluniz, 2003).

Estas relaciones, positivas o negativas, entre el N en heces y la presencia en la dieta de especies y grupos vegetales, de mayor o menor valor nutritivo, junto a la correlación observada entre “Nfecal/Ndieta” ($r=0,79$), similar a la citada en la bibliografía ($r=0,81$; Holechek *et al.*, 1982a), confirma que el Nfecal sería un buen indicador de la calidad de la dieta del ganado vacuno (Arnold y Dudzinski, 1967). Por tanto, sería de utilidad en la valoración de la dieta ingerida por este ganado cuando utiliza comunidades herbáceo-arbustivas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran una relación entre el Nfecal y la composición de la dieta del ganado vacuno en los pastos de montaña. Puestas de manifiesto por el efecto del momento de la estación de pastoreo sobre el contenido de Nfecal, y por las correlaciones de este con los principales componentes vegetales de la dieta, estas relaciones confirman la utilidad de este parámetro en el análisis y valoración de la dieta seleccionada por el vacuno

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C., 1999. *Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*. 16th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Gaithersburg, MD. USA.

Alba de, R.; Winder J.A.; Holechek J.L.; Cárdenas M., 1998. Diets of 3 cattle breeds on Chihuahuan desert rangeland. *Journal of Range Management* 51:270-275.

Aldezabal, A., 1997. Análisis de la interacción de la vegetación-grandes herbívoros en las comunidades supraforestales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido., E.H.U-U.P.V, Bilbao.

Arnold, G.W.; Dudzinski, M. L., 1967. Comparison of Faecal Nitrogen Regressions and in Vitro Estimates of Diet Digestibility for Estimating Consumption of Herbage by Grazing Animals. *Journal of Agricultural Science* 68:213-&.

Celaya, R., 1998. Dinámica vegetal de pastos y matorrales de la montaña Cantábrica sometidos a diferentes estrategias de pastoreo, Univ. de Oviedo, Oviedo.

García-González, R.; García-Serrano, A.A.; Revilla, R., 1992. Comparación del régimen alimentario de vacas pardo alpinas y pirenaicas en un puerto del Pirineo Occidental. *XXXII Reunión Científica de la SEEP*. pp. 299-305

Garín, I., 2000. Capacidad de carga del ciervo (*Cervus elaphus*) en el pricipirineo aragonés. Premio Gonzalo Nardiz. Eusko-Jaularitza/Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.

Hanley, T.A.; Robbins, C.T.; Hagerman, A.E.; McArthur, C., 1992. Predicting digestive protein and digestible dry matter in tannin-containing forages consumed by ruminants. *Ecology* 73:537-541.

Hervás, G.; Mandaluniz, N.; Oregui, L.M.; Mantecon, A.R.; Frutos, P., 2003. Evolución anual del contenido de taninos en brezo (*Erica vagans*) y relación con otros parámetros indicativos de su valor nutritivo. *ITEA* 99A:69-84.

Hobbs, J.; Girmingham, H., 1987. Vegetation, fire and herbivore interactions in headland. *Advances in Ecological Research* 16:87-173.

Holechek, J.L., Vavra, M.; Pieper, R.D., 1982. Botanical composition determination of range herbivore diet: a review. *Journal of Range Management* 35:309-315.

Leslie, D.M.; Starkey, E.E., 1987. Faecal indices to dietary quality: a replay. *Journal of Wildlife Management* 51:321-325.

Mandaluniz, N. 2003. Pastoreo del Ganado Vacuno en zonas de montaña y su integración en los sistemas de producción de la CAPV, Zaragoza, Zaragoza.

Mandaluniz, N.; Aldezabal, A.; Oregui, L.M., 1999. Estrategia alimentaria del ganado vacuno en régimen extensivo en pastos de montaña. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, pp. 413-418.

Mandaluniz, N.; Aldezabal, A.; Oregui, L.M., 2000. Comparación interanual de la estrategia alimentaria del ganado vacuno en pastos comunales del Macizo de Gorbea (Bizkaia). *Actas de la 3era Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, pp.: 571-577.

Mattson, W.J.J., 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Review of Ecology and Systematic* 11:119-161.

Minson, D.J., 1990. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, New York, USA.

Núñez-Hernández, G.; Holechek, J.L.; Arthur, D.; Tembo, A.; Wallace, J.D.; Galyean, M.L.; Cardenas, M.; Valdez, R., 1992. Evaluation of faecal indicator for assessing energy and nitrogen status of cattle and goats. *Journal of Range Management* 45:143-147.

Robbins, C.T.; Spalinger, D.E.; van Hoven, W., 1995. Adaptation of ruminants to browse and grass diets: are anatomical-based browser-grazer interpretations valid? *Oecologia* 103:208-213.

Robbins, C.T.; Mole, S.; Hagerman, A.E.; Hanley, T.A., 1987a. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in dry matter digestion? *Ecology* 68:1606-1615.

Robbins, C.T.; Hanley, T.A.; Hagerman, A.E.; Hjeljord, O.; Baker, D.L.; Schwartz, C.C.; Mautz, W.W., 1987b. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability? *Ecology* 68:98-107.

S.A.S., 1988. *SAS/STAT User's guide: Statistics (Release 6.03)*. SAS Inst. Inc., Cary. NC. USA

Sparks, G.; Malechek, J., 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management* 21:264-265.

Thompson, N., 1987. Faecal indices to dietary quality: a critique. *Journal of Wildlife Management* 51:317-320.

Vallis de Vries, M.F., 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. *Journal of Range Management* 48:370-375.

Van Soest, P.J., 1982. *Nutritional ecology of the ruminant*. O & B Books, Corvallis, OR. USA.

ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE NITRÓGENO EN HECES DE RUMIANTES MEDIANTE ESPECTROSCOPIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS)

E. ALONSO¹, A. IGARZABAL², L.M. OREGUI² Y N. MANDALUNIZ².

NEIKER - Dep. Agrosistemas y Producción Animal. ¹Barrio Berreaga 480 Derio (Bizkaia)
²Apdo. 46 01080 Vitoria-Gasteiz. ealonso@neiker.net

RESUMEN

El contenido de nitrógeno (N) en las heces (N_{fecal}) puede ser utilizado como indicador de la digestibilidad de la dieta utilizada por animales en pastoreo. Poder contar con una evaluación fiable, rápida y económica de este parámetro, como la aportada por la metodología NIRS, facilitaría su utilización en la gestión de los animales en sistemas semi-extensivos o extensivos. El objetivo del presente trabajo ha sido desarrollar ecuaciones NIRS para la evaluación del N_{fecal} en heces de rumiantes que utilizan pastos de montaña en condiciones extensivas. Para ello se ha dispuesto de 279 muestras de heces, 172 de vacuno, 86 de ovino y 21 de caprino, en las que se evaluó su contenido en N mediante la técnica Kjeldahl, y de las que se seleccionaron al azar un 10% como grupo de validación externa. La calibración NIRS se realizó utilizando cuatro tratamientos matemáticos diferentes, de acuerdo con la derivada de los datos espectrales (primera o segunda), el valor del gap (4, 5 o 8 nm) y del primer suavizado (4 o 5), considerados. Las ecuaciones obtenidas utilizando la segunda derivada son las que presentan unos coeficientes de determinación (R²) más elevados, acompañadas de menores errores estándar (EE), tanto en calibración (R²_c=0,956-0,921 y EE_c=0,085-0,105) como en validación cruzada (R²_{vc}=0,919-0,888 y EE_{vc}=0,116-0,125). Los estadísticos obtenidos con la muestra de datos de validación externa han permitido identificar la ecuación obtenida a partir de la segunda derivada y con un gap de 8 nm, como la que permite una mejor estimación del contenido del N_{fecal} en heces de rumiantes, con valores de errores estándar de predicción de 0,096 y coeficiente de variación de 4,8%. Los resultados obtenidos permiten una adecuada estimación del N_{fecal}, si bien el aumento de número de muestras, que amplíe el rango respecto al contenido de N en heces, así como la representación del caprino, podría mejorar su robustez.

Palabras Clave: Nitrógeno fecal, determinación, NIRS, vacuno, ovino, caprino.

RUMINANT FAECAL NITROGEN CONTENT ESTIMATION USING NEAR- INFRARED SPECTROSCOPY (NIRS) SYSTEM

SUMMARY

The Nitrogen content of faeces, faecal nitrogen, can be used in the estimation of diet digestibility in grazing animals. A methodology quick, economic and accurate of faecal nitrogen estimation could allow use this parameter in extensive grazing management. The objective of this work was the development of NIRS calibration for ruminant faecal nitrogen evaluation. A set of 279 samples, 172 of cows' faeces, 86 of sheep and 21 of goats,

in which N was evaluated by Kjeldahl method, were used. A 10% of samples were randomly selected as external evaluation set. Four different mathematical treatments were compared for NIRS calibration. These treatments resulting for combination of different spectral data derivatisation (first or second order), gap values (4, 5 or 8 nm), and first smoothing (values of 4 or 5). The equations using the second derivatisation of spectral data was those with higher determination coefficient (R^2) and lower standard error, both in calibration ($R^2_c=0.956-0.921$ and $EEc=0.085-0.105$) or cross validation ($R^2_{vc}=0.919-0.888$ and $EEvc=0.116-0.125$). The external validation show that the equation using second order derivatised spectral and a gap value of 8 nm, was the more accurate, resulting in prediction standard error of 0.096 and a variation coefficient of 4.8%. According to these results NIRS allow a good estimation of faecal nitrogen. Nevertheless the increase of sample number, range of faecal nitrogen and goat representation could improve the robustness of equation.

Key Words: Faecal nitrogen, evaluation, NIRS, cows, sheep goats.

INTRODUCCIÓN

En estudios realizados en pastizales de montaña se ha observado una evolución similar de la calidad de la oferta, las características de la ración, evaluada mediante análisis micrográfico de las heces, y el contenido en nitrógeno (N) de las heces (Mandaluniz, 2003). Este paralelismo tiene como base fisiológica la relación existente entre el N total eliminado en heces y la cantidad de alimento ingerido tanto en dietas forrajeras (Arnold y Dudzinski, 1963; Mason, 1971), como mixtas (Giráldez *et al.*, 1997). Por consiguiente, dado que la producción de heces por unidad de alimento ingerido es inversamente proporcional a la digestibilidad, la concentración de N en las mismas podría ser utilizado como estimador de la calidad de la dieta y de la ingestión en animales en pastoreo libre, y así ha sido utilizado para evaluar la calidad de la dieta en rumiantes salvajes (Dorgeloh *et al.*, 1998; van der Waal *et al.*, 2003). Este parámetro, como indicador de las características de la dieta ingerida por los animales, podría ser útil en el manejo del ganado que utiliza los pastos de montaña, al permitir una comparación entre sus necesidades y los recursos obtenidos del pasto.

Para ello se precisaría una metodología que permitiera evaluar el contenido de N en las heces de forma ajustada, rápida y económica. La tecnología de análisis por espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS) es cada vez más utilizada en producción animal, para la evaluación de la composición química de los alimentos utilizados (Castro *et al.*, 2002; De la Roza *et al.*, 1998; García-Ciudad *et al.*, 2004), así como en la estimación de otras características de las dietas o alimentos (Decruyenaere *et al.*, 2004). Su empleo requiere el desarrollo de ecuaciones de calibración, respecto a una técnica analítica de referencia, lo que suponer definir el mejor tratamiento matemático de los espectros obtenidos mediante pruebas de ensayo/error (Park *et al.*, 1997).

El objetivo del presente trabajo ha sido el desarrollo de una ecuación de calibración NIRS para heces de rumiantes que utilizan pastos de montaña, que permita estimar el contenido de N en las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó a partir de una colección constituida por 279 muestras de heces de las tres especies de rumiantes que utilizan los pastos comunales del País Vasco, vacuno (172 muestras), ovino (86 muestras) y caprino (21 muestras). Las heces se recogieron entre los meses de junio y octubre, en cinco zonas de pastoreo de los parques naturales del Gorbeia e Izki, en los años 2003 y 2004. La muestra de heces frescas, recogidas inmediatamente después de su deposición por los animales, se identificaban y conservaban refrigeradas hasta su llegada al laboratorio. A continuación, se procedía a su desecado, hasta peso constante, en una estufa de aire forzado a 65°C, para posteriormente molturarse en un molino provisto de un tamiz de 1 mm.

Sobre las muestra molidas se determinó el contenido de nitrógeno mediante la metodología Kjeldahl (A.O.A.C., 1999). Los datos obtenidos se refirieron a materia seca (MS), previa determinación de la humedad residual en estufa a 103°C. Los espectros de las muestras molidas se realizaron por duplicado (en diferentes cápsulas rectangulares) como $\log 1/R$, (R = reflectancia), utilizando un equipo 6500 (Foss NIRSystems, MD, USA) de barrido continuo entre 400 y 2500 nm, (con lecturas a intervalos de 2 nm), equipado con módulo de transporte. Se promediaron los espectros de cada muestra para obtener el de trabajo. Los espectros resultantes fueron reducidos a la región NIR (1100-2498 nm), utilizando para ello el programa TRIM del paquete informático WinISI II versión 1.50 (ISI, 2000).

Se seleccionaron al azar un 10% de muestras para conformar el fichero de validación externa. Sobre las restantes se aplicaron los programas CENTER y SELECT, análisis discriminante basado en la distancia de Mahalanobis calculada por componentes principales, para seleccionar aquellas representativas para la calibración. Los espectros NIRS se transformaron matemáticamente llevando a cabo la tipificación de la absorbancia (corrección SNV), seguida de una corrección de la tendencia (Barnes *et al.*, 1989) para corregir los efectos de dispersión de luz.

Se derivaron cuatro modelos matemáticos (Tabla 1), descritos por cuatro dígitos. El primero corresponde a la derivada (primera o segunda) de los datos espectrales, el segundo a la distancia (4, 5 o 8 nm) entre los puntos del espectro utilizada en el cálculo de la derivada (gap). Los dígitos tercero y cuarto corresponden al primer y segundo segmentos de suavizado (smooth), para la corrección de las interferencias relacionadas con la muestra o el propio instrumento, y debidas al efecto multiplicador de las variaciones en la luz difusa. En todas los casos el segundo suavizado se mantuvo constante, e igual a 1, variando el primero (4 o 5). El programa utilizado fue el anteriormente indicado WinISI II versión 1.50.

Finalmente, las ecuaciones de calibración se obtuvieron por regresión MPLS (mínimos cuadrados parciales), realizándose una validación cruzada. La validación externa de las ecuaciones NIR se realizó mediante regresión lineal entre los resultados NIR y los datos de referencia de las muestras seleccionadas al azar con este fin.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios, el rango y la desviación estándar del contenido de N fecal (N_{fecal}) de las muestras que conforman los grupos de calibración y validación aparecen reflejados en la tabla 1. Los valores de N fecal de las muestras en el grupo de validación están incluidos en el intervalo de variación del grupo de calibración.

Tabla 1. Valores medios, rangos, y desviaciones estándar (d.e.) del N fecal para los grupos de muestras de calibración y validación utilizados de las distintas ecuaciones de estimación del N fecal a partir de la tecnología NIRS.

Parámetro	Muestras de calibración (n=252)			Muestras de validación (n=27)		
	Media	Rango	d.e.	Media	Rango	d.e.
N _{fecal} (%MS)	1,98	0,92-3,20	0,410	2,00	1,42-2,67	0,318

Los principales estadísticos obtenidos para la muestra de calibración-validación cruzada, con los distintos modelos matemáticos utilizados se resumen en la Tabla 2. El coeficiente de determinación, entre los datos de N fecal obtenidos por el método de referencia (N Kjeldahl) y los obtenidos por la metodología NIR en las muestras de calibración fue en todos los casos elevado, $R_c^2 > 0,90$, con errores estándar en torno a 0,10. En validación cruzada, se obtuvieron unos coeficientes de determinación ($0,87 < R_{vc}^2 < 0,92$) algo menores y errores estándar (EE_{vc}) ligeramente superiores, a los correspondientes de calibración, utilizando las mismas muestras. En ambos casos los coeficientes de variación son inferiores al 10%, con intervalos de 4,3-6,3 y 4,8-6,3, en calibración y validación cruzada, respectivamente.

De las distintas ecuaciones utilizadas, las obtenidas utilizando la segunda derivada (3 y 4) son las que permiten un mejor ajuste y precisión de los valores de N fecal de la muestra de calibración (Tabla 2, Figura 1). Entre ellas la mejor es la obtenida utilizando un valor de gap de 4 nm. En calibración cruzada destaca que mientras el coeficiente de correlación de la ecuación (4) es inferior al de la ecuación (2), el error estándar es también menor en la ecuación (4) que en la (2).

Tabla 2, Estadísticos de calibración-validación cruzada y de validación externa de las ecuaciones de predicción de los parámetros de nitrógeno fecal (N_{fecal}) en heces de rumiantes.

Tratamiento	Parámetros estadísticos							
	Calibración – Validación Cruzada					Validación Externa		
	N	EE _c	R _c ²	EE _{vc}	R _{vc} ²	EEP	RPD	RER
(1) 1,4,4,1	88	0,121	0,912	0,146	0,873	0,119	2,67	9,75
(2) 1,5,5,1	91	0,107	0,931	0,131	0,901	0,121	2,63	9,75
(3) 2,4,4,1	110	0,085	0,956	0,116	0,919	0,104	1,94	7,77
(4) 2,8,4,1	92	0,105	0,921	0,125	0,888	0,096	3,31	12,29

N: número de muestras empleadas para crear la calibración; EE_c: error estándar de calibración; R_c²: coeficiente de determinación para el procedimiento de calibración; EE_{vc}: error estándar de validación cruzada; R_{vc}²: coeficiente de determinación para el procedimiento de validación cruzada; EEP: error estándar de predicción; RPD: relación entre la desviación estándar del grupo de muestras de validación externa y el error estándar de predicción; RER: relación entre el rango del método de referencia para el grupo de validación y el error estándar de predicción.

En la misma Tabla 2 se indican los estadísticos obtenidos a partir de la muestra de validación externa. Para los distintos tratamientos utilizados, los errores estándar de predicción (EEP) no difieren en más de un 20% de lo correspondientes errores estándar de calibración (EE_c), lo que avala la capacidad predictiva de estos modelos (Shenk *et al.*, 1992). Si consideramos los valores de 3,0 y 10,0 como los mínimos recomendables para los parámetros RPD y RER, respectivamente (Williams y Sobering, 1996), la ecuación obtenida mediante el tratamiento (4) es la única que cumple con estos condicionantes. No obstante, en los tratamientos (1) y (2) los valores de RPD y RER son próximos a estos límites propuestos. Por el contrario, la ecuación resultante del tratamiento (3), que presentaban unos mejores estadísticos, mayores R² y menores errores estándar en calibración y validación cruzada, presentan los peores en validación externa.

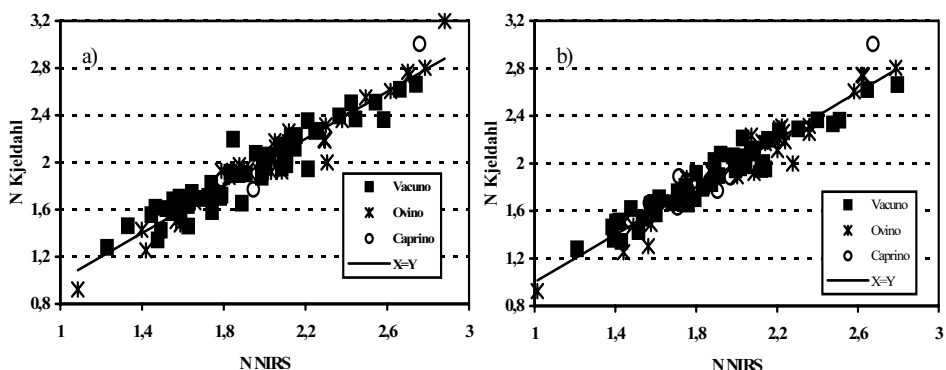


Figura 1. Valores de Nitrógeno fecal valorados mediante la técnica Kjeldhal de la colección de muestras de calibración y sus correspondientes valores de N por NIRS, en base a los tratamientos 1 (a) y 4 (b).

Tal como puede observarse en las Figuras 1 y 2, la distribución de los datos, contenido en N fecal, y la relación entre la determinación laboratorial y la estimación mediante NIRS, no parece verse afectada por la especie animal. No obstante, el número de datos de caprino es escaso, lo que hace que esté poco representado en la muestra, en particular en el grupo de validación externa. Sería conveniente incrementar el número de muestras de caprino, pero también de ovino, para mejorar la robustez de la ecuación NIRS de estimación.

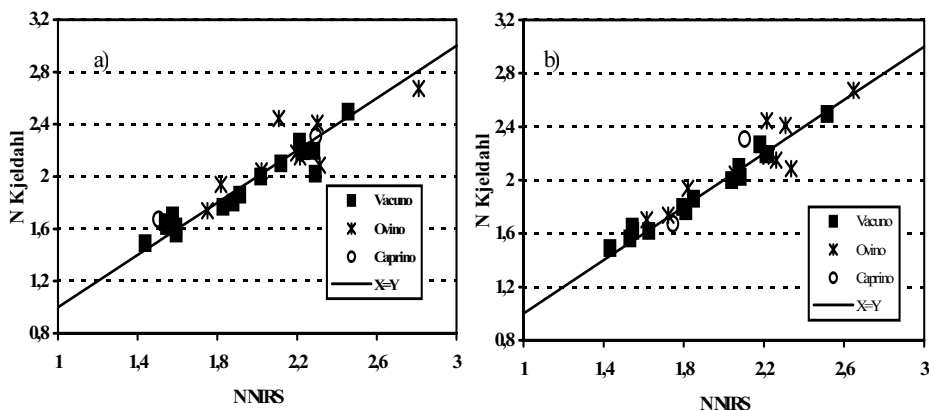


Figura 2. Valores de Nitrógeno fecal del grupo de muestras de calibración externa, valorados mediante la técnica Kjendhal y estimados por NIRS, de acuerdo con los tratamientos 1 (a) y 4 (b).

CONCLUSIONES

El análisis de los espectros en el infrarrojo cercano de heces de rumiantes que utilizan pastos de montaña ha permitido establecer una ecuación de estimación de su contenido en N, de forma independiente de la especie. De acuerdo con los coeficientes de correlación y errores estándar de calibración y validación cruzada, las ecuaciones NIRS obtenidas a partir de la segunda derivada, son las más ajustadas y precisas. La validación externa, confirma la utilidad de estas ecuaciones, en especial la resultante de utilizar la segunda derivada y la distancia entre los puntos del espectro (gap) de 8 nm. Su robustez en la estimación del N fecal, si bien adecuada para los objetivos planteados, podría ser mejorada mediante la incorporación de muestras que amplíen el rango de variabilidad de N fecal, así como la representación de muestras de caprino y ovino.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado en el marco del proyecto “RTA-02-086-C2” financiado por el INIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A.O.A.C., 1999. *Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*. 16th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Gaithersburg, MD. USA.

Arnold, G.W.; Dudzinski, M.L., 1963. The Use of Faecal Nitrogen as an Index for Estimating Consumption of Herbage by Grazing Animals. *Journal of Agricultural Science* 61:33-&.

Barnes, R.J.; Dhanoa, M.S.; Lister, S.J., 1989. Standard normal variate transformation and de-trending of near infrared diffuse reflectance spectra. *Appl. Spectrosc.*, 43:772-777.

Castro, P.; Flores, G.; González-Arráez, A.; Castro J., 2002. Nutritive quality of herbage silages by NIRS: dried or undried samples?. *Grassland Science in Europe*, 7:190-191.

Decruyenaere, V.; De Wisser, M.; Stilmant, D.; Clément, C.; Sinnaeve, G., 2004. Faecal near infrared reflectance spectroscopy for ruminant faecal intake prediction. En: *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions*. Editado por: A. Lüscher, B. Jeangros, W. Kessler, O. Huguenin, M. Lobsiger, N. Millar, D. Suter. VDF, Zurich. pp 1034-1036.

De la Roza, B.; Martinez, A.; Santos, B., 1998. The estimation of crude protein and dry matter digestibility of maize and grass silages by near infrared spectroscopy. *J. Near Infrared Spectrosc.* 6:145-151.

Dorgeloh, W.G., van Hoven, W.; Rethman, N.F.G., 1998. Faecal analysis as an indicator of the nutritional status of the diet of roan antelope in South Africa. *South African Journal of Wildlife Research* 28:16-21.

García-Ciudad, A.; Petisco, C.; Mediavilla, S.; Vazquez de Aldana, B.R.; Zabalgogea, I.; García-Criado, B., 2004. Near infrared spectroscopy analysis of nitrogen and phosphorus in the leaves of woody plants. En *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions* Editado por: A. Lüscher, B. Jeangros, W. Kessler, O. Huguenin, M. Lobsiger, N. Millar, D. Suter. VDF, Zurich. pp 1029-1031.

Giráldez, F.J.; Valdes, C.; Pelaez, R.; Frutos, P.; Mantecon, A.R., 1997. The influence of digestible organic matter and nitrogen intake on faecal and urinary nitrogen losses in sheep. *Livestock Production Science* 51:183-190.

Mandaluniz, N., 2003. Pastoreo del Ganado Vacuno en zonas de montaña y su integración en los sistemas de producción de la CAPV, Zaragoza, Zaragoza.

Mason, V.C., 1971. Some Preliminary Observations on Nature of Factors Influencing Excretion of Non-Dietary Faecal Nitrogen by Ruminant Animals. *Journal of Agricultural Science* 76:157-&.

Park, A.S.; Gordon, F.J.; Agnew, R.E.; Barnes, R.J.; Steen, R.W.J., 1997. The use of near infrared reflectance spectroscopy on dried samples to predict biological parameters of grass silage. *Animal Feed Science and Technology* 68:235-246.

Shenk, J.S.; Workman, J.J. y Westerhaus, M.O., 1992. Application of NIR spectroscopy to agricultural products. En *Handbook of Near Infrared Analysis* Editado por: D.A. Burns y E.W. Ciurczak. Marcel Dekker Pub. Nueva York USA. Pp 383-427.

van der Waal, C.; Smit, G.N.; Grant, C.C., 2003. Faecal nitrogen as an indicator of the nutritional status of kudu in a semi-arid savanna. *South African Journal of Wildlife Research* 33:33-41.

Williams, P.C.; Sobering, D., 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations. En: *Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves* Proc. 7th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, Montreal, Canada. Editado por: A.M.C. Davies y P.C. Williams. NIR Publications, Chichester, U.K. pp 548-551.

DETERMINACIÓN DE LIGNINA Y CELULOSA EN HOJAS DE PLANTAS LEÑOSAS MEDIANTE NIRS: COMPARACIÓN DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS

C. PETISCO¹, A. GARCÍA CIUDAD¹, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA¹,
I. ZABALGOGEAZCOA¹, S. MEDIAVILLA² Y B. GARCÍA CRIADO¹.

¹Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC, Apdo. 257, 37071 Salamanca.

²Facultad de Biología, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca.

RESUMEN

Se han obtenido ecuaciones de calibración mediante espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS), para la determinación de lignina y celulosa en muestras de hojas de 18 especies leñosas, comparando los resultados obtenidos por regresión lineal múltiple (MLR) y regresión por mínimos cuadrados parciales (PLSR). Las especies proceden de zonas montañosas, ribereñas y relativamente secas de la región Centro-Oeste de la Península Ibérica. Para el desarrollo de las ecuaciones de calibración, se utilizan 183 muestras y se consideran tres transformaciones matemáticas: log 1/R, primera y segunda derivada. El análisis de lignina y celulosa resultó más satisfactorio mediante PLSR. Con este tratamiento, se consiguieron mejores resultados utilizando la primera derivada; sin embargo, con MLR se consiguieron mejores estadísticos con log 1/R. Los coeficientes de determinación múltiple (R^2) y los errores estándar de calibración (SEC) con MLR, fueron 0,88 y 1,29 para lignina, y 0,97 y 1,02 para celulosa. Con PLSR mejoraron notablemente éstos estadísticos, alcanzándose $R^2=0,96$, $SEC=0,88$ para lignina, y $R^2=0,98$, $SEC=0,75$ para celulosa; los errores estándar de validación cruzada (SECV) fueron 1,19 y 0,93, respectivamente. En la validación externa se obtuvieron errores estándar de predicción (SEP) de 1,03 y 0,96 con MLR y 0,85 y 0,86 con PLSR, para lignina y celulosa.

Palabras clave: Especies leñosas, NIRS, lignina, celulosa.

DETERMINATION OF LIGNIN AND CELLULOSE CONTENT IN LEAVES OF WOODY PLANTS BY NIRS: COMPARISON OF STATISTICAL METHODS

SUMMARY

Calibration equations were obtained to determine lignin and cellulose content in leaf samples of 18 woody species by near infrared spectroscopy (NIRS). Plant species were typical of mountain, riparian, and relatively dry areas from the West-Central Iberian Peninsula. Two regression methods, multiple linear regression (MLR) and partial least squares regression (PLSR) were compared. To develop calibration equations, a set of 183 samples were used and three mathematical transformations were applied: log 1/R, first and second derivative. The best results for lignin and cellulose analysis were obtained by means of PLSR. Using this treatment, the best results were achieved with the first derivative; however, with MLR we obtained better statistics using log 1/R. Coefficients of multiple determination (R^2) and standard errors of calibration (SEC) with MLR, were 0.88 and 1.29

for lignin, and 0.97 and 1.02 for cellulose. These statistics were improved by PLSR: $R^2=0.96$, $SEC=0.88$ for lignin, and $R^2=0.98$, $SEC=0.75$ for cellulose; the standard errors of cross validation (SECV) were 1.19 and 0.93, respectively. In the external validation the standard errors of prediction (SEP) for lignin and cellulose determination were 1.03 and 0.96 with MLR, and 0.85 and 0.86 with PLSR.

Key words: Woody species, NIRS, lignin, cellulose.

INTRODUCCIÓN

El clima, las características del suelo, los organismos edáficos y la calidad de la materia orgánica que ha de sufrir el proceso, constituyen los principales factores reguladores de la descomposición. Aunque la importancia conferida a cada uno de dichos factores como predictores de la tasa de descomposición de la hojarasca es diferente en distintos ambientes, es innegable, en cualquier caso, el papel determinante jugado por la composición química de las hojas, cuyas relaciones con la tasa de descomposición han sido intensamente estudiadas (Meentemeyer, 1978; Heal *et al.*, 1997).

Además del nitrógeno, la lignina ha sido uno de los constituyentes foliares, más ampliamente utilizados como índice de calidad de la materia vegetal, y su concentración tradicionalmente considerada como uno de los principales predictores de las tasas de descomposición (Meentemeyer, 1978). No es menor, sin embargo, la contribución de otros componentes foliares, como la celulosa, para explicar el ritmo al que se degrada la materia orgánica de origen vegetal (Melillo *et al.*, 1989). Identificar, por tanto, las diferencias en el contenido de estos constituyentes entre diversos tipos de hoja, puede resultar de gran importancia para comprender las tasas de descomposición de la hojarasca en distintas especies. Además, la descomposición afecta a la producción primaria, gobernando el suministro de nutrientes mineralizados a la planta (Kitayama *et al.*, 2004), explicando en cierta medida, sus diferencias en productividad.

El análisis químico de tejidos vegetales está bastante estandarizado, pero en muchos casos supone una considerable inversión de tiempo, especialmente para lignina y celulosa, que requieren complicados procedimientos de laboratorio (Goering y Van Soest, 1970). Desde la aparición de la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) hasta la actualidad, los resultados satisfactorios obtenidos en diversos estudios, han confirmado a la técnica NIRS como una alternativa rápida y fiable para el análisis de constituyentes vegetales. La mayor parte de estos estudios, se han llevado a cabo con productos agrícolas, pudiendo considerarse aún escasa su aplicación al análisis de la composición de muestras de plantas leñosas (Wessman *et al.*, 1988; Meuret *et al.* 1993; Bolster *et al.*, 1996; Mc Tiernan *et al.* 2003; Ono *et al.*, 2003; García-Ciudad *et al.*, 2004).

El objetivo del trabajo es evaluar el potencial de NIRS, comparando dos métodos de regresión, para la determinación del contenido de celulosa y lignina en hojas de un amplio conjunto de especies leñosas, arbóreas y arbustivas, localizadas todas ellas en una misma región de clima mediterráneo frío. Dicho conjunto de especies incluye representantes de diversos hábitos y características foliares, lo que nos proporciona un amplio intervalo de variación en los valores de los constituyentes químicos objeto del presente estudio,

totalmente deseable para tratar de desarrollar ecuaciones que nos permitan determinar la naturaleza del material vegetal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se consideran muestras de hojas de 18 especies leñosas distribuidas en seis zonas de la región Centro-Oeste de la Península Ibérica (provincias de Salamanca y Zamora). Según su distribución en las áreas seleccionadas, se establecieron tres grupos de especies: ribereñas (*Frangula alnus*, *Fraxinus angustifolia* y *Sambucus nigra*), de montaña (*Pinus sylvestris*, *Acer monspessulanum* y *Betula pubescens*) y especies típicas de áreas relativamente secas (*Crataegus monogyna*, *Pyrus bourgaeana*, *Quercus faginea*, *Q. pyrenaica*, *Q. rotundifolia*, *Q. coccifera*, *Q. suber*, *Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *Taxus baccata* e *Ilex aquifolium*). En cada zona, se eligieron al azar cuatro o cinco muestras, compuestas por ramas con hojas procedentes de diferentes posiciones de las plantas leñosas. Los muestreos se realizaron semanalmente durante la estación de crecimiento. Las hojas se separaron en clases según su edad, obteniéndose un total de 183 muestras que fueron secadas en estufa de aire forzado a 60° C y molidas (tamiz de malla de 1 mm). Las concentraciones de lignina y celulosa se determinaron usando el método descrito por Goering y Van Soest (1970).

Los espectros NIR de las 183 muestras de hojas se registraron con un equipo Technicon InfraAlyzer 500, desde 1100 a 2500 nm, como $\log 1/R$ (R =Reflectancia). Teniendo en cuenta características espectrales, mediante el programa PICKS (InfraAlyzer Data Análisis System, Technicon Instrument Corporation, Tarrytown, NY) se seleccionaron 112 muestras para el proceso de calibración, constituyendo las 71 muestras restantes el grupo de validación. El desarrollo de las calibraciones se efectuó empleando dos métodos de regresión: Regresión lineal múltiple (MLR) y regresión por mínimos cuadrados parciales (PLSR), que fueron comparados considerándose tres tratamientos matemáticos: $\log 1/R$, primera derivada (1D) y segunda derivada (2D). Finalmente, para evaluar el modelo de calibración se realizó una validación externa empleando las ecuaciones óptimas de calibración para predecir el contenido de lignina y celulosa de las muestras de validación. La exactitud de las predicciones se estimó mediante un análisis de regresión simple entre los valores predichos por NIRS y los obtenidos con los métodos de referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los contenidos de lignina y celulosa, estimados por el método de referencia, de las 18 especies de plantas leñosas incluidas en este estudio. *Taxus baccata* es la especie que presenta mayor coeficiente de variación (CV) para ambos parámetros (30,4% y 63,5% para lignina y celulosa, respectivamente); seguida de *Quercus pyrenaica* en el caso de lignina (29,5%), y de *Quercus suber* para celulosa (18,6%). Por el contrario, especies como *Frangula alnus* (2,8%) y *Betula pubescens* (4,3%), tienen baja variabilidad para lignina, mientras que dichos coeficientes son bajos para *Crataegus monogyna* (3,9%) y *Quercus pyrenaica* (4%), cuando el parámetro analizado es celulosa.

En la Tabla 2 aparecen reflejados los valores extremos, media y desviación estándar (SD) de las concentraciones de lignina y celulosa de los grupos de muestras de calibración y validación. Se aprecia un amplio intervalo de variación en ambos grupos de muestras, causado no sólo por diferencias entre especies, sino también por la diferente edad de las hojas dentro de cada una de las especies consideradas. Se observa también que los márgenes de variación del grupo de validación están incluidos en los de calibración.

Tabla 1. Contenidos de lignina y celulosa en las 18 especies de plantas leñosas.

Especies	n	Lignina (%)			Celulosa (%)		
		Rango	Media	SD	Rango	Media	SD
<i>Acer monspessulanum</i>	4	7,00-8,05	7,40	0,45	10,87-12,71	11,90	0,89
<i>Betula pubescens</i>	4	12,32-13,55	12,95	0,55	10,16-12,63	12,01	1,24
<i>Crataegus monogyna</i>	6	7,71-14,87	12,07	2,75	11,89-13,21	12,78	0,50
<i>Frangula alnus</i>	3	3,45-3,63	3,52	0,10	6,58-8,29	7,47	0,86
<i>Fraxinus angustifolia</i>	4	12,74-15,55	14,09	1,25	10,89-11,97	11,38	0,54
<i>Ilex aquifolium</i>	8	12,39-14,05	13,14	0,60	10,82-14,61	13,11	1,37
<i>Pinus halepensis</i>	20	11,01-13,45	12,35	0,69	14,68-21,91	18,14	1,79
<i>Pinus pinaster</i>	16	15,29-20,87	17,01	1,45	21,08-27,08	23,41	1,95
<i>Pinus pinea</i>	23	8,26-13,45	11,33	1,27	16,00-20,63	18,31	1,35
<i>Pinus sylvestris</i>	12	11,58-18,26	13,90	1,60	17,00-24,50	20,47	2,08
<i>Pirus bourgaeana</i>	5	14,50-21,61	18,30	2,72	14,58-16,21	15,37	0,64
<i>Quercus coccifera</i>	8	12,32-15,55	14,30	1,35	17,39-20,21	18,66	1,03
<i>Quercus faginea</i>	7	10,34-13,71	11,92	1,07	15,21-18,74	17,18	1,26
<i>Quercus pyrenaica</i>	6	6,34-13,18	9,42	2,78	15,76-17,66	16,47	0,65
<i>Quercus rotundifolia</i>	13	10,30-14,11	12,22	1,07	19,00-24,95	22,18	2,01
<i>Quercus suber</i>	10	9,18-19,18	15,15	3,16	12,55-23,76	19,02	3,53
<i>Sambucus nigra</i>	1		3,53			10,11	
<i>Taxus baccata</i>	33	10,58-27,45	18,28	5,55	5,79-31,26	13,52	8,58
Total	183	3,45-27,45	13,85	4,22	5,79-31,26	17,10	5,41

n: Número de muestras; SD: Desviación estándar

Tabla 2. Rango, media y desviación estándar de los contenidos de lignina y celulosa en las muestras de calibración y validación.

COMPONENTE	GRUPO	n	RANGO	MEDIA	SD
Lignina (%)	Calibración	112	3,45-27,45	13,31	4,17
	Validación	71	7,24-27,05	14,71	4,18
Celulosa (%)	Calibración	112	5,79-31,26	16,45	5,54
	Validación	71	6,08-26,58	18,12	5,09

n: Número de muestras; SD: Desviación estándar

Los resultados de las calibraciones se resumen en la Tabla 3. Los estadísticos son mejores con regresión por mínimos cuadrados parciales (PLSR), que con regresión lineal múltiple (MLR) para los dos parámetros estudiados. Al comparar tratamientos matemáticos en cada método de regresión, las ecuaciones más exactas se obtienen a partir de log 1/R con MLR y de primera derivada con PLSR; con estos tratamientos se alcanzan coeficientes de determinación (R^2) de 0,88 y 0,96 para lignina y 0,97 y 0,98 para celulosa, respectivamente. Los errores estándar de calibración (SEC) obtenidos con MLR, fueron 1,29 y 1,02 para lignina y celulosa, respectivamente. Con PLSR se alcanzaron errores más bajos (SEC=0,88 para lignina y SEC=0,75 para celulosa); los errores estándar de validación cruzada (SECV) fueron 1,19 y 0,93, respectivamente.

Tabla 3. Estadísticos de calibración y validación para regresión lineal múltiple (MLR) y regresión por mínimos cuadrados parciales (PLSR).

MLR				PLSR			
	Log 1/R	1D	2D		Log 1/R	1D	2D
Lignina (%)							
<i>Grupo de calibración</i>							
Long.onda	6	6	6	Factores	14	10	10
R^2	0,88	0,87	0,88	R^2	0,95	0,96	0,97
SEC	1,29	1,43	1,38	SEC	0,90	0,88	0,76
				SECV	1,25	1,19	1,45
<i>Grupo de validación</i>							
r^2	0,90	0,89	0,89	r^2	0,93	0,95	0,89
SEP	1,03	1,06	1,09	SEP	0,93	0,85	1,11
Celulosa (%)							
<i>Grupo de calibración</i>							
Long.onda	6	6	6	Factores	10	9	6
R^2	0,97	0,96	0,97	R^2	0,97	0,98	0,98
SEC	1,02	1,17	1,03	SEC	0,93	0,75	0,85
				SECV	1,07	0,93	1,10
<i>Grupo de validación</i>							
r^2	0,96	0,94	0,96	r^2	0,97	0,97	0,96
SEP	0,96	1,03	1,00	SEP	0,88	0,86	0,98

R: Reflectancia; 1D: Primera derivada; 2D: Segunda derivada; R^2 : Coeficiente de determinación múltiple; SEC: Error estándar de calibración; SECV: Error estándar de validación cruzada; r^2 : Coeficiente de determinación; SEP: Error estándar de predicción.

En la validación externa se corroboran los mejores resultados con PLSR y 1D, consiguiéndose $r^2=0,95$ (lignina) y $r^2=0,97$ (celulosa). Los errores estándar de predicción (SEP), con valores de 0,85 y 0,86 para lignina y celulosa respectivamente, son notablemente más bajos que los obtenidos con MLR (SEP=1,03 para lignina y SEP= 0,96 para celulosa). Las regresiones óptimas a partir de las 71 muestras empleadas en la validación externa, se representan en la Figura 1.

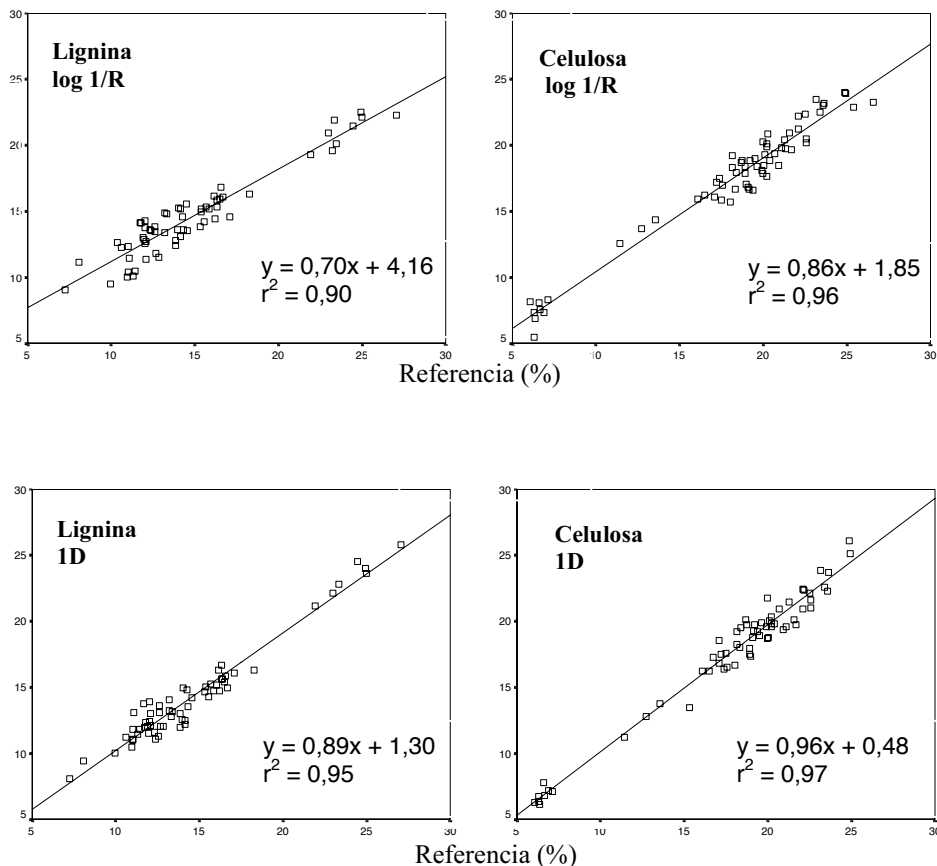


Figura 1. Relación entre valores predichos por NIRS y obtenidos por el método de referencia (validación externa). MLR: Regresión lineal múltiple, PLSR: Regresión por mínimos cuadrados parciales, R: Reflectancia, 1D: Primera derivada.

Williams y Sobering (1993) señalan valores para la relación SD/SEP superiores a 3, como adecuados para el empleo de la técnica NIRS con criterios de diagnóstico e investigación. En este trabajo se alcanzan valores de 4,9 y 5,9 para lignina y celulosa, respectivamente.

Varios autores han obtenido resultados similares para la predicción del contenido de lignina y celulosa: Meuret *et al.* (1993) en muestras procedentes de diversos árboles y arbustos mediterráneos y McTiernan *et al.* (2003) y García Ciudad *et al.* (2004) en poblaciones monoespecíficas de *Pinus sylvestris* y *Cytisus multiflorus*, respectivamente. Sin embargo, otros autores como Ono *et al.* (2003), Wessman *et al.* (1988) y Bolster *et al.* (1996), analizando muestras arbóreas también heterogéneas, obtienen errores más elevados y menores coeficientes de determinación que los recogidos en este trabajo.

Se puede concluir que NIRS posee potencial suficiente para la estimación con exactitud adecuada, de los contenidos de lignina y celulosa en una población de muestras muy heterogénea. Se obtienen mejores ajustes en la estimación de celulosa que en la de lignina, y para ambos constituyentes, PLSR conduce a estadísticos más satisfactorios.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto del MEC: AGL2002-02766 AGR-FOR. Los autores agradecen la ayuda técnica prestada por J.C. Estévez, M. Miguélez y L. Brandón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLSTER, K.L.; MARTÍN, M.E.; ABER, J.D., 1996. Determination of carbon fraction and nitrogen concentration in tree foliage by near infrared reflectance: a comparison of statistical methods. *Can. J. For. Res.*, **26**, 590-600.

GARCÍA CIUDAD, A.; FERNÁNDEZ, B.; GUTIÉRREZ, Y.; VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.; ZABALGOGEAZCOA, I.; GARCÍA CRIADO, B., 2004. Use of NIR spectroscopy to assess the nutritive value of a mediterranean shrub. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **35**, 665-678.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Agricultural Handbook nº 379, 20 pp. ARS-USDA, Washington DC.

HEAL, O.W.; ANDERSON, J.W.; SWIFT, M.J., 1997. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. En: *Driven by nature: plant litter quality and decomposition*, 3-45. Ed. CADISEH, G. GILLER, K.E. CAB International, Wallingford.

KITAYAMA, K.; SUZUKI, S.; HORI, M.; TAKYU, M.; AIBA, S.I.; MAJALAP-LEE, N.; KIKUZAWA, K., 2004. On the relationships between leaf-litter lignin and net primary productivity in tropical rain forest. *Oecologia*, **140**, 335-339.

McTIERNAN, K.B.; COÛTEAUX, M.M.; BERG, B.; BERG, M.P.; CALVO DE ANTA, R.; GALLARDO, A.; KRATZ, W.; PIUSSI, P.; REMACLE, J.; VIRZO DE SANTO, A., 2003. Changes in chemical composition of *Pinus sylvestris* needle litter during decomposition along European coniferous climatic transect. *Soil Biol. Biochem.*, **35**, 801-812.

MEENTEMEYER, V., 1978. Macroclimate and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecology*, **59**, 465-472.

MELILLO, J.M.; ABER, J.D.; LINKINS, A.E.; RICCA, A.; FRY, B.; NADELHOFFER, K.J., 1989. Carbon and nitrogen dynamics along decay continuum: plant litter to soil organic matter. En: *Ecology of arable land*, 53-62. Ed. CLARHOLM, M., BERGSTRÖM, L. Kluwer, Dordrecht.

MEURET, M.; DARDENNE, P.; BISTON, R.; POTY, O., 1993. The use of NIR in predicting nutritive value of Mediterranean tree and shrub foliage. *J. Near Infrared Spectrosc.* **1**, 45-54.

ONO, K.; HIRAIDE, M.; AMARI, M., 2003. Determination of lignin, holocellulose, and organic solvent extractives in fresh leaf, litterfall, and organic material on forest floor using near-infrared reflectance spectroscopy. *J. For. Res.*, **81**, 191-198.

WESSMAN, C.A.; ABER, J.D.; PETERSON, D.L.; MELILLO, J.M., 1988. Foliar analysis using near infrared reflectance spectroscopy. *Can. J. For. Res.*, **18**, 6-11.

WILLIAMS, P.C.; SOBERING, D.C., 1993. Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. *J. Near Infrared Spectrosc.*, **1**, 25-32.

INFLUENCIA DE LA ÉPOCA Y FRECUENCIA DE CORTE SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y PRODUCCIÓN DE LA HIERBA

O. BOCHI¹, S. LÓPEZ², R. GARCÍA², S. ANDRÉS² Y A. CALLEJA².

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI (Brasil).

²Universidad de León. Dpto. de Producción Animal I

RESUMEN

En el presente trabajo se ha estudiado, a lo largo de siete años, la influencia de la frecuencia y de la época de siega sobre la digestibilidad “*in vitro*” de la hierba obtenida en un prado de la Montaña de León, con distintos tratamientos de fertilización NPK. Durante los años en que este prado se segó en dos ocasiones (junio y septiembre) pudo apreciarse que la digestibilidad de la hierba obtenida en el primer corte (junio) era menor que aquella recogida tras el rebrote (septiembre), lo cual podía explicarse como consecuencia de la mayor proporción de gramíneas en un avanzado estado de desarrollo obtenida en junio. Cuando se intensificó el manejo del prado con tres cortes anuales (primavera, verano y otoño) pudo apreciarse que la digestibilidad del primer corte mejoraba gracias al adelanto de la fecha de siega y que la producción conjunta de los dos rebrotes, de verano y otoño, era más elevada que la obtenida en el rebrote único del sistema de explotación de dos cortes (septiembre). En este sentido, cuando se compararon ambos tipos de manejo se observó que, aunque la producción de materia seca a lo largo de todo el año era similar en ambos casos, la de materia seca digestible era más elevada al realizar tres cortes anuales en vez de dos.

Palabras clave: frecuencia de siega, prados de montaña, fertilización.

INFLUENCE OF THE SEASON AND NUMBER OF HARVESTS ON DIGESTIBILITY AND PRODUCTION OF HERBAGE

SUMMARY

During seven years the influence of the season of harvest and the number of cuts on the digestibility and production of the herbage obtained in mountain meadows has been studied. When the meadows were harvested twice per year (June and September) the herbage obtained in the first cut showed a lower digestibility than that corresponding to September. This was due to the higher content of grasses in an advanced stage of maturity harvested in June. On the other hand, when the management was changed to three cuts per year (spring, summer and autumn) it could be observed that the digestibility of the first cut was improved thanks to the earlier harvest. Moreover, the total production obtained with both regrowths (summer and autumn) was higher compared to that obtained in the unique regrowth of the two cuts system (September). These are the reasons why the total annual production of digestible dry matter was higher for the three cuts system compared to the two cuts system.

Key words: seasonal pattern, highland meadows, fertilization.

INTRODUCCIÓN

La frecuencia con la que se siegan los prados de montaña, así como la época del año en que esta operación se lleva a cabo, son factores de la máxima importancia que, junto con el tipo y nivel de fertilización, determinan en gran medida el valor nutritivo y la producción de hierba obtenida en estas regiones. En este sentido, un conocimiento más amplio sobre cómo estas normas de manejo afectan al rendimiento de los prados de montaña permitiría extraer conclusiones, útiles, para aumentar la calidad de la hierba recogida en ellos. Por tanto el presente trabajo se planteó con el fin de conocer la influencia de la frecuencia y de la época de corte sobre la digestibilidad y la producción de hierba en un prado de montaña de la provincia de León.

MATERIAL Y MÉTODOS

El prado objeto de estudio se encuentra Las Salas (Montaña de León) y ha sido dividido en 64 parcelas con el fin de realizar un experimento de fertilización con un diseño factorial 4^3 . De este modo, en cada una de las parcelas se aplica una combinación diferente de tres fertilizantes distintos (NPK) a cuatro dosis diferentes (Rodríguez *et al.*, 1980). Actualmente sólo se ha completado el trabajo en 22 de las parcelas con el fin de simplificar el estudio de los efectos de la fertilización. Los tratamientos de dichas parcelas ya han sido expuestas en trabajos precedentes (Rodríguez *et al.*, 2001) y son las siguientes:

Además del testigo (0-0-0) las 21 restantes están repartidas en siete bloques de tres tratamientos cada una, con sus diferentes dosis ($\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), de acuerdo con el siguiente esquema:

Un primer grupo de cada fertilizante de forma aislada:

- Nitrógeno: 60, 120 y 180.
- Fósforo: 80, 160 y 240.
- Potasio: 60, 120 y 180.

Un segundo grupo de combinaciones binarias:

- Nitro-fosfóricos: 60-80, 120-160 y 180-240.
- Nitro-potásicos: 60-60, 120-120 y 180-180.
- Fosfo-potásicos: 80-60, 160-120 y 240-180.

Un último bloque de combinaciones ternarias.

- Nitro-fosfo-potásicos: 60-80-60, 120-160-120 y 180-240-180.

No obstante, conviene recordar que el objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto de la frecuencia y de la época de siega sobre la digestibilidad y la producción de materia seca del prado, independientemente del tratamiento de fertilización aplicado. Por esta razón, aunque en este trabajo se presentan los resultados obtenidos en las 22 parcelas señaladas, tan solo haremos referencia al efecto de los dos factores objeto de estudio.

Para el presente estudio se utilizaron muestras recogidas en siete años distintos. Durante 1985, 1986 y 1987 se efectuaron dos cortes anuales, en junio y septiembre (22 parcelas \times 2 cortes \times 3 años = 132 muestras). En 1989, 1990, 1991 y 1996 se llevó a cabo un sistema de aprovechamiento más intensivo con 3 cortes anuales: en primavera, verano y otoño (22 parcelas \times 3 cortes \times 4 años = 264 muestras). En ambos sistemas de aprovechamiento las fechas de siega se eligieron en función de la climatología, buscando unas condiciones apropiadas para poder efectuar la henificación.

En el momento de la siega, una vez delimitadas las parcelas experimentales y eliminado el efecto borde, se midió la superficie resultante (aproximadamente 10-12 m²), se cortó la totalidad de la hierba con una motosegadora y se pesó la producción utilizando una balanza portátil con una precisión de \pm 10 g. De cada parcela se tomó una muestra representativa que se conservó en cámara a -18°C hasta su utilización. Una vez descongelada, seca (60°C en estufa de aire forzado) y molida (Culatti, equipado con una luz de malla de 1 mm) se utilizó para determinar la digestibilidad “*in vitro*” a partir de las técnicas propuestas por Tilley & Terry (1963) and Goering & Van Soest (1970), con las modificaciones introducidas por el procedimiento Ankom-Daisy (Ankom, 1998). El líquido ruminal que se empleó en las incubaciones se obtuvo a partir de 3 ovejas adultas, fistuladas y provistas de una cánula en el saco dorsal del rumen, que se alimentaban con heno de alfalfa suministrado en dos tomas diarias.

Por otra parte, la producción total anual de materia seca (PMS) y de materia seca digestible (PMSD) se obtuvo sumando las producciones parciales obtenidas en cada corte.

Una vez calculados los coeficientes de digestibilidad “*in vitro*”, todas las variables fueron sometidas a análisis de la varianza para estudiar el nivel de significación estadística del efecto de la época de corte sobre el valor nutritivo de la hierba segada en cada momento. Al ser distinta la distribución de los grados de libertad de las diversas fuentes de variación, se analizaron por separado los datos obtenidos en los años en que se realizaron dos o tres cortes anuales. Además se llevó a cabo la comparación estadística entre ambos sistemas de aprovechamiento (2 vs. 3 cortes año⁻¹) en lo referente al rendimiento productivo de las parcelas. Las comparaciones entre medias se realizaron mediante el test de la diferencia mínima significativa (LSD) (Steel y Torrie, 1981).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la época de corte sobre la digestibilidad. Dos cortes anuales

Los resultados de digestibilidad *in vitro* de la hierba obtenida en un sistema de aprovechamiento con dos cortes anuales se exponen en la Tabla 1.

Tabla 1. Efecto de la época de corte sobre la digestibilidad in vitro de la hierba en un sistema de manejo con dos aprovechamientos anuales

	Junio	Septiembre	s.e.d.
Digestibilidad in vitro			
DMS (g kg ⁻¹ MS)	753 ^a	833 ^b	3,6
DFND (g kg ⁻¹ FND)	586 ^a	643 ^b	5,8

s.e.d. Error estándar de la diferencia. Letras diferentes en la misma fila denotan diferencias estadísticamente significativas entre medias (P<0,05). [DMS = digestibilidad in vitro de la MS; DFND = digestibilidad in vitro de la FND]

Las diferencias entre las dos épocas de corte (junio y septiembre) fueron significativas (P<0,05), con valores de digestibilidad de la materia seca (DMS) y de la pared celular (DFND) superiores en un 11% y 10%, respectivamente, en el corte de septiembre.

En el primer corte de la hierba obtenida en estos prados, el contenido de gramíneas en un avanzado estado fenológico es muy importante, dado que las condiciones de luz y temperatura en primavera son propicias para el crecimiento de estas plantas. Por tanto, desde el punto de vista de la composición química, las muestras procedentes de estos primeros cortes presentan altos contenidos de pared celular que, además, esta muy lignificada. Las leguminosas, sin embargo, requieren condiciones de luz y temperatura más adecuadas para poder desarrollarse (Duthil, 1989; Van Soest, 1994), por lo que estas plantas con una proporción superior hojas/tallos abundan, en mayor medida, en los rebrotes. Además, en ellos las gramíneas se encuentran en un estado de desarrollo menos avanzado. Todo ello permite explicar que la digestibilidad de la hierba obtenida en los rebrotes sea superior a la del primer corte (Duru, 2003; Duru y Delaby, 2003; Keady y O'Kiely, 1998; Sarwar *et al.*, 1994; Van Soest, 1994).

Efecto de la época de corte sobre la digestibilidad. Tres cortes anuales

Los resultados de digestibilidad in vitro de la hierba obtenida en un sistema de explotación con tres cortes anuales se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Efecto de la época de corte sobre la digestibilidad in vitro de la hierba en un sistema de manejo con tres aprovechamientos anuales

	Primavera	Verano	Otoño	s.e.d.
Digestibilidad in vitro				
DMS (g kg ⁻¹ MS)	797 ^a	844 ^b	858 ^c	3,0
DFND (g kg ⁻¹ FND)	645 ^a	667 ^b	690 ^c	5,6

s.e.d. Error estándar de la diferencia. Letras diferentes en la misma fila denotan diferencias estadísticamente significativas entre medias (P<0,05). [DMS = digestibilidad in vitro de la MS; DFND = digestibilidad in vitro de la FND]

Del mismo modo que en el sistema de manejo con dos cortes anuales, también en este caso se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la digestibilidad

del primer corte y los rebrotes de verano y otoño, siendo las diferencias entre los rebrotes mucho menos acusadas que con respecto al primer corte.

Es importante destacar que con un aprovechamiento del prado más intensivo (3 cortes anuales, Tabla 2) la digestibilidad “*in vitro*” del primer corte fue superior con respecto al sistema de manejo con dos cortes (Tabla 1), debido a que en el primer caso es necesario adelantar la fecha de siega y las plantas se encuentran en un estado fenológico menos avanzado. En cuanto a los aprovechamientos posteriores, la digestibilidad fue similar en los rebrotes de ambos sistemas de manejo, quizás debido al contenido más elevado en leguminosas, plantas que no se ven tan afectadas por el estado fenológico como las gramíneas.

Efecto de la época de corte sobre la producción. Dos cortes anuales

En la Tabla 3 se muestran los valores medios de producción para cada época de corte en el sistema de dos aprovechamientos anuales.

Tabla 3. Rendimientos productivos (kg ha⁻¹ año⁻¹) en cada época de corte en un sistema de manejo con dos aprovechamientos anuales

	Junio	Septiembre	s.e.d.
PMS	7 267 ^a	2 976 ^b	70,5
PMSD	5 438 ^a	2 479 ^b	47,3

s.e.d. Error estándar de la diferencia. Letras diferentes en la misma fila denotan diferencias estadísticamente significativas entre medias ($P < 0,05$). [PMS: producción de materia seca; PMSD: producción de materia seca digestible]

Como puede observarse, tanto la producción de materia seca (PMS, kg ha⁻¹) como la producción de materia seca digestible (PMSD, kg ha⁻¹) fueron mucho más elevadas en el primer corte. Este hecho se debe, principalmente, a que las condiciones climatológicas de este periodo favorecen el desarrollo de las gramíneas que, en muchos casos, llegan a la fase de espigado contribuyendo de una manera más efectiva al aumento de la producción del prado (Klitsch, 1965). Sin embargo, durante el verano, las elevadas temperaturas favorecen el crecimiento de las leguminosas (Duthil, 1989; Van Soest, 1994) que, además, no se ven tan perjudicadas por el efecto del sombreado ejercido por las gramíneas (Muslera y Ratera, 1991). Por otra parte, las gramíneas no suelen sobrepasar el período vegetativo durante el rebrote, por tanto, aunque en este segundo corte la PMS y la PMSD no son tan elevadas como en el primer aprovechamiento, la digestibilidad de la hierba, como se ha visto anteriormente (Tabla 1), es más alta.

En este sentido, uno de los errores más frecuentes en el manejo de los prados de nuestra región es retrasar la fecha de siega del primer corte con el fin de maximizar la producción de hierba. Como consecuencia de este retraso, las plantas presentan un grado de madurez avanzado en el momento del primer corte, con un predominio de los tallos sobre las hojas. Además se retrasa el comienzo del desarrollo de la hierba del rebrote que será, en consecuencia, cuantitativamente mucho más reducido.

Efecto de la época de corte sobre la producción. Tres cortes anuales

En la Tabla 4 se muestran los valores medios de producción de materia seca (PMS) y de materia seca digestible (PMSD) para cada época de corte (primavera, verano y otoño) en el sistema de tres aprovechamientos.

De igual modo que en el sistema de manejo con dos cortes anuales, un aprovechamiento más intensivo con tres siegas permitió obtener PMS y PMSD más elevadas en el primer corte de primavera que en los rebrotes posteriores (Tabla 4). No obstante, como consecuencia del adelanto de la fecha de siega del primer corte, la PMS y PMSD obtenidas en primavera (Tabla 4) fueron inferiores a las del primer corte en el sistema de dos aprovechamientos (Tabla 3), debido a que las gramíneas no tuvieron tiempo de desarrollarse completamente. Sin embargo, este cambio en el manejo permitió realizar posteriormente dos aprovechamientos más (rebrotos de verano y de otoño) que, conjuntamente (no por separado) permitieron obtener PMS y PMSD superiores (Tabla 4) a las obtenidas en el rebrote único del sistema de dos aprovechamientos (Tabla 3).

Tabla 4. Rendimientos productivos (kg ha⁻¹ año⁻¹) en cada época de corte en un sistema de manejo con tres aprovechamientos anuales

	Primavera	Verano	Otoño	s.e.d.
Producción				
PMS	6 070 ^a	2 152 ^b	1 834 ^c	95,0
PMSD	4 835 ^a	1 816 ^b	1 578 ^c	71,4

s.e.d. Error estándar de la diferencia. Letras diferentes en la misma fila denotan diferencias estadísticamente significativas entre medias (P<0,05). [PMS: producción de materia seca; PMSD: producción de materia seca digestible]

Efecto del sistema de aprovechamiento: 2 vs. 3 cortes anuales.

En la Tabla 5 se muestran los valores medios de producción de materia seca (PMS) y de producción de materia seca digestible (PMSD) obtenidos a lo largo de todo el año en ambos sistemas de aprovechamiento (dos y tres cortes anuales).

Tabla 5. Efecto del sistema de aprovechamiento (2 cortes vs. 3 cortes) sobre la producción de hierba (kg ha⁻¹ año⁻¹).

	2 cortes anuales (n=66)	3 cortes anuales (n=88)	s.e.d.
PMS	10 243	10 056	167,1
PMSD	7 917 ^a	8 229 ^b	139,6

s.e.d. Error estándar de la diferencia. Letras diferentes en la misma fila muestran significación (P<0,05). [PMS: producción de materia seca; PMSD: producción de materia seca digestible]

Como puede observarse, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre dos y tres cortes anuales en la PMS ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$), lo cual concuerda con los resultados de Rodríguez (1994), en prados del mismo tipo, y de Peláez *et al.* (1995), en praderas, en que se aprecia una ligera disminución en la PMS al aumentar el número de cortes; por otro lado hay un aumento significativo de PMSD ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) en el sistema de manejo más intensivo (Tabla 5), ambos hechos pueden explicarse al adelanto en la fecha se siega del primer corte, que es necesario llevar a cabo para poder realizar un sistema de manejo con tres aprovechamientos anuales. Consecuentemente hay una menor producción en el primer corte que se ve compensada por la mejora en la calidad del forraje, ya que las plantas se encuentran en un estado fenológico menos avanzado. Por otra parte, aumenta el tiempo destinado a la producción de hierba de los rebrotes que, aunque son cuantitativamente menos productivos, permiten obtener un forraje con una digestibilidad superior. Este sentido, Troxler (1990) afirma que el paso de un sistema extensivo (2 cortes) a un sistema semi-intensivo (3 cortes) mejora sensiblemente la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de la hierba.

CONCLUSIONES

El adelanto de la fecha de la primera siega de los prados de montaña permite obtener un forraje más digestible debido al menor grado de desarrollo de las plantas; así como ganar tiempo suficiente como para realizar dos aprovechamientos más, que aportarán una hierba a la explotación de gran valor nutritivo en virtud del elevado contenido en leguminosas. En este sentido, este sistema de manejo basado en tres cortes anuales permite aumentar la producción anual de materia seca digestible en los prados de montaña. Por tanto, los resultados obtenidos en el presente trabajo indican la posibilidad real de introducir cambios en el manejo tradicional de los prados para poder mejorar la calidad de los heno destinados a la alimentación del ganado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANKOM, 1998. Procedures for fiber and in vitro analysis [en línea]. Accesible en Internet: <<http://www.ankom.com>> [Consulta: 1 junio 2002].

DURU, M., 2003. Effect of N fertiliser rates and defoliation regimes on the vertical structure and composition (crude protein content and digestibility) of a grass sward. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **83**, 1469-1479.

DURU, M.; DELABY, L., 2003. The use of herbage nitrogen status to optimize herbage composition and intake and to maximize nitrogen excretion: an assessment of grazing management flexibility for dairy cows. *Grass and Forage Science*, **58**, 350-361.

DUTHIL, J., 1989. *Producción de forrajes* 4th Ed. Mundi-Prensa, 356 pp. Madrid (España).

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. USDA Handbook no. 379. U.S. Government Printing Office, Washington D.C.(USA).

KEADY, T.W.J.; O'KIELY, P., 1998. An evaluation of potassium and nitrogen fertilization on grassland, and date of harvest, on fermentation, effluent production, dry-matter recovery and predicted feeding value of silage. *Grass and Forage Science*, **53**, 326-337.

KLITSCH, A., 1965. *Producción de forrajes*. Ed. Acribia, 335 pp. Zaragoza (España).

MUSLERA, E.; RATERA, C. 1991. *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento* (2ª edición). Ed. Mundi-Prensa, Madrid (España).

PELÁEZ, R.; LÓPEZ, S.; MANTECÓN A. R.; LÓPEZ J., 1995. Producción de hierba en prados de regadío en relación con la programación de las fechas de siega. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, (Tenerife), 277-280.

RODRÍGUEZ, M.; DE LA PUENTE T.; CALLEJA, A., 1980. Relación entre el abonado NPK y la composición botánica de prados de regadío de la montaña leonesa. *Pastos*, **10**, 105-113.

RODRÍGUEZ, M.; GÓMEZ SAL, R.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 2001. Relaciones entre la producción, diversidad y riqueza de especies en prados fertilizados. En: *Biodiversidad en Pastos*, 175-180. Compobell. Murcia (España)

RODRÍGUEZ, M., 1994. *Efecto de la fertilización mineral y frecuencia de siega sobre la producción, composición botánica y valor nutritivo de un prado de montaña*. Tesis Doctoral, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, León (España).

SARWAR, M.; SAEED, M.N.; DIN, A.M., 1994. Effect of nitrogen fertilizer on the soil-plant-animal ecosystem. *Pakistan Journal of Livestock Poultry*, **1**, 1-6.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H., 1981. *Principles and procedures of statistics*. Mc Graw Hill, 633 pp. New York (USA).

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A., 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, **18**, 104-111.

TROXLER, J., 1990. Dynamique de la vegetation et productivite des prairies naturelles de montagne en Suisse. *Herba*, **3**, 40-45.

VAN SOEST, P.J., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*, 2nd ed. Cornell Univ Press, 476 pp. Ithaca, New York (USA).

**EFFECTOS DEL ESTADO DE MADUREZ DEL TRIGO (*Triticum aestivum*)
UTILIZADO COMO FORRAJE SOBRE EL CONSUMO DE MATERIA SECA,
DIGESTIBILIDAD, Y BALANCE EN NITRÓGENO**

G. SALCEDO DÍAZ.
Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja"
39792 Heras. Cantabria

RESUMEN

Durante el año 2001 se evaluó el consumo voluntario de materia seca; digestibilidad *in vivo* de la misma, de la materia orgánica, de la proteína bruta y balance en nitrógeno del trigo (*Triticum aestivum* cv 'Sideral') a diferentes estados de madurez. Los resultados mostraron descensos lineales de consumo con el avance de la madurez ($P < 0,001$), con máximos al inicio del encañado ($41,3 \text{ g/kg}^{0,75}$) y mínimos de $31,3 \text{ g/kg}^{0,75}$ en la fase de grano pastoso. La digestibilidad aparente de la materia seca, materia orgánica y nitrógeno disminuyen a un ritmo diario de 0,31; 0,30 y 0,50 unidades porcentuales por día a partir del uno de enero, siendo los contenidos de fibra neutro detergente y proteína bruta las variables más implicadas en dicho descenso. El balance de N reflejó mayores pérdidas en orina hasta el final del encañado ($P < 0,001$), invirtiéndose desde el inicio del espigado hasta la fase de grano pastoso. Las variables mejor relacionadas con el volumen de orina son los porcentajes de proteína bruta y materia seca.

Palabras clave: *triticum aestivum*, ovino, valor nutritivo

**EFFECTS OF WHEAT MATURITY STATE USED AS FORAGE ON THE
CHEMICAL COMPOSITION, DIGESTIBILITY AND NITROGEN BALANCE**

SUMMARY

During 2001 it was evaluated the voluntary intake of dry matter; digestibility *in vivo* of dry matter, organic matter, crude protein and balance in nitrogen in different stages of growth. The results showed lineal decreases of consume with the advance of maturity ($P < 0,001$) with maximum ($41.3 \text{ g/kg}^{0,75}$) a advanced tillering and minimum $31.3 \text{ g/kg}^{0,75}$ at the stage o mellow grain. The *in vivo* apparent digestibility of dry matter, organic matter and nitrogen diminish daily 0.31; 0.30 y 0.50 porcentaje units for day from 1 January, being the contents of neutral detergent fiber and crude protein the variables most involve in this decrease. The N balance reflected most losses of urine until the end boot stage ($P < 0.001$), changing from whole gleaning to the stage of mellow grain. The best related vairables with the urine volume are the percentages of crude protein and dry matter.

Key words: *triticum aestivum*, sheep, nutritive value

INTRODUCCIÓN

La elevada producción de materia seca y energía metabolizable del trigo un forraje interesante (Harvey, 1990). Sin embargo hay pocos datos de ingestión, digestibilidad *in vivo* y utilización del N respecto a su evolución en el tiempo.

Para tener un forraje bien caracterizado desde el punto de vista nutricional, no basta conocer su contenido en principios nutritivos, sino también la digestibilidad aparente de los mismos y la ingestión voluntaria (Ingalls *et al.*, 1965). Además, es preciso evaluar los cambios según estado de madurez (Van Soest, 1986) y sobre todo en el caso de las gramíneas, que respecto a las leguminosas tardan más tiempo en abandonar el rumen a igualdad de estado de desarrollo (Moseley, 1981), con las implicaciones que ello conlleva.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la evolución de ingestión voluntaria, digestibilidad *in vivo* y balance en nitrógeno del forraje de trigo según sucesivos estados de madurez en ganado ovino.

MATERIAL Y METODOS

La identificación de los estados fenológicos considerados se siguió la nomenclatura de Zadocks *et al.* (1974), que figuran en la tabla 1. Los datos de composición química están publicados en un trabajo previo (Salcedo, 2004).

Tabla 1. Estados de madurez y fechas respectivas

Estados de madurez	Fecha del estado de madurez	Días*	Balances **
Inicio encañado	23-02-01	54	23 al 26 febrero
Encañado	12-03-01	71	12 al 15 marzo
Final encañado	22-03-01	81	22 al 25 marzo
Inicio espigado	26-03-01	85	26 al 29 marzo
Inicio floración	10-04-01	100	10 al 13 abril
Final floración	24-04-01	114	24 al 27 abril
Inicio formación del grano	3-05-01	123	3 al 6 mayo
Grano lechoso	17-05-01	137	17 al 20 mayo
Grano pastoso	24-05-01	150	24 al 27 mayo

* A partir del 1 de enero; ** Días de control

Diseño experimental, animales y dietas

Se utilizaron seis ovejas secas y no gestantes de $65 \pm 11,9$ kg de peso vivo, alimentadas con forraje de trigo *ad libitum* (10% de rechazos) según un diseño de bloques al azar, tomándose como repetición cada uno de los días de muestreo. En todo momento dispusieron de agua y corrector vitamínico-mineral. Los animales se alojaron en jaulas de metabolismo para el control individual de la ingestión y recogida por separado de las excretas sólidas y líquidas durante 98 días. La orina fue recogida en una solución de H₄SO₂ al 10%.

El forraje previamente segado, se picó a 2,5 cm, ofreciéndose a las 8 a.m. Los balances se realizaron desde el 15 de Febrero al 27 de Mayo. Al ser el forraje de trigo el único alimento de la dieta durante todo el experimento, los períodos de control se realizan al cambio del estado de madurez del forraje. Las fases de adaptación corresponden al tiempo transcurrido entre estados de madurez. Tanto las heces como la orina fueron muestreados durante cuatro días consecutivos, tomándose alícuotas de 50 cc para la orina y 50 g de heces frescas y por oveja.

Análisis químico

La metodología analítica del forraje fue descrita por Salcedo, (2004). Para las heces sobre muestra natural y por oveja se determinó el N-Kjeldhal y materia seca en estufa a 65 °C durante cuarenta y ocho horas. Sobre muestra seca y molida a 1 mm, se analizaron las cenizas por incineración a 550 °C. El N de la orina se analizó sobre muestra individual por oveja y día.

Análisis estadístico

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, donde el efecto principal fue estado de madurez. Los efectos lineal y cuadrático fueron comparados mediante contrastes ortogonales, separándose las medias con el test LSD del paquete estadístico SAS (1988). El PROG REG de SAS (1988) fue utilizado para estimar las diferentes variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ingestión voluntaria

La ingestión de materia seca (IMS) y materia orgánica digestible (IMOD) descendieron linealmente ($P < 0,001$) desde el inicio del encañado (41,3 y 34 g/kg^{0,75}) al estado de grano pastoso (31,3 y 15,2 g/kg^{0,75}), a un ritmo diario de 0,087 g MS/kg^{0,75} y 0,17 g MOD/kg^{0,75} a partir del uno de enero (Tabla 2). Los consumos medios para las fases vegetativas fueron de 38,9 y 35,2 g/kg^{0,75} para IMS y de 27,1 y 19,2 g/kg^{0,75} para IMOD, imputable al menor ritmo fraccional de salida de la fracción no degradada (Salcedo, 2004). A partir del final del encañado, la ingestión de MOD se sitúa muy al límite para satisfacer las necesidades de mantenimiento según Coop (1962).

Por su parte Sileshi *et al.* (1998) señalan consumos mayores en ovinos alimentados con heno de avena, donde la dMS fue 58,8%; la diferencia respecto al presente trabajo puede tener su origen al menor contenido de agua del heno.

La tabla 3 señala los principios nutritivos más relacionados con la ingestión de materia seca, pudiéndose apreciar que tanto en modelos lineales como cuadráticos, los coeficientes de determinación resultan muy semejantes.

Tabla 2. Balance nutricional

Ítem	Días a partir del uno de enero										Significación estadística		
	54	71	81	85	93	114	123	137	150	e.e.m	L	C	
Ingestión de materia seca (g/d)	928	883	849	837	852	828	800	758	703	8,38	***	*	
g de MS/kg PV ^{0,75}	41,3	39,4	37,7	37,3	37,9	36,8	35,9	33,9	31,3	0,64	***	*	
g de MOD/kg PV ^{0,75}	34,0	28,3	23,3	22,9	22,7	20,2	16,6	18,1	15,2	0,70	***	*	
dMS (%)	77,5	65,6	57,9	56,1	51,3	49,8	48,3	46,7	43,1	1,30	***	*	
dMO (%)	82,5	72,2	61,3	61,1	60,0	54,9	53,3	52,7	48,5	1,19	***	***	
dN (%)	83,2	71,2	69,2	66,6	62,0	49,5	43,1	42,3	35,0	1,60	***	*	
N ingerido (g/d)	46,4	35,3	24,4	22,8	23,8	14,2	13,9	12,8	11,9	1,07	***	***	
N heces (g/d)	7,81	10,16	7,45	7,46	9,02	7,16	7,85	7,35	7,69	0,16	NS	NS	
100- dN (g)	16,7	28,7	30,7	33,3	37,9	50,4	56,8	57,6	64,9	1,6	***	*	
N orina (g/d)	17,6	11,8	11,6	8,2	6,22	2,21	1,25	0,49	0,40	0,62	***	NS	
% N sobre ingerido	38,1	33,6	46,4	37,0	26,1	15,6	9,2	4,24	3,3	1,87	*	**	
Volumen orina (ml/d)	3008	2917	1563	1683	1110	353	292	122	79	113,2	***	NS	
N retenido (g/d)	20,9	13,3	5,35	7,1	8,6	4,8	4,8	4,9	3,8	0,61	***	***	
N absorbido (g/d)	38,6	25,2	16,9	15,4	14,8	7,0	6,0	5,4	4,2	1,04	***	***	

*** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; L = efecto lineal; C = efecto cuadrático

Tabla 3. Principios nutritivos más relacionados con la ingestión y digestibilidad de la materia seca

Variable Independiente	Variables Dependientes						
	MS ingerida (g/d)				MS ingerida (g/d)		
	Pendiente				Pendiente		
	Constante ecuación	X	X ²	R ²	Constante ecuación	X	R ²
PB	618,7	17,28	-0,24	0,43	697,3	7,69	0,41
MS	761,1	19,98	-0,73	0,45	1058	-10,53	0,41
FAD	982,7	2,95	-0,19	0,34	1212	-10,55	0,34
FND	1152,4	-4,75	-0,028	0,43	1229,8	-7,77	0,43
Variable Independiente	dMS (%)				dMS (%)		
	Pendiente				Pendiente		
	Constante ecuación	X	X ²	R ²	Constante ecuación	X	R ²
	PB	41,42	0,25	0,028	0,53	32,49	1,34
MS	108,6	-3,27	0,035	0,48	94,08	-1,77	0,48
FAD	222,6	-7,55	0,079	0,52	127,9	-1,99	0,50
FND	396,2	-12,04	0,10	0,54	119,02	-1,23	0,45

Digestibilidad

La digestibilidad aparente de la materia seca (dMS), materia orgánica (dMO) y nitrógeno (dN), aparecen reflejadas en la Tabla 2. En todos los casos, el descenso fue lineal ($P<0,001$), más acusado en las fases productivas, con valores medios de 64,2%; 69,2% y 72,5% frente a 47,7%; 59,8% y 46,4% en las vegetativas. Por su parte Oltjen (1980) indica descensos del 9% en la dMS para los cereales de invierno desde el inicio de la formación del grano al estado de grano pastoso, semejante al 10,7% del presente experimento. Para todos los estados de madurez dMS, dMO y dN disminuyeron 0,31, 0,30 y 0,50 unidades porcentuales por día a partir del uno de enero. Los principios nutritivos más relacionados con la digestibilidad de la materia seca del forraje de trigo figuran en la tabla 3.

Balance en N

La ingestión de N descendió con el avance de la madurez (Tabla 2), con máximos de 46,4 g/día al inicio del encañado y mínimos de 11,9 g/d en estado de grano pastoso, imputable al menor contenido de N del forraje ($P<0,001$). Hacia el principio del espigado la ingestión de N desciende 0,70 g/d y 0,22 g/d en fases reproductivas, atribuible al descenso de N de la planta según el estado de desarrollo.

De igual forma, la excreción de nitrógeno procedente de la orina (N_o) disminuyó de forma lineal respecto al contenido de proteína bruta del forraje ($P<0,001$), con máximos al inicio del encañado ($17,6\pm 3,20$ g/d) y mínimos de $0,40\pm 0,47$ g/d en la fase de grano pastoso. Para todos los estados de madurez estudiados, el descenso fue 0,76 g de N_o por incremento de unidad porcentual de proteína bruta (Tabla 4) y, dentro del rango 8,85% (grano pastoso) – 31,3% (inicio del encañado). Los trabajos de Susmel et al., (1995) y Rabinowitz y Gunther (1972), indican aumentos de N_o al aumentar la proteína bruta de la dieta, favoreciendo la primera ruta de excreción del N para el ganado. Además Rabinowitz y Gunther (1972), señalan volúmenes de orina mayor, hecho apreciado en el presente experimento, donde cada unidad porcentual de proteína dentro del rango 8,41% a 32,1% se excretan 144 cc de orina.

El N excretado en heces (N_h) fue más uniforme en el tiempo sin diferencias significativas entre estados de madurez, con un valor medio de $7,99\pm 1,71$ g/d; de igual forma, no se apreció relación entre el consumo de materia seca y el porcentaje de N_h por 100 gr de materia seca, con un valor medio de $0,97\pm 0,20$.

El valor medio de N_h /kg de MS ingerida fue $9,66\pm 1,71$ g/d, ligeramente inferior a 7,5 señalado por Peyraud et al., (1995) en la especie bovina. Para el conjunto de datos y dentro del rango de 16 a 36 g N/kg de MS, la proporción de N_h respecto al ingerido incrementó un 78%, coincidente con van Vuubren y Meijs, (1987) en vacas lecheras, quienes señalan incrementos del 45% al 80% cuando el contenido de N del forraje aumenta de 15 a 40 g N/kg MS.

Tanto el N retenido como el absorbido descendieron linealmente ($P<0,001$) con el avance de la madurez (Tabla 3), con máximos de $20,9\pm 5,18$ y $38,6\pm 2,7$ g/d al inicio del encañado y de $3,83\pm 1,44$ y $4,2\pm 1,33$ g/d en la fase de grano pastoso, para un valor final medio global de $8,21\pm 6,38$ y $14,87\pm 10,88$ g/d respectivamente, imputable a la ingestión de N.

Tabla 4. Predicción del N ingerido, excretado y utilizado

Variable Dependiente	Y = a + bx	r ²	ES	n
N ingerido (g/d)	Y = 58,0 - 0,35 d	0,84***	4,40	108
N ingerido (g/d)	Y = -2,66 + 1,51 % PB	0,97***	1,93	108
N orina (g/d)	Y = 25,86 - 0,19 d	0,75***	3,28	108
N orina (g/d)	Y = 0,29 - 0,0051 cc orina	0,86***	2,42	108
N orina (g/d)	Y = -70,87 + 0,993 % Hdad	0,65***	3,87	108
N heces + orina (g/d)	Y = 47,56 - 0,2 d	0,73***	3,64	108
N orina (g/d)	Y = -4,61 + 0,49 N ingerido (g/d)	0,71***	3,48	108
N orina (g/d)	Y = -6,22 + 0,76 % PB	0,72***	3,40	108
N retenido (%)	Y = -2,45 + 0,46 N ingerido (g/d)	0,67***	3,67	108
N absorbido (%)	Y = -7,06 + 0,95 N ingerido (g/d)	0,97***	1,66	108
N heces + orina (g/d)	Y = 2,45 + 0,53 N ingerido (g/d)	0,72***	3,67	108
Volumen de orina (ml/d)	Y = -1195,7 + 144 % PB	0,80***	529	108
Volumen de orina (ml/d)	Y = 5629,6 - 200,2 % MS	0,81***	513	108
Variable Dependiente	Y = a + bx+cx ²	r ²	ES	n
N ingerido (g/d)	Y = 187,47 - 1,7 d + 0,0041 d ²	0,94***	2,63	108
N ingerido (g/d)	Y = 2,88 + 0,84 PB + 0,017 PB ²	0,97***	1,74	108
N orina (g/d)	Y = 71,57 - 0,61 d + 0,0013 d ²	0,77***	3,11	108
N orina (g/d)	Y = -0,32 + 0,0069 cc - 0,00000005cc ²	0,86***	2,42	108
N orina (g/d)	Y = - 28,8 + 1,53 Hdad - 0,009 Hdad ²	0,65***	3,89	108
N heces + orina (g/d)	Y = 78,77 - 0,59 d + 0,0012 d ²	0,74***	3,54	108
N orina (g/d)	Y = -8,86 + 0,86 Ni - 0,0067 Ni ²	0,73***	3,40	108
N orina (g/d)	Y = -9,17 + 1,12 PB + 0,0092 PB ²	0,73***	3,39	108
N retenido (%)	Y = 3,8 - 0,088 Ni + 0,0099 Ni ²	0,70***	3,49	108
N absorbido (%)	Y = -5,05 + 0,78 Ni + 0,003 Ni ²	0,97***	1,62	108
N heces + orina (g/d)	Y = -3,8 + 1,08 Ni - 0,0099 Ni ²	0,75***	3,49	108
Volumen de orina (ml/d)	Y = -1858,6 + 225,4 PB - 2,07 PB ²	0,80***	522,3	108
Volumen de orina (ml/d)	Y = 7193,4 - 361,0 MS + 3,85 MS ²	0,81***	506,3	108

*** P<0,001; r² = coeficiente de determinación; ES = error estándar de la regresión; n = número de casos; d= días a contar desde el 1 de enero; Hdad = humedad del forraje; PB = proteína del forraje en % sobre materia seca; Ni = nitrógeno ingerido (g/d); cc = volumen de orina (cc/d)

El N excretado en heces (N_h) fue más uniforme en el tiempo sin diferencias significativas entre estados de madurez, con un valor medio de $7,99 \pm 1,71$ g/d; de igual forma, no se apreció relación entre el consumo de materia seca y el porcentaje de N_h por 100 g de materia seca, con un valor medio de $0,97 \pm 0,20$.

El valor medio de N_h /kg de MS ingerida fue $9,66 \pm 1,71$ g/d, ligeramente inferior a 7,5 señalado por Peyraud et al., (1995) en la especie bovina. Para el conjunto de datos y dentro del rango de 16 a 36 g N/kg de MS, la proporción de N_h respecto al ingerido incrementó un 78%, coincidente con van Vuubren y Meijs, (1987) en vacas lecheras, quienes señalan incrementos del 45% al 80% cuando el contenido de N del forraje aumenta de 15 a 40 g N/kg MS.

Tanto el N retenido como el absorbido descendieron linealmente ($P < 0,001$) con el avance de la madurez (Tabla 3), con máximos de $20,9 \pm 5,18$ y $38,6 \pm 2,7$ g/d al inicio del encañado y de $3,83 \pm 1,44$ y $4,2 \pm 1,33$ g/d en la fase de grano pastoso, para un valor final medio global de $8,21 \pm 6,38$ y $14,87 \pm 10,88$ g/d respectivamente, imputable a la ingestión de N.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y en una primera aproximación para los diferentes estados de madurez estudiados, las variables más relacionadas con el consumo y digestibilidad de la materia seca fueron el contenido en proteína bruta y fibra neutro detergente. Mientras la variable más relacionada con la utilización del N resultó ser la ingestión de N, tanto en modelos lineales como cuadráticos. El uso del trigo como forraje para la alimentación de rumiantes no parece aconsejable recolectarlo más allá del inicio del espigado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- COOP, J.E., 1962. The energy requirements of sheep for maintenance and gain. *J. Agric. Sci.* **58**, 179-186.
- HARVEY, J.J. 1990. The cost of utilizable metabolizable energy from crops. In: pollot G.E. (Ed) Milk and Meat From Forage crops. *British Grassland Society Ocasional Symposium*, **24**, 33-40.
- INGALLS, J.R., THOMAS, J.W. AND TESAR, M.B., 1965. Comparison of responses to various feeds by sheep, rabbit and heifers. *J. Anim. Sci.* **24**: 1165-1168.
- MOSELEY, G., 1981. The role of phisycal breakdown in contrilling the nutritive vale of forages. *Welsh Plant Breeding Station. Annual Report*. Pp 167-182.
- OLTJEN, J.W.; BOLSEN, K.K. 1980. Wheat, barley, oat and corn silages for growing steers. *J. Anim. Sci.* **51**: 959-965.
- RABINOWITZ, L.; R.A. GUNTHER. 1972. Excretion and digestión. Pages 118-120 in *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants*. Vol. 1. Digestive Physiology. 2nd. Ed. D.C. Church, ed. Oxford Press Inc., Pórtland, OR.

SALCEDO, G. 2004. El trigo (*Triticum aestivum*) utilizado como forraje en zona costera de Cantabria: (I) Producción, composición química y degradabilidad ruminal. En *Actas de la XLIV R.C. de la SEEP*. Salamanca 303-308.

SAS/STAD, 1985. User's Guide Release 6.04 SAS-Institute INC. Cary NC USA.

SILESHI, Z., OWEN, E., THEODOROU, M.K., DHANOA, M.S. AND BEDIYE, S. 1998. Preliminary observation on relationship of dry matter intake by sheep with fermentation parameters, chemical composition and *in vivo* digestibility of forages. *Proc. 6th ESAP feeds and Animal Nutrition*. pp: 270-278.

SUSMEL, P.; M. SPANCHERO, B.; STEFANON; C.R. MILLS. 1995. Nitrogen balance and partitioning of some nitrogen catabolites in milk and urine of lactating cows. *Livest. Prod. Sci.*, **44**, 207-219.

VAN SOEST, P.J. 1986. Nutritional ecology of ruminants. O & B Books. Corvallis, OR.

Van VUUREN, A. M., MEIJS, J.A.C., 1987. Effects of herbage composition and supplement feeding in the excretion of nitrogen in dung and urine by grazing dairy cows. In *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste?* (ed. H.G. van der Meer, R.J. Unwin J. A. And Dijk and G.C. Ennik), pp. 17-25. Dordrecht: Martinus Nijhoff.

ZADOCKS, J.C.; T.T. CHANG; C.F. KONZAK, 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, **14**, 415-421.

EFFECTO DEL PRESECADO SOBRE LA CALIDAD DEL ENSILAJE DE HIERBA EN UNA MUESTRA DE EXPLOTACIONES LECHERAS DE GALICIA

G. FLORES¹, A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ¹, C. RESCH², P. CASTRO¹,
J. VALLADARES¹, M. CARDELLE³ Y B. FERNÁNDEZ-LORENZO¹.

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) Apdo 10, 15080 A Coruña
²Escola Politécnica Superior, Lugo, USC ³Laboratorio Agrario e Fitopatolóxico de Galicia

RESUMEN

A partir de los resultados del análisis de 2500 muestras de ensilaje de hierba de primer y segundo corte tomadas en explotaciones lecheras gallegas a lo largo de doce años (1991-2002), se estudió la relación entre la realización o no del presecado de la hierba y la calidad del ensilaje resultante. El porcentaje de muestras presecadas se incrementó desde el 41% el primer año de estudio hasta el 85% en el último, mostrando la existencia de una clara tendencia favorable al presecado de la hierba en las operaciones de ensilado. El contenido de proteína bruta y la estimación de la digestibilidad de la materia orgánica de los ensilajes presecados no se diferenciaron significativamente de la de las muestras ensiladas por corte directo, evidenciándose un ligero efecto positivo del presecado en la calidad de fermentación, estimada a través de la reducción en el valor de la diferencia entre el pH medido en las muestras y el pH teórico de estabilidad según Haigh (1987). Sin embargo, únicamente aquellos ensilajes cuyo contenido en materia seca (MS) superaba el 30% mostraban una conservación satisfactoria. Se concluye que, en la práctica de las explotaciones gallegas, el presecado de la hierba hasta valores próximos al 30% MS y superiores, es un método útil para conseguir ensilajes bien conservados, sin advertirse efectos negativos en cuanto a su digestibilidad y valor nitrogenado.

Palabras clave: forraje, ensilado, materia seca, conservación

EFFECT OF WILTING ON HERBAGE SILAGE QUALITY MADE IN A SAMPLE OF DAIRY FARMS OF GALICIA

SUMMARY

With the objective of studying the relationship found in farm practice between the wilting of the herbage (as opposed to direct-cut) prior to ensiling, and the corresponding silage quality, the results of the analysis of about 2500 silage samples taken along twelve years (1991-2002) in galician dairy farms, were reviewed. The percentage of wilted samples increased from 41% in 1991 to 85% in the last year of study, showing a clear trend towards wilting preference in dairy ensiling operations. Silage crude protein (PB) and organic matter digestibility (DMO_e) content of wilted samples did not significantly differentiate from that of direct-cut silages, whilst conservation quality, estimated by the difference between actual pH and theoretical stability pH following Haigh (1987), was slightly improved. Nevertheless, only for those silages with dry matter (MS) content higher than 30%, conservation quality was deemed satisfactory. It is concluded that wilting the herbage up to a minimum value of 30% MS is, in the dairy Galician farms conditions, an useful method for obtaining well preserved silages of adequate digestibility and nitrogen value.

Key words: forage, ensiling, dry matter content, conservation.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del sector productor lechero en Galicia ha ido unido al incremento de la importancia de la utilización de forrajes ensilados en la alimentación del ganado, acentuada en los últimos años en paralelo a una rápida concentración de la producción en un número cada vez más reducido de explotaciones. Esto es particularmente cierto para las explotaciones de mayor dimensión, que practican el sistema de "todo ensilado" combinado con la utilización de carros mezcladores para la elaboración de raciones completas (forrajes+concentrados).

Entre las ventajas de la realización de un presecado correcto de la hierba se incluyen la mejora de la calidad de conservación comparado con el forraje ensilado directamente (Erdman, 1993), habiéndose sugerido, a tal efecto, la necesidad de conseguir un nivel mínimo de materia seca del 25% en la hierba presecada, antes de ensilar (Woolford, 1984). Debe ser tenido en cuenta que las ventajas derivadas de la realización del presecado pueden anularse, o incluso invertirse, en caso de que dicha operación se realice en condiciones meteorológicas desfavorables (Rotz y Muck, 1994). En las condiciones de la Galicia atlántica, donde se sitúa mayoritariamente la producción de leche de vacuno, la ocurrencia de precipitaciones en primavera es relativamente frecuente, por lo que la necesidad de presecar la hierba, impuesta por el manejo de la alimentación en determinadas explotaciones, podría implicar la cosecha de la hierba en un estado más avanzado de madurez y, por consiguiente, con menor valor nutricional.

Se presentan en este trabajo resultados del seguimiento de la calidad de los ensilajes de hierba realizados en explotaciones lecheras gallegas a lo largo del período 1991 a 2002, relativos a la calidad de dichos forrajes en función de la realización o no del presecado del forraje. Su objetivo es aportar información acerca del efecto de la realización del presecado sobre la calidad de los ensilajes de hierba en la práctica de las explotaciones lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron en este trabajo los resultados del análisis de aproximadamente 2500 muestras de ensilajes de hierba de primer y segundo corte procedentes de explotaciones lecheras centradas, en su mayoría, en la provincia de A Coruña. Cada explotación, en cada año, aportó información relativa a un silo de primero y segundo corte. Se disponía de información adicional acerca de la metodología de realización del ensilado, en concreto sobre si la hierba había sido presecada (dejada en el campo una vez segada, por un período no inferior a 6 horas con el objetivo de reducir su humedad) antes de ser ensilada. Las muestras fueron tomadas utilizando una sonda en uno o dos puntos de la superficie del silo, en toda la altura del mismo. Hasta 1996 las determinaciones del contenido en materia seca (MS), materia orgánica (MO), contenido en proteína bruta (PB, expresada como nitrógeno total x 6,25) y fibra ácido detergente (FAD, expresada con cenizas) se determinaron por métodos de referencia. Por su parte, la digestibilidad de la materia orgánica (DMO_e) fue estimada por regresión según la expresión $DMO_e(\%) = 82,58 - 1,153 FAD - 0,03669 PB^2 + 0,06807 FAD PB$ (Flores et al., datos no publicados). A partir de 1997, PB, FAD y DMO_e se estimaron por NIRS. Los valores de MO, PB y FAD se expresaron en %MS, no realizándose corrección por la pérdida de volátiles en estufa. El contenido en energía neta (Unidades Forrajeras Leche, UFL/kg MS) y los valores de proteína digestible en el intestino delgado (PDIN y PDIE) fueron calculados, respectivamente, según Vermorel *et al.*, (1987) y Vérité y Peyraud (1989). La calidad de conservación se estimó mediante la relación entre el pH medido en la muestra y el pH teórico de estabilidad (pHe) obtenido a partir de la

ecuación $pHe=0,0359 MS + 3,44$, propuesta por Haigh (1987) para ensilajes de hierba, siendo MS el contenido en materia seca (%) del ensilaje. Convencionalmente se consideró que, cuando la diferencia entre el pH de la muestra y el de estabilidad ($pHdif=pH-pHe$) era inferior a 0,10 unidades, la conservación era adecuada, mientras que aquellas muestras cuyo valor $pHdif$ era superior a 0,25 unidades presentaban una mala calidad de conservación. El análisis de varianza y la separación de medias se realizó según lo indicado en Flores *et al.*, (2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el conjunto del período 1991-2002, el porcentaje de muestras procedentes de hierba presecada alcanzó el 75,9% del total de ensilajes analizados, siendo la duración media de la permanencia de la hierba segada en el campo de 1,23 días. Se observó una clara tendencia al incremento de la práctica del presecado y de la duración del mismo desde los primeros años del estudio a los últimos, lo que revela un cambio de tendencia en la técnica de ensilado seguida en las explotaciones, de forma prácticamente independiente de la variabilidad climática interanual. Si en 1991 el porcentaje de muestras presecadas fue del 40,2% del total, en 2002 dicho porcentaje ascendió al 85,4%, siendo la duración del presecado de 0,9 y 1,7 días, respectivamente, para ambos años. Esto concuerda con lo indicado por Wilkinson y Toivonen, (2003) acerca de que el presecado del forraje, con preferencia al corte directo, es en la actualidad la técnica de ensilado predominante en Europa, afirmando de forma categórica que el ensilado por corte directo no se recomienda hoy en día prácticamente en ningún país europeo.

Como se indica en la Tabla 1, la calidad media de los ensilajes presecados tendió a ser superior a la de los cosechados por corte directo, mostrando valores superiores ($p<0,05$) de MS, MO, UFL y PDIE, menor concentración de FAD ($p<0,0001$) y un valor de $pHdif$ más reducido ($p<0,0001$). No se detectaron diferencias significativas para las fechas de corte medias, ni para la interacción entre realización de presecado y número de corte en ninguna de las variables estudiadas.

Tabla 1. Calidad de los ensilajes de hierba de corte directo y presecados

	n	MS %	MO %MS	FAD %MS	PB %MS	DMO _e %	UFL kg ⁻¹ MS	PDIN %MS	PDIE %MS	pHdif	Fecha de corte
Realización de presecado											
Corte directo	607	20,6	89,0	38,3	13,2	66,5	0,78	7,77	6,37	0,30	142
Presecado	1910	28,8	89,7	36,5	13,4	66,8	0,79	7,88	6,63	0,19	141
<i>p</i>		<0,0001	0,0014	<0,0001	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,016	<i>ns</i>	<0,0001	<0,0001	<i>ns</i>
Interacción											
Presecado x N^o corte		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Fecha de corte expresada en días a partir del 1 de Enero

$pHdif=pH - pHe$, siendo pHe el pH de estabilidad, según la ecuación $pHe=0,0359MS (%) + 3,44$

n: número de muestras ; *p*: significación del test F en el análisis de varianza; *ns*: $p>0,05$

Como se indica en la Tabla 2, agrupando el conjunto de muestras en función de su contenido en materia seca, se observa que el porcentaje de muestras de alta humedad (MS ≤ 20%) alcanza el 29,2% del total, mientras que el resto de las muestras se distribuyó en los intervalos 20-25%, 25-30% y >30% MS con frecuencias 25,6; 15,6 y 29,4%, respectivamente. Comparando las muestras de los dos intervalos extremos, los ensilajes de alta humedad mostraron valores medios significativamente superiores ($p < 0,05$) de FAD, PB y PDIN a los de las muestras con más del 30% MS, mientras que los ensilajes de este grupo mostraron, de media, una concentración superior de MO y PDIE comparados con los primeros. Los ensilajes incluidos en el rango 25-30% MS mostraron valores medios de MO y PDIE más elevados, y de FAD inferiores ($p < 0,05$) comparados con los del grupo de alta humedad, no detectándose diferencias entre ambos en cuanto al contenido en proteína bruta ni en PDIN.

El valor pHdif de los ensilajes incluidos en cada rango de materia seca se diferenció significativamente ($p < 0,05$) del de los demás rangos, mostrando un claro efecto positivo del incremento del nivel de materia seca sobre la calidad de conservación de los ensilajes (Tabla 2). Se destaca que únicamente los ensilajes con un contenido de materia seca superior al 30% redujeron el valor pHdif por debajo del umbral 0,10, tomado como indicativo de una calidad fermentativa satisfactoria. Debe ser reseñado que únicamente el 59,4% de los ensilajes presecados mostraron un contenido en MS superior al 25%, porcentaje que varió de forma significativa ($p < 0,0001$) entre años, con valores extremos entre el 15,6 y el 96,5% en los años 1991 y 2001, respectivamente.

Tabla 2. Calidad del ensilaje de hierba según su contenido en materia seca

Rango de materia seca (%)	n	MS %	MO %MS	FAD %MS	PB %MS	DMO _e %	UFL kg ⁻¹ MS	PDIN %MS	PDIE %MS	pHdif	Fecha de corte
<20	791	17,6	89,0	38,7	13,5	66,1	0,786	7,97	6,41	0,39	140
20-25	694	22,5	89,2	37,3	13,5	66,9	0,785	7,93	6,49	0,29	139
25-30	422	27,3	89,6	36,2	13,4	66,8	0,788	7,88	6,58	0,19	143
>30	795	38,2	90,3	35,3	13,1	66,6	0,788	7,68	6,76	0,04	141
<i>p</i>		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,001	<0,0001	<0,0001	<i>ns</i>
dms		0,50	0,22	0,44	0,28	-	-	0,16	0,08	0,05	-
Interacción											
Rango MS x N° corte		<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,005	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	

Fecha de corte expresada en días a partir del 1 de Enero

pHdif=pH – pHe, siendo pHe el pH de estabilidad, según la ecuación $pHe = 0,0359MS (\%) + 3,44$

n: número de muestras; dms: diferencia mínima significativa ($\alpha = 0,05$) entre dos valores de la misma columna

p: significación del test F en el análisis de varianza; *ns*: $p < 0,05$

Según los resultados de nuestro estudio, al margen del mayor contenido en materia seca de las muestras presecadas comparadas con las procedentes de corte directo (28,8 y 20,6%, respectivamente), las diferencias de valor energético y proteico entre ambas fueron pequeñas, aunque favorables a las muestras presecadas, que mostraron un contenido en FAD inferior a las de corte directo y un contenido en UFL y PDIE superior a éstas. Por lo tanto parece evidenciarse un efecto positivo del presecado toda vez que no se detectaron

diferencias significativas entre las fechas de corte medias de ambos tipos de muestras. Dicho efecto positivo se hace patente sobre todo en la mejora de la calidad de fermentación de los ensilajes presecados, ya que el valor medio de pH_{dif}, que fue de 0,30 para las muestras de corte directo se redujo a 0,19 para las presecadas. Sin embargo dicha mejora no es suficiente para considerar satisfactoria la calidad de conservación de estas muestras, toda vez que el valor pH_{dif} supera ampliamente las 0,10 unidades de pH considerado como el umbral indicativo de una correcta fermentación.

La mejora en la calidad de conservación observada con el incremento de materia seca de las muestras de ensilaje, agrupadas en los intervalos $\leq 20\%$, 20-25%, 25-30% y $>30\%$ MS, muestra claramente el efecto positivo de la realización de un presecado correcto. Debe advertirse que del total de muestras presecadas, únicamente el 60% estaban incluidas en los dos estratos de más de 25% MS, y que, por otra parte, éstos estaban casi exclusivamente compuestos por muestras presecadas (95 y 99%, respectivamente). Los ensilajes de más del 30% MS, con un contenido medio del 38.2% MS, mostraron una satisfactoria calidad de conservación (valor pH_{dif}=0,04) y un valor PDIE superior al resto de las muestras, sin diferenciarse significativamente de aquellas en cuanto al valor energético, lo que indica que en la práctica de las explotaciones gallegas, la realización de un presecado correcto, incluso llegando a contenidos de materia seca que a priori podrían parecer demasiado elevados, permite obtener ensilajes de buena calidad. Esto sugiere que el nivel del 25% de materia seca frecuentemente recomendado como umbral para garantizar una buena calidad de conservación (Crawshaw y Hughes, 1978; Haigh, 1987) no sería lo suficientemente efectivo para preservar el forraje, en las condiciones de las explotaciones gallegas estudiadas.

La relación entre la duración del presecado y el nivel de materia seca del ensilaje se estudió mediante regresión utilizando 1904 muestras de las que se tenía información sobre los días que la hierba segada había permanecido en el campo, siendo obtenida la ecuación

$MS(\%) = 21,33 (\pm 0,323) + \Delta + 6,38 (\pm 0,222) D$, ($R^2 = 0,30$; $RSD = \pm 7,8$, $p < 0,0001$), donde D son los días de presecado (rango 0 a 6), y Δ es el efecto del número de corte sobre el intercepto, con un valor de $-2,82 (\pm 0,343)$ para el primer corte ($p < 0,0001$). En un estudio realizado en explotaciones del Reino Unido que realizaban presecado del forraje para elaboración de ensilaje de hierba en rotopacas, Haigh, (1990) relaciona el contenido en materia seca del ensilaje con la duración del presecado mediante la ecuación $MS = 0,23h + 18,4$, lo que indica un valor diario de incremento en MS de 5,5 unidades porcentuales por día de permanencia de la hierba en el campo, bastante próximo al valor de 6.3 ud d^{-1} obtenido en el presente estudio.

Tal y como indican Rotz y Muck, (1994), la mayor dificultad de compactar el forraje presecado, comparado con el de corte directo, puede provocar un incremento de las pérdidas por deterioro aeróbico, en particular si la maquinaria empleada en la cosecha proporciona un picado grosero. A este respecto es importante señalar que un 40% de los ensilajes con más del 30% MS habían sido cosechados con autocargador convencional y un 30% con autocargador picador, no diferenciándose entre sí en cuanto a calidad, lo que refuerza la idea de que las ventajas de obtener ensilajes de alto contenido en materia seca a partir de hierba joven supera los posibles inconvenientes derivados de las limitaciones de la maquinaria o del modo de almacenamiento, tomando las debidas precauciones.

Conviene recordar el acelerado proceso de concentración de la producción de leche en Galicia en progresivamente menos explotaciones, con el consiguiente incremento en tamaño de las mismas. El ensilaje de alta humedad se adapta mal a su manipulación en carros mezcladores, cada vez más frecuentes en las explotaciones de mayor dimensión, y dificulta la obtención de dietas con un elevado contenido en materia seca a fin de maximizar la ingesta, sobre todo con vacas de alta producción (Mahanna, 1994). Si a ello unimos lo anteriormente expuesto, relativo a la mejor calidad media de los ensilajes presecados, puede explicarse satisfactoriamente la preferencia por la realización del presecado de la hierba por parte de los ganaderos de la zona estudiada frente al ensilado directo.

CONCLUSIÓN

El presecado de la hierba es una práctica cada vez más frecuente en las explotaciones gallegas. La reducción de humedad del forraje hasta valores de materia seca superiores al 30% se mostró en la práctica como una forma útil de conseguir una buena calidad de fermentación de los ensilajes, sin evidenciarse efectos negativos en la digestibilidad y valor nitrogenado.

BIBLIOGRAFÍA

CRAWSHAW, R.; HUGHES, J. G., 1978. A national survey of the effectiveness of additives in preventing a clostridial fermentation. *Animal Production*, 26, 364-373.

ERDMAN, R., 1993. Silage fermentation characteristics affecting feed intake. *Proceedings of the National Silage Production Conference*, 210-219 Syracuse. New York (EEUU).

FLORES, G.; GONZALEZ-ARRAEZ, A.; RESCH, C.; CASTRO, P.; FERNANDEZ-LORENZO, B.; CARDELLE, M.; VALLADARES, J., 2005. Efecto del uso de aditivos sobre la calidad del ensilaje de hierba en una muestra de explotaciones lecheras de Galicia. *XLV Reunión Científica de la SEEP*. Gijón, (Asturias), 30 mayo-3 junio 2005 (en prensa).

HAIGH, P. M., 1987. The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silages in commercial farms. *Grass and Forage Science*, 42, 1-18.

HAIGH, P. M., 1990. The effect of dry matter content on the preservation of big bale grass silages made during the autumn on commercial farms in South Wales 1983-87. *Grass and Forage Science*, 45, 29-34.

MAHANNA, B., 1994. Proper management assures high-quality silage, grains. *Feedstuffs*, January 10, 1994, 12-15.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E., 1994. Changes in Forage Quality during Harvest and Storage. En: *Forage Quality, Evaluation and Utilization*, 828-868. Ed G. C. FAHEY Jr. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America and Soil Science Society of America. Madison. Wisconsin (EEUU).

VÉRITÉ, R.; PEYRAUD, J.L., 1989. Protein: the PDI systems. En: *Ruminant nutrition: Recommended allowances and feed tables*, 33-48. Ed: R. JARRIGE. INRA y John Libbey Eurotext, París, Francia.

VERMOREL, M.; COULON, J. B.; JOURNET, M., 1987. Révision du système des unités fourragères (UF). *Bulletin Technique C. R. Z. V. Theix, I. N. R. A.*, **70**, 9-18.

WOOLFORD, M. K., 1984. *The silage fermentation*. Marcel Dekker, Inc., 350 pp. Nueva York, EEUU.

WILKINSON, J. M.; TOIVONEN, M. I., 2003. *World silage: a survey of forage conservation around the world*. Chalcombe Publications, 204 pp. Lincoln, Reino Unido.

EFFECTIVIDAD DEL USO DE ADITIVOS COMERCIALES SOBRE LA CALIDAD FERMENTATIVA DEL ENSILAJE DE HIERBA EN UNA MUESTRA DE EXPLOTACIONES LECHERAS DE GALICIA

G. FLORES¹, A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ¹, C. RESCH², P. CASTRO¹,
B. FERNÁNDEZ-LORENZO¹, M. CARDELLE³ Y J. VALLADARES¹.

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) Apdo 10, 15080 A Coruña

² Escola Politécnica Superior, Lugo, USC ³Laboratorio Agrario e Fitopatolóxico de Galicia

RESUMEN

A partir de los resultados del análisis de 2600 muestras de ensilaje de hierba de primer y segundo corte tomadas en explotaciones lecheras gallegas a lo largo de doce años (1991-2002), se estudió la relación entre el uso de aditivo y la calidad del ensilaje resultante. Una de cada tres muestras, de media, fueron tratadas con aditivo. Los tipos de conservantes más utilizados fueron el ácido fórmico o mezclas de ácido fórmico y formol, las sales de ácidos y los inoculantes a base de bacterias lácticas, representando el 58,8; 35,6 y 5,6 %, respectivamente, del total de ensilajes que fueron tratados con aditivos. El uso de aditivo se reveló ineficaz para conseguir una correcta fermentación de los ensilajes no presecados. Únicamente las muestras de ensilaje presecado que habían sido tratadas con inoculante mostraron, de media, una calidad fermentativa satisfactoria. Se observan notables deficiencias en la aplicación de aditivos que limitan su efectividad en la práctica de las explotaciones, relativas a la dosificación del producto y a su distribución en la masa de forraje. Su corrección sin duda contribuiría a mejorar la eficacia de los conservantes en la práctica, particularmente en el caso del ácido fórmico aplicado a la hierba de alto contenido en humedad.

Palabras clave: conservantes, forraje, ensilado, fermentación

EFFECT OF COMMERCIAL ADDITIVE USE ON FERMENTATION QUALITY OF HERBAGE SILAGE MADE IN A SAMPLE OF DAIRY FARMS OF GALICIA

SUMMARY

With the objective of studying the relationship found in farm practice between the use of additives and the corresponding herbage silage quality, the results of the analysis of about 2600 silage samples taken along twelve years (1991-2002) in galician dairy farms, were reviewed. As an average, one out of every three silages were additive treated, but the frequency of additive use varied broadly among years. The most common additive groups were formic acid and formic-formalin mixtures (58,8%), acid salts (35,6%) and lactic acid bacteria inoculants (5,6 %). The effectiveness of additive in obtaining well-fermented silages was low, with the exception of wilted silages treated with inoculants. This lack of effect of additive use on silage quality is related, basically, to the low dosing of the product and poor homogenisation in the forage mass, since applicators were not used for the liquid additives distribution. Solving these problems would undoubtedly contribute to improve additive effect in farm practice, particularly in the case of formic acid applied to low dry matter herbage.

Key words: preservatives, forage, ensiling, fermentation.

INTRODUCCION

En una revisión acerca de la calidad de conservación de ensilados, Demarquilly (1986) define una excelente calidad de conservación como "aquella que se observa clásicamente en los ensilados de maíz: (pH \leq 4, salvo si la materia seca (MS) es \geq 30%; nitrógeno (N) amoniacal \leq 5,7% N total; N soluble alrededor del 50% N total; ácido acético \leq 2-2,5% MS; ausencia o trazas de ácido butírico". Esta calidad de conservación, que situaría el nivel de ingestibilidad y la retención de N a niveles comparables con los del forraje verde original, según el mismo autor, sólo puede ser conseguida por un presecado correcto o mediante un aditivo eficaz, particularmente en los casos de forrajes de baja ensilabilidad.

El uso de aditivos en las explotaciones ganaderas tiene como objetivo el asegurar una satisfactoria calidad de conservación del forraje en condiciones en que ésta se podría ver comprometida, bien por causas relativas a la baja ensilabilidad del forraje o por desarrollarse las operaciones de ensilado en condiciones climatológicas adversas, como es frecuente durante la primavera en Galicia. Se presentan en este trabajo resultados del seguimiento de la calidad de los ensilajes de hierba realizados en explotaciones lecheras gallegas a lo largo de doce años, relativos a la calidad de dichos forrajes en función de la utilización de aditivos. Su objetivo es aportar información acerca de la utilidad de los aditivos en la práctica de las explotaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron en este trabajo los resultados del análisis de aproximadamente 2600 muestras tomadas en el período 1991-2002, que correspondían a ensilajes de hierba de primer y segundo corte de los que se disponía de información adicional acerca de la metodología de realización del ensilado. Las muestras fueron tomadas utilizando una sonda en uno o dos puntos de la superficie del silo, en toda la altura del mismo. Los valores del contenido en materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB, expresada como nitrógeno total x 6,25), fibra ácido detergente (FAD, expresada con cenizas), digestibilidad de la materia orgánica (DMO_c), energía neta (Unidades Forrajeras Leche, UFL/kg MS) y proteína digestible en el intestino delgado (PDIN y PDIE) se obtuvieron según lo indicado por Flores *et al.*, (2005). La calidad de conservación se estimó mediante la relación entre el pH medido en la muestra y el pH teórico de estabilidad (pHe) obtenido según Haigh (1987) para ensilajes de hierba. Convencionalmente se consideró que, cuando la diferencia entre el pH de la muestra y el de estabilidad (pHdif=pH-pHe) era inferior a 0,10 unidades, la conservación era adecuada, mientras que aquellas muestras cuyo valor pHdif era superior a 0,25 unidades presentaban una mala calidad de conservación.

El análisis del efecto del uso de aditivos se realizó siguiendo un diseño en parcelas divididas, tomando el factor año como aleatorio (bloque), el número de corte como la parcela principal, y la subparcela el uso de aditivo y la realización del presecado. En el análisis de varianza (ANOVA) los factores número de corte, aditivo y presecado se consideraron como fijos, presentándose en este trabajo únicamente los resultados relativos al efecto del factor aditivo y a la interacción aditivo x presecado. La separación de medias entre los diferentes niveles de un factor se realizó, cuando el test F del ANOVA para aquel resultó significativo (p<0,05), calculando la diferencia mínima significativa (dms) entre las medias de dos niveles cualesquiera de dicho factor, al 5% de significación, la cual se construyó a partir de la expresión

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. x ¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo., donde MSE es el cuadrado medio del error utilizado en el denominador del test F del ANOVA, ¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. los grados de libertad de dicho error y ¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. el número de observaciones medio de cada nivel del factor cuyo efecto se analiza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aproximadamente uno de cada tres ensilajes fue tratado con aditivo, como media del conjunto de muestras del período 1991-2002. Dicha frecuencia varió ($p < 0.0001$) entre los diferentes años, con valores extremos del 47,2 al 11,2% de ensilajes a los que se les aplicó algún aditivo respecto del total anual, para los años 1998 y 2002, respectivamente. De entre los ensilajes tratados con aditivo, el 58,8% del total lo fue con ácido fórmico o mezclas de ácido fórmico y formol, el 35,6% con formulaciones sólidas de sales de ácidos y el 5,6% restante con inoculantes a base de bacterias lácticas. No se incluyeron en el análisis un reducido número de muestras que habían sido tratadas con sal común (2 muestras), melazas (5 muestras), pulpa de remolacha seca (3 muestras) y harina de cereal (1 muestra), todas ellas con cantidades indeterminadas de producto. Mientras que en prácticamente todos los años la proporción de ensilajes tratados con ácido fórmico superó a los otros dos tipos de aditivos, se advierte un claro incremento de la frecuencia de uso de inoculantes en los cinco últimos años del estudio. Aunque no fue posible diferenciar las muestras tratadas con ácido fórmico de las que recibieron la aplicación de fórmico y formol, a partir de 1997 no se utilizó este último producto como aditivo.

Wilkinson y Toivonen (2003) indican que la frecuencia de uso de aditivo en el ensilado de hierba en diferentes países europeos es muy variable, oscilando entre el 30% del Reino Unido o el 25% de Alemania al 4-5% de Dinamarca e Irlanda o el 2-3% de Holanda. Las cifras ofrecidas para España son del 2% para el ensilado de raigrás italiano y el 9% para otros tipos de hierba. Comparados con estos datos, la frecuencia de utilización de aditivos en las explotaciones gallegas estudiadas puede considerarse muy elevada y variable entre sucesivas campañas. Se destaca que los tres últimos años del estudio fueron los que menor porcentaje de muestras tratadas con aditivos registraron, en particular para el último año, en el que se observó la frecuencia más baja de la serie. No es posible deducir de los resultados si esto marca el comienzo de una tendencia hacia un menor uso de aditivos en las explotaciones. El incremento de la frecuencia de uso de inoculantes en los últimos años parece compatible con el incremento de la frecuencia de realización del presecado en las explotaciones gallegas (Flores *et al.*, 2005), toda vez que se ha detectado una mayor efectividad del uso de los aditivos biológicos con hierba presecada comparado con el obtenido en el caso de ser aplicados a forraje de alta humedad (Henderson, 1987).

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis de varianza del efecto del tipo de aditivo, donde se incluyó la fecha de corte como covariable, habiéndose evidenciado previamente la existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las fechas de corte medias de los distintos niveles del factor tipo de aditivo. El efecto de la fecha de corte se mostró significativo ($p < 0,0001$) sobre todas las variables analizadas, salvo para el valor pH_{dif}. El contenido medio de materia seca de las muestras de ensilaje sin aditivo fue semejante al de las tratadas con inoculante (27,1 y 26,9 %MS, respectivamente) y significativamente superior ($p < 0,05$) al de los ensilajes a los que se había aplicado ácido

fórmico (24,4 % MS) y sales de ácido (24,7 % MS), que no se diferenciaron entre sí, a este respecto. Las muestras de ensilaje sin aditivo y las tratadas con sales de ácido tendieron a presentar una peor calidad, en cuanto al valor energético y nitrogenado, comparadas con las tratadas con ácido fórmico e inoculantes, mostrando las primeras valores inferiores ($p < 0,05$) de PB, DMO, UFL y PDIN. La magnitud del valor medio de pH_{dif} de las muestras sin aditivo y de las tratadas con ácido fórmico y sales de ácido no fue diferente ($p > 0,05$), lo que denota que la calidad de conservación de los ensilajes no se vio influida por el tratamiento con estos dos tipos de aditivo. Sin embargo las muestras que habían sido inoculadas con bacterias lácticas mostraron un valor pH_{dif} significativamente inferior al del resto de los ensilajes ($p < 0,05$), por debajo del valor 0,10 tomado como indicativo de una satisfactoria calidad de conservación.

Tabla 1.- Uso de aditivo y calidad del ensilaje

	n	MS %	MO %MS	FAD %MS	PB %MS	DMO _e %	UFL kg ⁻¹ MS	PDIN %MS	PDIE %MS	pH _{dif}
Uso de aditivo										
Sin aditivo	1724	27,1	89,6	37,1	13,1	66,5	0,78	7,69	6,52	0,24
Ácido Fórmico	529	24,4	89,3	36,4	13,8	67,9	0,80	8,15	6,66	0,19
Inoculantes	50	26,9	89,2	36,1	13,9	68,6	0,81	8,20	6,68	0,07
Sales de Ácidos	320	24,7	89,4	37,4	13,1	66,7	0,78	7,70	6,46	0,22
<i>p</i>		<0,0001	<i>ns</i>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,047
dms		2,12	-	0,94	0,53	1,19	0,016	0,31	0,16	0,10
Aditivo x presecado										
Corte Directo										
Sin aditivo	402	21,2	89,0	38,7	12,9	66,00	0,77	7,58	6,30	0,35
Ácido Fórmico	148	18,8	88,8	37,4	13,6	68,35	0,80	8,03	6,52	0,25
Inoculantes	17	15,5	88,9	37,2	13,7	69,67	0,82	8,07	6,51	0,18
Sales de Ácidos	81	18,6	88,9	38,6	12,6	66,26	0,77	7,41	6,19	0,28
Presecado										
Sin aditivo	1321	29,6	89,8	36,6	13,1	66,6	0,79	7,72	6,60	0,20
Ácido Fórmico	380	27,2	89,6	36,0	13,9	67,7	0,80	8,17	6,72	0,17
Inoculantes	33	29,0	88,9	35,4	14,3	68,4	0,80	8,42	6,83	0,01
Sales de Ácidos	239	27,4	89,5	36,7	13,3	66,9	0,79	7,83	6,59	0,20
<i>p</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,045
dms		-	-	-	-	-	-	-	-	0,15
Aditivo x N° corte		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Medias ajustadas utilizando la fecha de corte como covariable

pH_{dif}=pH – pHe, siendo pHe el pH de estabilidad, según la ecuación pHe=0,0359MS (%) + 3,44

n: número de muestras; p: significación del test F en el análisis de varianza

dms: diferencia mínima significativa ($\alpha = 0,05$) entre dos valores de la misma columna; *ns*: $p < 0,05$

La interacción uso de aditivo x presecado del forraje no fue significativa ($p > 0,05$) para ninguna de las variables estudiadas, salvo para el valor de pHdif. Los ensilajes tratados con inoculante mostraron una mejor calidad fermentativa comparados con el resto de las muestras tanto cosechadas por corte directo como presecadas, si bien debe ser tenido en cuenta que, en el primer caso, el valor de la variable pHdif (0,18) supera el valor 0,10 tomado como umbral indicativo de una calidad de fermentación satisfactoria. La interacción entre el número de corte y la aplicación de aditivo no se mostró significativa para ninguna de las variables estudiadas.

En la Figura 1 se muestra la relación entre los valores medios de pHdif y el contenido en materia seca de los ensilajes tratados con ácido fórmico y sin aditivo, obtenida tras ajustar una ecuación exponencial del tipo $Y = a \cdot b^{X-c} + d$, donde Y es el valor de pHdif medio de las muestras de entre 18 y 40% MS, tomadas a intervalos crecientes de una unidad (%) de materia seca, y X el valor de MS de ese intervalo. Los coeficientes obtenidos para las muestras con fórmico y sin conservante, respectivamente, son $2,90 \pm 0,32$ y $3,43 \pm 0,69$ para a y $0,123 \pm 0,02$ y $0,111 \pm 0,01$ para d . Como puede observarse, el valor umbral medio de $\text{pHdif} = 0,10$ se alcanza para un contenido en MS de aproximadamente 27% y 32% para la media de las muestras con fórmico y sin conservante, respectivamente, lo cual sugiere que el ácido fórmico, en las condiciones de utilización de las explotaciones, no resulta efectivo en la mejora de la calidad fermentativa de los ensilajes de alta humedad.

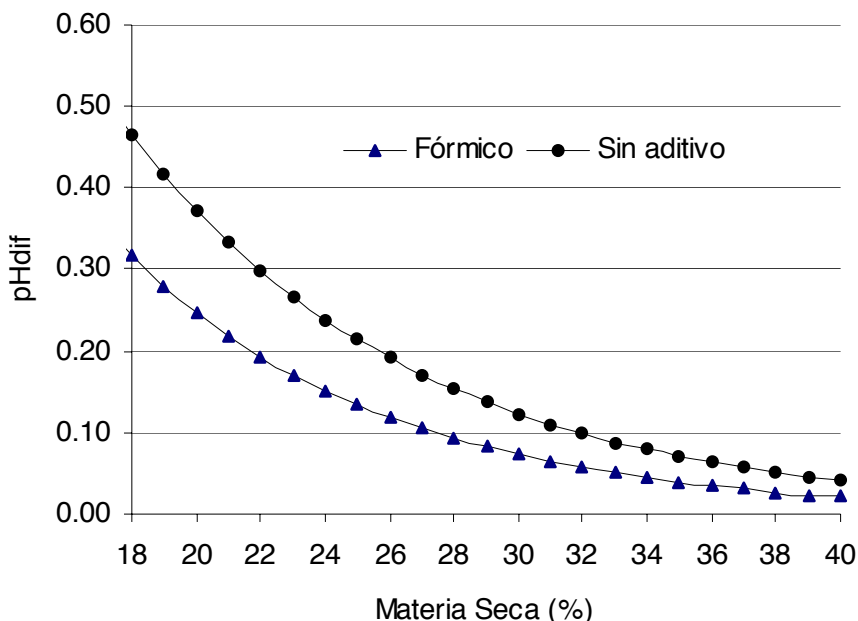


Figura 1. Relación entre el valor pHdif y el contenido en materia seca de las muestras de ensilaje sin aditivo y tratadas con ácido fórmico

Los resultados obtenidos en el estudio evidencian la escasa efectividad de los aditivos empleados para conseguir una satisfactoria calidad de conservación, con la salvedad de los inoculantes aplicados a hierba presecada. Debe advertirse que el escaso número de muestras para los ensilajes tratados con este tipo de aditivo aconseja interpretar los resultados con precaución. A pesar de la reputada utilidad del ácido fórmico para mejorar consistentemente la calidad de conservación de ensilajes de hierba de alta humedad en condiciones experimentales, diversos estudios encaminados a evaluar la efectividad de aditivos en la práctica de las explotaciones han encontrado escasas respuestas al uso de ácido fórmico, que concuerdan con los resultados obtenidos en el presente trabajo. Por ejemplo, Haigh, (1987), indica que la aplicación de fórmico no conseguía mejorar consistentemente la calidad de los ensilajes de raigrás cosechados con alta humedad, sugiriendo que este aditivo era más efectivo en el rango 22-26% MS, atribuyendo la falta de efectividad a la variabilidad en las dosis de aplicación.

La información obtenida en el presente trabajo acerca de la dosis de conservante utilizada en el caso de los ensilajes tratados con aditivo debe ser tomada con precaución, dada la dificultad de la estimación de la cantidad de forraje ensilada en las explotaciones. Por otra parte, en el caso de las sales de ácido e inoculantes la diversidad de formulaciones de los productos comerciales no permite analizar el efecto de la dosificación aplicada al forraje. Con estas salvedades, y restringiendo el análisis a la aplicación de ácido fórmico, de las 520 muestras de las que se disponía de datos estimativos acerca de la dosis aplicada, se observó que únicamente en el 10,8% de los casos se aplicó ácido fórmico a una dosis superior a $2,5 \text{ litros t}^{-1}$, siendo éste el umbral inferior recomendado en cuanto a la dosis de aplicación (Crawshaw, 1977). Por su parte Henderson (1987) subraya la necesidad de obtener una mezcla uniforme del aditivo aplicado con el forraje, indicando que, en el Reino Unido, la efectividad de los aditivos en las explotaciones estuvo limitada hasta que se empezaron a utilizar dosificadores de aditivos montados en las cosechadoras. En la explotaciones incluidas en nuestro estudio no fueron utilizados aplicadores para la distribución de aditivos, la cual se realizó a mano, en el silo, entre capas sucesivas de forraje, lo cual probablemente contribuyó, en una medida que no puede ser cuantificada, a los deficientes resultados derivados de la aplicación de los aditivos. En el caso de las sales de ácidos no puede descartarse el uso de productos que, incluso en condiciones de distribución óptima, sean de dudosa eficacia.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se deduce que, en las condiciones de las explotaciones lecheras estudiadas, el uso de aditivos no es eficaz para obtener ensilajes correctamente fermentados cuando la hierba no se preseca. La modificación de la técnica de distribución de los aditivos, y el empleo de dosis adecuadas, sin duda contribuiría a mejorar la eficacia de los mismos, particularmente en el caso del ácido fórmico aplicado a la hierba de alto contenido en humedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRAWSHAW, R., (1977). An approach to the evaluation of silage additives. *ADAS Quarterly Review*, 24, 1-15.

DEMARQUILLY, C., 1986. L'ensilage et l'évolution récente des conservateurs. *Bulletin Technique C.R. Z. V.Theix, INRA*, 63, 5-12.

FLORES, G.; GONZALEZ-ARRAEZ, A.; RESCH, C.; CASTRO, P.; VALLADARES, J.; CARDELLE, M.; FERNANDEZ-LORENZO, B., 2005. Efecto del presecado sobre la calidad del ensilaje de hierba en una muestra de explotaciones lecheras de Galicia. *XLV Reunión Científica de la SEEP*. Gijón, (Asturias), 30 mayo-3 junio 2005 (en prensa).

HAIGH, P. M., 1987. The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silages in commercial farms. *Grass and Forage Science*, 42, 1-18

HENDERSON, A. R., 1987. Silage making: Biotechnology on the farm. *Outlook on Agriculture*, 16 (2), 89-94.

WILKINSON, J. M.; TOIVONEN, M. I., 2003. *World silage: a survey of forage conservation around the world*. Chalcombe Publications, 204 pp. Lincoln, Reino Unido.

EFFECTO DEL TIPO DE COSECHADORA SOBRE LA CALIDAD FERMENTATIVA DEL ENSILAJE DE HIERBA EN UNA MUESTRA DE EXPLOTACIONES LECHERAS DE GALICIA

A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ¹, G. FLORES¹, C. RESCH², P. CASTRO¹,
B. FERNÁNDEZ-LORENZO¹, M. CARDELLE³ Y J. VALLADARES¹.

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) Apdo 10, 15080 A Coruña

² Escola Politécnica Superior, Lugo, USC

³ Laboratorio Agrario e Fitopatolóxico de Galicia

RESUMEN

Se revisan en este trabajo los resultados del análisis de unas 1600 muestras de ensilaje de hierba tomadas a lo largo del período comprendido entre 1991 y 2002 en explotaciones lecheras gallegas, con el objetivo de estudiar la relación existente en la práctica entre el tipo de cosechadora utilizada en las operaciones de ensilado y la calidad fermentativa del ensilaje resultante. El sistema de recolección del forraje evolucionó, en el citado período, hacia el uso de maquinaria que proporciona un picado más fino y con mayores rendimientos en cosecha. Las frecuencias de muestras de ensilaje que habían sido cosechadas con autocargador no picador, autocargador picador, cosechadora de mayales (corte directo), cosechadoras de precisión y rotoempacadora fueron del 86,7; 5,1; 3,1; 0,0 y 5,1% en 1991 y de 25,8; 38,6; 0,0; 19,9 y 15,7% en 2002, respectivamente. Aunque se observó una relación positiva entre un mayor picado del forraje y la calidad de conservación de los ensilajes, ésta fue más dependiente del contenido en materia seca de la muestra que del tipo de cosechadora utilizada, a excepción de las muestras de ensilaje cosechadas con máquinas de precisión y de mayales.

Palabras clave: maquinaria, forraje, ensilado, fermentación, materia seca.

EFFECT OF TYPE OF HARVESTER ON FERMENTATIVE QUALITY OF HERBAGE SILAGE MADE IN A SAMPLE OF DAIRY FARMS OF GALICIA

SUMMARY

With the objective of studying the relationship found in farm practice between the type of harvester used in herbage ensiling operations and the corresponding fermentative silage quality, the results of the analysis of about 1600 silage samples taken along nine years (1991-1998 and 2002) in galician dairy farms, were reviewed. Farm silage harvesting systems tended clearly to shorter-chop and higher performance machinery. The frequencies of silage samples harvested with long-chop forage wagon (5-11 knives), short-chop forage wagon (12 to 40 knives), flail harvester, precision choppers and big-balers were 86.7, 5.1, 3.1, 0.0 and 5.1% in year 1991 and 25.8, 38.6, 0.0, 19.9 and 15.7% in year 2002. Although it was observed a positive effect of fine chopping on silage quality, this was shown more related to silage dry matter content than to the type of harvester used in the ensiling operations, with the exception of precision-choppers and flail harvester.

Key words: machinery, forage, ensiling, conservation, dry matter,

INTRODUCCIÓN

Es un hecho comúnmente aceptado en cualquier revisión histórica acerca del papel del ensilado como técnica de conservación del forraje para la alimentación de rumiantes (por ejemplo, McDonald *et al.*, 1991) que las mejoras en la mecanización de la cosecha acontecidas a mediados del pasado siglo fueron uno de los elementos que más influyeron en la popularización e implantación de esta técnica de conservación.

A nivel experimental se reconoce el efecto positivo del picado del forraje y la rapidez con que se realizan las labores de cosecha y llenado de los silos sobre la calidad de fermentación de los ensilajes, la productividad animal y la reducción de las pérdidas en el silo (Gordon, 1985). Sin embargo, en la práctica de las explotaciones las respuestas al empleo de determinado tipo de maquinaria están condicionadas por las numerosas interacciones existentes con otros factores relacionados con el tratamiento post-cosecha (por ejemplo, uso de aditivos y realización del presecado), climatología y, fundamentalmente, el tipo de forraje y el momento de aprovechamiento (Woolford, 1984). En una revisión acerca del efecto del tipo de cosechadora sobre la calidad de fermentación del ensilaje de hierba en explotaciones neozelandesas, Marsh (1978) concluye que en la práctica se observaba una escasa influencia, salvo en los casos en los que se mejoraba la consolidación del material fuertemente presecado.

Con el objetivo de aportar información acerca de la evolución de la maquinaria empleada en la cosecha de la hierba de pradera en las explotaciones lecheras gallegas en los últimos años, así como de estudiar la relación entre el tipo de cosechadora y la calidad del ensilaje resultante, se presentan en este trabajo resultados del seguimiento de la calidad de los ensilajes de hierba realizados en una muestra de dichas explotaciones analizados en función del tipo de cosechadora empleada en el ensilado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron en este trabajo aproximadamente 1600 muestras de ensilaje de primer y segundo corte, tomadas en explotaciones lecheras pertenecientes en su mayoría a la provincia de A Coruña, de las que se disponía de información acerca de la metodología empleada en el ensilado, incluyendo el tipo de cosechadora utilizada. Cada explotación, en cada año, aportó al análisis un silo de primer corte y otro de segundo corte. Dichas muestras pertenecen a los años 1991-1998 y al año 2002, y fueron tomadas en uno o dos puntos de la superficie del silo, en toda la altura del mismo, mediante sonda.

Los valores del contenido en materia seca (MS), materia orgánica (MO) proteína bruta (PBt, expresada como nitrógeno total x 6,25), fibra ácido detergente (FAD, expresada con cenizas), digestibilidad de la materia orgánica (DMO_e), energía neta (Unidades Forrajeras Leche, UFL/kg MS) y proteína digestible en el intestino delgado (PDIN y PDIE) se obtuvieron según lo indicado por Flores *et al.*, (2005a). La calidad de conservación se estimó mediante la relación entre el pH medido en la muestra y el pH teórico de estabilidad (pHe) obtenido según Haigh (1987) para ensilajes de hierba. Convencionalmente se consideró que, cuando la diferencia entre el pH de la muestra y el de estabilidad (pHdif=pH-pHe) era inferior a 0,10 unidades, la conservación era adecuada, mientras que aquellas muestras cuyo valor pHdif era superior a 0,25 unidades presentaban una mala calidad de conservación.

El análisis de varianza y la separación de medias se realizó según lo indicado en Flores *et al.*, (2005b)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como media del período de estudio, y tal como se muestra en la Tabla 1, el 65,2% de los ensilajes se realizaron con remolque autocargador convencional o no picador (5 a 11 cuchillas), el 21,4% con autocargador picador (12 a 40 cuchillas), el 1.1% con cosechadora de mayales simple, el 9,4% con rotoempacadora y el 2,9% restante con cosechadora picadora de precisión (en su mayor parte máquinas autopropulsadas). La evolución de las frecuencias de ensilados realizados con los diferentes tipos de máquinas en los distintos años muestran la existencia de profundos cambios en los sistemas de recolección a lo largo del período 1991-2002, tendentes a una reducción en la frecuencia de uso de los remolques autocargadores no picadores, de menor capacidad y que proporcionan un escaso picado (86,7% en 1991 y 25,8% en 2002) y a un incremento sostenido de la de remolques picadores, de mayor capacidad de carga (5,1% en 1991 y 38,6% en 2002), así como de las cosechadoras picadoras de precisión autopropulsadas (0,3% en 1994 y 19,9% en 2002). Esto parece indicar que las explotaciones lecheras gallegas que mantienen su actividad en la producción de leche, en paralelo al incremento medio de tamaño experimentado en los doce años de estudio, ajustan el sistema utilizado en la recolección de la hierba para ensilar evolucionando hacia el uso de maquinaria cada vez más específica, que proporciona un picado más fino y de mayor rendimiento.

Tabla 1.- Tipo de cosechadora utilizada en las operaciones principales de ensilado, en cada año de muestreo, en porcentaje sobre el total anual de ensilajes

	Tipo de cosechadora utilizado, en porcentaje dentro de cada año								Total 1991-2002	n
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	2002		
Autocargador no picador	86,7	85,5	77,7	68,0	67,8	60,3	60,7	25,8	65,2	1075
Autocargador picador	5,1	6,7	11,3	19,7	20,4	31,1	26,9	38,6	21,4	352
Mayales	3,1	2,6	2,6	1,4	0,2	0,2	0	0	1,1	21
Picadoras de precisión	0	0	0	0,3	0,4	0,2	2,6	19,9	2,9	57
Rotoempacadora	5,1	5,2	8,4	10,6	11,2	8,2	9,8	15,7	9,4	155

n: número de muestras (no existen datos del tipo de cosechadora para los años 1998 a 2001)

La desaparición de las máquinas de mayales simples del escenario de las operaciones de ensilado en las explotaciones gallegas puede explicarse por la imposibilidad de realizar el presecado del forraje con esta cosechadora, que siega, pica y carga la hierba en el remolque en una sola operación, y con su escaso rendimiento. El mantenimiento del uso de rotoempacadoras en las explotaciones, con ciertas oscilaciones anuales, se relaciona con la adaptación de esta máquina a la estructura fraccionada de la propiedad de una parte relevante de las explotaciones lecheras, que en no pocas ocasiones dificulta el uso de equipos complejos de ensilado, con la flexibilidad que supone su uso para aprovechar la hierba de determinadas parcelas fuera del plan general de ensilado, su polivalencia para la recolección de ensilaje y heno, y, tal y como como señala Pflimlin (1998), de forma especial con la posibilidad que brinda de abordar el trabajo de recolección y ensilado con mínimos requerimientos de mano de obra, en contraposición con la necesidad de movilizar a un mínimo de 4 ó 5 personas para la ejecución de un silo.

Wilkinson y Toivonen (2003) indican que, en los países europeos, la mayor parte de la hierba es cosechada con máquinas picadoras de precisión, que en los últimos años han evolucionado desde el uso de maquinaria arrastrada con tractor hacia una presencia cada vez mayor de las máquinas autopropulsadas, en paralelo con una tendencia cada vez más acusada a la realización del ensilado por parte de contratistas. Estos optan mayoritariamente por dichas cosechadoras, las cuales presentan, adicionalmente a su alto rendimiento y picado preciso del forraje, la ventaja de su versatilidad para ensilar hierba, maíz y otros cultivos forrajeros.

Esta tendencia ha sido observada también en nuestro estudio, cuyos resultados muestran que, en 2002, el porcentaje de ensilajes que habían sido cosechados por medios propios, ayuda mutua entre vecinos y contratistas era del 42,2; 39,9 y 17,9% para las explotaciones con 35 o menos vacas, mientras que para las de más de 35 vacas se duplicaba el porcentaje de ensilajes realizados por contrata (35,7%), reduciéndose al 25,1% de los casos los ensilajes realizados con ayuda mutua y al 39,2% el de los ejecutados por medios propios. A pesar de no disponer de datos detallados al respecto, se sabe que hasta 1996 la figura del contratista para la realización de las operaciones de ensilado era, en general, una excepción en las explotaciones estudiadas. En este sentido, el incremento de esta figura se considera un elemento de racionalización económica en cuanto a que la compra de maquinaria específica para ensilar por parte de productores individuales incrementa notablemente el coste del ensilaje debido al escaso uso anual de las cosechadoras que se deriva de la reducida dimensión media de las explotaciones (Castro *et al.*, 1998).

En el análisis del efecto del tipo de cosechadora se incluyó la fecha de corte como covariable, dada la existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las medias de dicha variable para los distintos niveles del antedicho factor (Tabla 2). El contenido en materia seca de las muestras cosechadas con rotoempacadora (29,5%) fue significativamente superior ($p < 0,0001$) a la de las correspondientes a los otros tipos de máquinas, mientras que los correspondientes a la cosechadora de mayales mostraron un valor significativamente inferior al resto (21,9% MS). Dicha observación se explica por el hecho de que dichas máquinas no permiten la realización del presecado, entrando la hierba en el silo con su contenido natural de humedad. Este tipo de ensilajes mostraron un contenido en MO inferior al del resto de las muestras, mientras que los de PBt, UFL, PDIN y PDIE fueron inferiores ($p < 0,05$) a los correspondientes a las muestras ensiladas con cosechadoras de precisión y autocargador picador, los cuales tendieron a presentar una mejor calidad en cuanto al contenido energético y nitrogenado de los ensilajes. Las muestras cosechadas con autocargador convencional y rotoempacadora no se diferenciaron entre sí ($p < 0,05$) para ninguna de las variables estudiadas, siendo el contenido en UFL de estos ensilajes superior al de las muestras de ensilajes recogidos con cosechadora de mayales. El valor medio de pH_{dif} de los ensilajes se vio significativamente afectado ($p = 0,0004$) por el tipo de cosechadora, diferenciándose claramente las muestras cosechadas con picadoras de precisión y máquina de mayales de las cosechadas con las restantes máquinas, observándose valores medios de pH_{dif} de 0,003; 0,006; 0,21; 0,24 y 0,25 para cosechadora de mayales, picadoras de precisión, autocargador picador, rotoempacadora y autocargador no picador, respectivamente, denotando una mejor calidad de conservación para las dos primeras máquinas cosechadoras. La interacción entre el número de corte y el tipo de cosechadora no se mostró significativa para ninguna de las variables estudiadas.

Tabla 2. Calidad del ensilaje de hierba realizado con diferentes tipos de cosechadora

	n	MS %	MO %MS	FAD %MS	PBt %MS	DMO _e %	UFL kg ⁻¹ MS	PDIN %MS	PDIE %MS	pHdif
Tipo de cosechadora										
Autocargador no picador	1075	24,3	89,5	37,7	13,3	66,5	0,78	7,83	6,49	0,25
Autocargador picador	352	24,4	89,7	37,3	13,8	67,0	0,79	8,15	6,60	0,21
Mayales	22	21,9	88,6	39,8	12,8	64,9	0,75	7,56	6,10	0,003
Precisión	57	24,2	89,6	37,3	13,8	67,1	0,79	8,15	6,55	0,006
Rotoempacadora	155	29,5	89,9	37,5	13,2	66,0	0,78	7,74	6,57	0,24
<i>p</i>		<0,0001	0,0184	0,1070	0,0013	0,086	0,027	0,0013	0,0053	0,0004
dms		2,66	0,63	-	0,731	-	0,025	0,548	0,274	0,166
Interacción										
Cosechadora x N° corte		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Medias ajustadas utilizando la fecha de corte como covariable

pHdif=pH – pHe, siendo pHe el pH de estabilidad, según la ecuación pHe=0,0359MS (%) + 3,44

n: número de muestras (no existen datos del tipo de cosechadora para los años 1998 a 2001)

p: significación del test F en el análisis de varianza

dms: diferencia mínima significativa ($\alpha=0,05$) entre dos valores de la misma columna; ns: p<0,05

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.
Figura 1.- Calidad de fermentación media para las muestras de ensilajes agrupadas por su contenido en materia seca y cosechadas con diferentes máquinas

Los resultados obtenidos en cuanto a la calidad de las muestras ensiladas con cada tipo de máquina confirman, en general, los resultados de la bibliografía que indican las ventajas de un picado fino sobre la calidad de conservación de los ensilajes (por ejemplo, Gordon, 1985), como se deduce de los valores medios de pH_{dif} de las muestras ensiladas con cosechadora de precisión y de mayales (0,006 y 0,003), significativamente inferiores a los correspondientes a las demás máquinas. Se destaca la buena calidad fermentativa de los ensilajes recogidos con cosechadora de mayales, a pesar del alto contenido en humedad de las muestras.

La calidad media de conservación de las muestras cosechadas con autocargadores y rotoempacadora fue semejante, y claramente superior al valor umbral de 0,10 para pH_{dif} indicativo de una satisfactoria calidad de conservación. Sin embargo, del total de muestras situadas en el intervalo de más del 30% de materia seca, todas ellas con una calidad de fermentación satisfactoria, el 40 y 30% del total, respectivamente, procedían de hierba cosechada con remolques autocargadores, no picadores y picadores, respectivamente, mientras el resto eran muestras recogidas con rotoempacadora y cosechadora picadora de precisión. Este aspecto se refleja en la Figura 1, donde se muestra que, independientemente del tipo de máquina, un superior nivel de materia seca conlleva la mejora de la calidad de conservación, y que únicamente para la cosechadoras de mayales y picadoras de precisión, es posible obtener, de media, ensilajes correctamente fermentados con muestras de alta humedad.

CONCLUSIONES

Se observa, en la práctica de las explotaciones lecheras gallegas, una relación positiva entre la finura de picado de la hierba y la mejora de la calidad de conservación de los ensilajes. Sin embargo, con la excepción de la cosechadora de mayales y de las máquinas picadoras de precisión, dicha calidad depende en mucha mayor medida del contenido en materia seca de la hierba ensilada que del tipo de máquina utilizada en la cosecha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, J.; FLORES, G.; ARRÁEZ, A., 1998. Cadenas de trabajo para ensilado de hierba, *Cooperación Galega, Revista de la Asociación Galega de Cooperativas Agrarias*, **39**, 1-15.

FLORES, G.; GONZALEZ-ARRAEZ, A.; RESCH, C.; CASTRO, P.; VALLADARES, J.; CARDELLE, M.; FERNANDEZ-LORENZO, B., 2005a. Efecto del presecado sobre la calidad del ensilaje de hierba en una muestra de explotaciones lecheras de Galicia. *XLV Reunión Científica de la SEEP*, Gijón, (Asturias), 30 mayo-3 junio 2005 (en prensa).

FLORES, G.; GONZALEZ-ARRAEZ, A.; RESCH, C.; CASTRO, P.; FERNANDEZ-LORENZO, B.; CARDELLE, M.; VALLADARES, J., 2005b. Efecto del uso de aditivos sobre la calidad del ensilaje de hierba en una muestra de explotaciones lecheras de Galicia. *XLV Reunión Científica de la SEEP*, Gijón, (Asturias), 30 mayo-3 junio 2005 (en prensa).

GORDON, F. J., 1985, Nutritional implications of machinery use-intake and performance. En: *Machinery for Silage*, BGS Occasional Symposium n° 17, 68-77. Ed: J. K. NELSON; E. R. DINNIS. British Grassland Society. The Animal and Grassland Research Institute, Hurley, Reino Unido.

HAIGH, P. M., 1987. The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silages in commercial farms. *Grass and Forage Science*, 42, 1-18.

MARSH, R., 1979. The effects of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage, *Grass and Forage Science*, **34**, 1-10.

McDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S., 1991. The Biochemistry of Silage, 2nd edition. Chalcombe Publications, 340 pp. Marlow, Bucks, Reino Unido.

PFLIMLIN, A., 1998. Evolution des modes de conservation de l'herbe en Europe: acquis et perspectives, *Fourrages*, **156**, 611-618.

WILKINSON, J. M.; TOIVONEN, M. I., 2003. *World silage: a survey of forage conservation around the world*. Chalcombe Publications, 204 pp. Lincoln, Reino Unido.

WOOLFORD, M. K., 1984. *The silage fermentation*. Marcel Dekker, Inc., 350 pp. Nueva York, EEUU.

DISEÑO DE UNA SONDA MECANIZADA PARA TOMA DE MUESTRAS DE SILOS

J. VALLADARES¹, G. FLORES¹, A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ¹,
B. FERNÁNDEZ-LORENZO¹, P. CASTRO, M. CARDELLE².

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) Apdo 10, 15080 A Coruña

² Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Galicia

RESUMEN

Se presenta en este trabajo información acerca del diseño de un prototipo de sonda para toma de muestras de silos de diferente altura, accionada eléctricamente. Construida en acero inoxidable, la sonda permite realizar dicho trabajo minimizando el esfuerzo requerido por parte del operador, mientras que se mejora notablemente el rendimiento del trabajo y la representatividad de la muestra. Adicionalmente, se presenta información de la variabilidad encontrada en la composición química de dos silos de gran capacidad, uno de hierba y el otro de maíz, durante las pruebas del aparato.

Palabras clave: forraje, ensilado, muestreo, análisis.

DESIGN OF A MECHANICALLY OPERATED CORER FOR SILAGE SAMPLING

SUMMARY

A design of a core electrically operated for silage sampling is presented in this work. Constructed in stainless-steel, this corer minimizes the physical effort of the operator while drilling the silo and obtaining the sample, allowing a increased labor output and improving the sampling representativity. It is also presented information about the variability found within one herbage and other maize high-capacity silos, during the farm test of the corer.

Key words: forage, silo, sampling, analysis.

INTRODUCCIÓN

El valor nutritivo de los forrajes presenta una elevada variabilidad debido, tanto a factores intrínsecos (genotipo, estado de madurez) como extrínsecos (condiciones del medio, forma de aprovechamiento del cultivo). Para los forrajes conservados mediante ensilado, los diferentes tipos de fermentación que tienen lugar en el silo son otra fuente adicional de variabilidad, y pueden llegar a modificar sustancialmente la calidad original del forraje (Wilkinson, 1988).

El muestreo de los silos y la correspondiente caracterización nutricional de los ensilados, debe ser realizado con suficiente antelación a la apertura de los mismos, con el fin de permitir la elaboración de raciones equilibradas para el ganado que optimicen el uso de los forrajes desde un punto de vista económico y nutricional, lo cual conlleva la utilización de una sonda en dicha operación. Las recomendaciones actuales aconsejan la obtención de muestras en diversos puntos de la superficie y en toda la altura de la masa de forraje ensilado a fin de obtener una muestra representativa del mismo (Adamson y Givens, 1988). Esto es debido a la variabilidad existente en la composición química y calidad fermentativa del forraje dentro del mismo silo, notablemente acentuada para el caso de ensilajes de hierba procedente de diversas parcelas y/o procesadas de forma diferente. Durante las campañas de toma de muestras de ensilados en explotaciones, los operadores deben hacer un muestreo en numerosos silos diariamente, utilizando sondas accionadas manualmente. Este proceso es lento y penoso, requiriendo un gran esfuerzo físico, en particular en silos de gran capacidad (normalmente con alturas de hasta 200 cm e incluso superiores).

Se presentan en este trabajo los resultados del desarrollo de un prototipo de sonda para la toma de muestras del ensilado, accionada mecánicamente, de forma que el muestreo de los silos pueda ser realizado con facilidad y reducido esfuerzo, con el fin de asegurar la representatividad de la muestra tomada, así como incrementar la eficacia de los operadores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la sonda

El desarrollo del prototipo fue realizado a partir de la modificación de un diseño de la sonda del Swedish Institute of Agricultural Engineering (Uppsala, Suecia), del que se adoptó la idea de una hélice en el exterior del elemento de toma de muestras para facilitar su introducción y posterior retirada de la masa de forraje.

Tal y como se muestra en las Figuras 1 y 2, en su concepción más simple consta de dos elementos (cuerpo sacamuestras y extensión), de dimensiones 75 y 100 cm, respectivamente, engarzados mediante un dispositivo en bayoneta fácilmente operable. Ambos están contruidos en tubo de acero inoxidable de diámetro interior 35 mm y 22 mm respectivamente y 1,5 mm de espesor. Es posible añadir un tercer elemento de extensión, con lo cual se pueden alcanzar profundidades de muestreo de hasta tres metros. Formando parte del elemento sacamuestras, y fijada con dos tornillos al mismo, existe una boquilla de corte del forraje, la cual es intercambiable, siendo fabricada en tubo de acero inoxidable de diámetro interior 29 mm y espesor 3,6 mm, afilado en el extremo libre. La boquilla puede ser afilada ó sustituida sin dificultad en caso de desgaste excesivo o deformación al chocar con el piso del silo o con cualquier otro elemento duro que se pudiese encontrar en la masa

del forraje durante la operación. A 75 mm del extremo de la boquilla, se sitúa la hélice, soldada en la cara exterior del tubo. Construida en acero inoxidable de 2,7 mm de espesor, 12 mm de ancho y 50 mm de paso, tiene un recorrido de 100 mm, es decir, dos vueltas de paso de hélice.

La sonda se opera con un taladro de tipo industrial, con sentido de giro reversible, de 1050 w de potencia absorbida y bajas revoluciones (selector de dos velocidades, a 165 y 330 rpm) que desarrolla un potente par de fuerza (280 y 140 Newton x m, respectivamente), accionado mediante corriente alterna. El acople de la sonda al taladro se realiza mediante una pieza torneada de acero inoxidable, uno de cuyos extremos es de sección octogonal, de 40 mm de largo y 16 mm \varnothing , destinada a alojarse en el interior del portabrocas del taladro; mientras que el otro extremo, de 60 mm de longitud y 34 mm \varnothing , permite el engarce tipo bayoneta con el cuerpo de la sonda o la correspondiente extensión. La muestra alojada en el interior del tubo es extraída mediante una baqueta expulsora, construida en tubo de acero inoxidable de 20 mm \varnothing exterior y 80 cm de longitud, dotada de empuñadura y protección de plástico, que es introducida por la boquilla de la sonda.

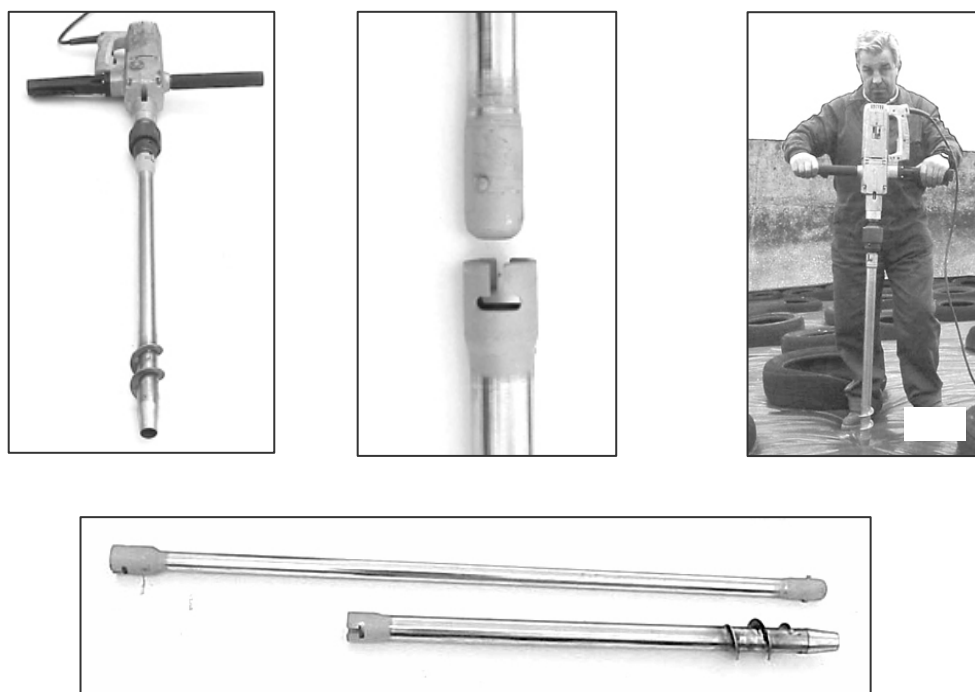


Figura 2. – Fotografías de detalles de sonda montada en el taladro (2 a), engarce entre cuerpos (2 b), toma de muestras (2 c), cuerpo sacamuestras y extensión (2 d).

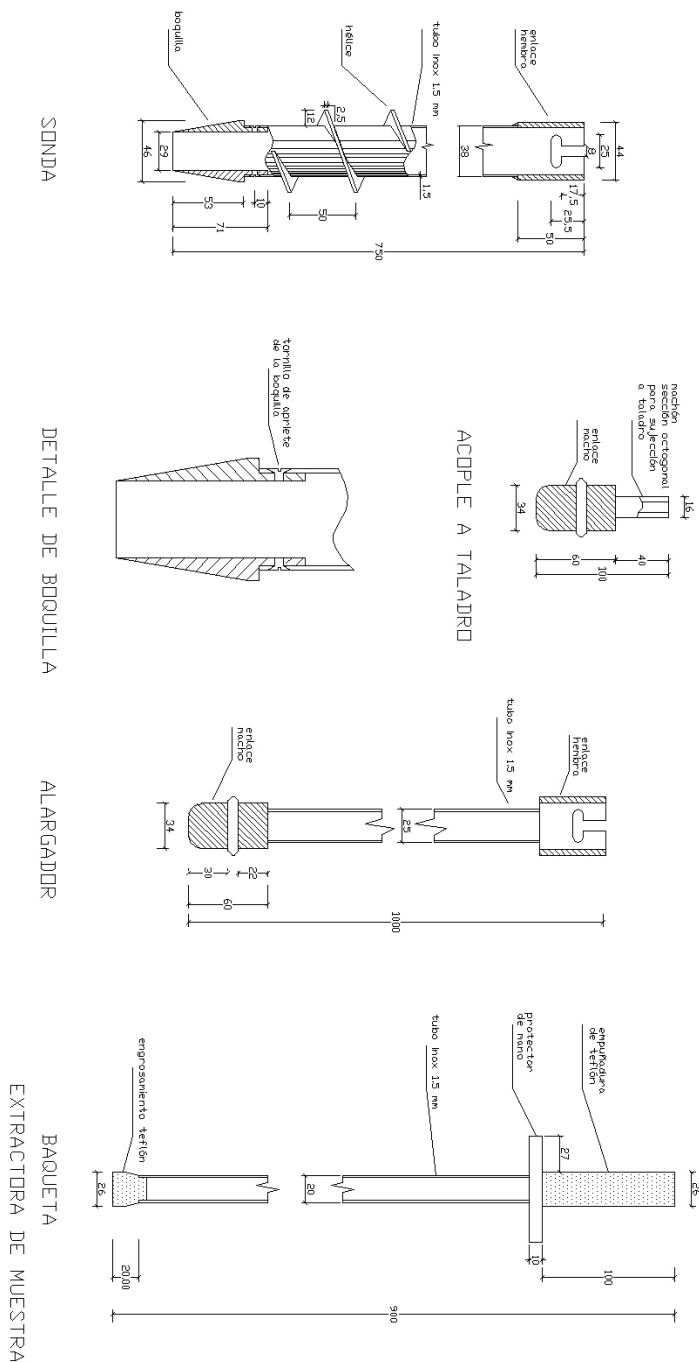


Figura 2. – Fotografías de detalles de sonda montada en el taladro (2 a), engarce entre cuerpos (2 b), toma de muestras (2 c), cuerpo sacamuestras y extensión (2 d).

Prueba de la sonda en dos silos de gran capacidad

En la prueba del prototipo se muestrearon dos silos de 350 t aproximadamente, de dimensiones 10 x 30 m de planta y 2 m de altura; uno de los cuales era de hierba y el otro de maíz. Los puntos de muestreo por silo fueron tres, situados a lo largo de una de las diagonales. En cada posición (POS), la muestra se extrajo a intervalos de profundidad de 50 cm, siendo guardado el ensilaje de cada posición y altura en bolsas independientes, por duplicado. Trasladadas las bolsas al laboratorio, fueron inmediatamente combinadas las alícuotas de las muestras tomadas en los distintos intervalos para obtener muestras representativas de las alturas de sondeo (ALT) siguientes: 0-100 cm (ALT 1), 0-150 cm (ALT) y 0-200 cm (ALT 3), por duplicado.

Éstas fueron secadas en estufa a 80 °C durante 16 horas, determinándose el contenido de materia seca (MS). Las muestras secas fueron molidas a un mm en molino de martillos y posteriormente, mediante análisis NIRS se estimó el contenido de materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), digestibilidad de la materia orgánica, (DMO_c) y unidades forrajera leche (UFL). En las muestras de ensilado de hierba se estimó el pH, también por NIRS, y en las de ensilado de maíz, el contenido en almidón (ALM) por el mismo método. Para la realización de los análisis NIRS se emplearon calibraciones obtenidas en el CIAM (Castro *et al.*, 2002; Castro *et al.*, 2003). Se realizó análisis de varianza para cada silo considerando la muestra de cada posición y altura de muestreo como una observación independiente según el modelo factorial $y = \mu + \alpha_i \text{POS} + \beta_j \text{ALT} + \epsilon_{ij}$. La variabilidad existente para los factores posición y altura se obtuvo en términos del coeficiente de variación (CV), para cada silo, calculado como sigue:

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo., donde **¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.**, siendo **¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.** y **¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.** los cuadrados medios (suma de cuadrados dividido por los grados de libertad) del factor (POS ó ALT) y del error, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situada la boca de la sonda sobre la superficie del silo y accionando el taladro, la hélice aseguró una penetración rápida y constante del cuerpo sacamuestras en la masa de forraje. Cada 50 cm de profundidad, la sonda era retirada accionando el mando de inversión de giro del taladro, ascendiendo sin esfuerzo para el operador. En la extracción de la muestra con la baqueta se observó que aquella era expulsada sin dificultad y, dado que el diámetro de la boquilla se diseñó ligeramente inferior al del interior del tubo sacamuestras, la compresión del forraje se vio minimizada durante la operación, aspecto éste especialmente importante en el muestreo de forrajes húmedos. El tiempo de muestreo de cada silo, en las condiciones indicadas, fue de 30 minutos aproximadamente.

El efecto de los factores posición y altura de toma de muestras sobre la composición química y digestibilidad de las mismas se muestra en las tablas 1 y 2, para los silos de hierba y maíz, respectivamente. Se advierte de la escasa potencia del ensayo (n=8 observaciones por silo), y se recuerda que el objetivo era probar la sonda mecanizada, por lo que la información debe ser tomada únicamente como orientativa de la variabilidad encontrada en los dos únicos silos muestreados. En el silo de hierba se observó un efecto

significativo de la posición de muestreo en superficie sobre los contenidos de MS, MO, DMO_e, UFL y pH, mientras que la altura de muestreo no influyó en ninguno de los parámetros analizados. En el silo de maíz, la posición fue significativa para todos los parámetros analizados salvo para los contenidos en fibra, mientras que la altura lo fue para los contenidos en MS, Almidón, DMO_e y UFL. Para todos los parámetros analizados, y en ambos tipos de silos, la variabilidad observada entre las distintas posiciones fue superior a la existente entre las tres profundidades ensayadas. Para el ensilaje de hierba, el valor del coeficiente de variación osciló, para el factor posición, entre 2,2 y 7,2% para MO y UFL, respectivamente, mientras que para el factor altura osciló entre 0.7 y 5.2% para MO y PB, respectivamente. A su vez, para el ensilaje de maíz, los citados valores extremos de CV fueron: entre 1,0 (DMO_e) y 5,6% (FAD) y entre 0,55 (MO) y 2,30% (PB), para los factores posición y altura, respectivamente.

Salvo para el contenido en materia seca de los ensilajes, donde se advirtió una tendencia hacia una mayor humedad de la muestra con el incremento de la profundidad en el silo, para el resto de los parámetros analizados no se advirtió un gradiente de variación determinado. Tal como indica Pauly (1999), frente a la frecuente asunción de que el ensilaje es una masa homogénea en la cual la humedad y los nutrientes están distribuidos de forma uniforme, en la práctica los ensilajes de las explotaciones pueden tener una composición relativamente heterogénea a lo largo de la masa ensilada, observándose con frecuencia una elevada variabilidad en planta y altura de los parámetros de calidad del ensilaje, cuyos valores se distribuyen de forma marcadamente irregular.

Tabla 1. - Efecto de la posición y de la altura de muestreo sobre la composición química, pH y valor energético de un silo de hierba

	MS (%)	Composición química (%MS)				DMO (%)	UFL /kg MS	pH	
		MO	PB	FAD	FND				
Posición	1	20,96	90,05	10,97	38,54	52,91	66,10	0,84	3.64
	2	22,72	88,65	12,15	37,58	50,74	68,04	0,85	3.66
	3	22,73	86,14	10,62	42,00	54,33	62,54	0,74	3.90
	<i>Media de posición</i>	<i>22.14</i>	<i>88,28</i>	<i>11,25</i>	<i>39,73</i>	<i>52,66</i>	<i>65,55</i>	<i>0,81</i>	<i>3,73</i>
	<i>p⁽¹⁾</i>	<i>0,0042</i>	<i>0,0041</i>	<i>0,180</i>	<i>0,129</i>	<i>0,129</i>	<i>0,015</i>	<i>0,0043</i>	<i>0,015</i>
<i>CV⁽²⁾</i>	<i>4,53</i>	<i>2,20</i>	<i>5,67</i>	<i>2,91</i>	<i>2,91</i>	<i>4,13</i>	<i>7,21</i>	<i>3,77</i>	
Altura	1 (0-100 cm)	22,55	88,05	11,12	40,53	54,24	64,76	0,80	3.83
	2 (0-150 cm)	22,06	88,34	11,51	38,68	51,75	66,19	0,82	3.73
	3 (0-200 cm)	21,80	88,45	11,11	38,91	51,99	65,70	0,82	3.64
	<i>Media de altura</i>	<i>22,14</i>	<i>88,28</i>	<i>11,25</i>	<i>39,73</i>	<i>52,66</i>	<i>65,55</i>	<i>0,81</i>	<i>3,73</i>
	<i>p⁽¹⁾</i>	<i>0,112</i>	<i>0,743</i>	<i>0,665</i>	<i>0,240</i>	<i>0,243</i>	<i>0,453</i>	<i>0,495</i>	<i>0,060</i>
<i>CV⁽²⁾</i>	<i>1,47</i>	<i>0,718</i>	<i>5,22</i>	<i>1,96</i>	<i>1,87</i>	<i>1,95</i>	<i>2,38</i>	<i>2,35</i>	

⁽¹⁾ Significación del test F en el ANOVA

⁽²⁾ Coeficiente de variación de la media, elaborado a partir de los cuadrados medios para Posición y Altura en el ANOVA

Tabla 2. - Efecto de la posición y de la altura de muestreo sobre la composición química y valor energético de un silo de maíz

		MS (%)	Composición química (%MS)					DMO (%)	UFL /kg MS
			MO	PB	FAD	FND	ALM		
Posición	1	33,42	94,79	5,96	27,16	45,81	27,00	62,36	0,78
	2	33,85	97,23	6,57	25,45	46,65	27,48	63,53	0,82
	3	32,41	96,75	6,46	26,10	47,11	26,22	63,55	0,82
	<i>Media de posición</i>	<i>33,23</i>	<i>96,26</i>	<i>6,33</i>	<i>26,24</i>	<i>46,53</i>	<i>26,90</i>	<i>65,55</i>	<i>0,81</i>
	$p^{(1)}$	<i>0,0027</i>	<i>0,0103</i>	<i>0,014</i>	<i>0,180</i>	<i>0,057</i>	<i>0,010</i>	<i>0,0015</i>	<i>0,0034</i>
	$CV^{(2)}$	<i>2,19</i>	<i>1,30</i>	<i>4,91</i>	<i>5,67</i>	<i>1,30</i>	<i>2,29</i>	<i>1,06</i>	<i>2,83</i>
Altura	1 (0-100 cm)	33,74	96,35	6,35	26,78	46,51	26,21	62,52	0,80
	2 (0-150 cm)	33,26	96,61	6,26	25,89	46,74	27,38	63,41	0,82
	3 (0-200 cm)	32,69	95,81	6,38	26,05	46,60	27,11	63,49	0,82
	<i>Media de altura</i>	<i>33,23</i>	<i>96,26</i>	<i>6,33</i>	<i>26,24</i>	<i>46,53</i>	<i>26,90</i>	<i>63,14</i>	<i>0,81</i>
	$p^{(1)}$	<i>0,010</i>	<i>0,283</i>	<i>0,625</i>	<i>0,372</i>	<i>0,936</i>	<i>0,012</i>	<i>0,0037</i>	<i>0,032</i>
	$CV^{(2)}$	<i>1,53</i>	<i>0,55</i>	<i>2,30</i>	<i>0,83</i>	<i>0,98</i>	<i>2,20</i>	<i>0,83</i>	<i>1,43</i>

⁽¹⁾ Significación del test F en el ANOVA

⁽²⁾ Coeficiente de variación de la media, elaborado a partir de los cuadrados medios para Posición y Altura en el ANOVA

CONCLUSIONES

El prototipo de sonda ensayado parece adecuado para realizar el trabajo de toma de muestras de ensilaje de hierba y de maíz en silos de gran capacidad posibilitando el muestreo en diversos puntos de la superficie y toda la altura del silo, a fin de asegurar su representatividad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal del T.E.A del C.I.A.M y especialmente a su maestro de taller Eduardo Carro Veiga su labor en el desarrollo del prototipo de la sonda mecanizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADAMSON, A.H. y GIVENS, D.I., 1988. Silage Sampling and Analysis to Reflect the Potential of the Silage. En: *Silage for Milk Production*. Ed. C.S. MAYNE. Occasional Symposium nº 23. British Grassland Society. 20-23.

CASTRO, P.; FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; CASTRO, J.; DÍAZ-VILLAMIL, L. 2003. Nutritive quality of maize silages by NIRS. *11th International Conference on Near-Infrared Spectroscopy*, Córdoba, España, 6-11 Abril 2003. P.5.93.

CASTRO, P.; FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; DÍAZ-VILLAMIL, L., 2002b. Estrategias de calibración NIRS para determinar parámetros nutritivos en ensilajes de hierba. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*. Lleida, 2002 pp.475-478.

PAULY, T.M., 1999. Heterogeneity and Hygienic Quality of Grass Silage. Doctoral thesis. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria*, **157**, 90 pp.

WILKINSON, M., 1988. Sampling and Analysing Silage. En: *Silage UK*, 5th edition, 151-153. Ed. M.WILKINSON. Chalcombe Publications. Marlow. (Reino Unido)

VALORACIÓN BROMATOLÓGICA DEL ENSILADO DE ZULLA (*Hedysarum coronarium L.*) DE ZULLARES CULTIVADOS EN LA ISLA DE MENORCA

J. BUSTAMANTE¹, A. ALLÉS¹, J.R. DE OLIVES² Y J. ROVIRA³.

¹Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón. CCEA. Apto. 35. 07700 Mahón. Menorca. (España). ²Servicio Gestión Técnica del Instituto de Biología Animal de Baleares. IBAB S.A. Delegación Menorca. Bijuters 36. 07760 Ciutadella. Menorca. (España). ³Departamento de laboratorio del IBAB S.A. Sección Bromatología. Esperanto 8. 07198 Son Ferriol. Mallorca. (España).

RESUMEN

Se ha estudiado el valor nutritivo del ensilado de zulla (*Hedysarum coronarium L.*) en zullares cultivados en seco, con el fin de ajustar, según sea el tipo de ensilado (trinchera, almiar o rotopacas), el racionamiento alimenticio de vacas lecheras. El ensilado de zulla tiene un elevado contenido en proteína bruta (14% en silo en rotopacas y 13,6% en silos trinchera), un elevado contenido en fibra bruta (35%) y una conservación deficiente (pH de 4,85 en silos en rotopacas y 4,50 en silos almiar y trinchera), dando lugar a ingestiones bajas por el ganado vacuno lechero. Para mejorar su conservación e ingestión por el ganado habría que introducir picadoras de corte exacto, segadoras-acondicionadoras y estudiar la utilización de conservantes.

Palabras clave: Conservación de forraje, seco, valor nutritivo.

EVALUATION OF THE NUTRITIVE PROPERTIES OF THE SULLA (*HEDYSARUM CORONARIUM L.*) SILAGE IN SULLAS GROWN IN THE ISLAND OF MENORCA.

SUMMARY

The nutritional value of sulla (*Hedysarum coronarium L.*) ensilage has been studied in the dry farming, in order to adjust the nourishing of the milch-cows, according to the kind of ensilage (trench, haystack or in bigbales). Sulla ensilage has very high content in crude protein (14% in silo bales and 13,6 % in silo trenches), a very high content in crude fibre (35 %) and a bad conservation (4,85 pH in silo and bales and 4,50 in silo haystack and trench), which promotes a very low intake in dairy cows. To improve the conservation as well as the intake a mince machinery for an exact cutting and a reaper-conditioner should be used and the use of the conservators studied.

Key words: Forage conservation, dry land, nutritive value.

INTRODUCCIÓN

El clima de la isla de Menorca se califica, según Papadakis, como Clima Mediterráneo Subtropical, considerando que el régimen térmico es Su y el régimen de humedad es Me y, según Unesco-FAO, como Mesomediterráneo atenuado. Es templado cálido y el periodo seco dura 3 meses y coincide con los días más largos del año. La pluviometría media es de unos 600 mm. La temperatura media, en el mes más frío, es de 9,7° y la media de las mínimas es de 6,0°. La época de las lluvias va de septiembre a mayo, con una sequía casi total en verano (Bustamante *et al.* 2004), con lo cual el ganado vacuno dispone de forraje verde desde noviembre hasta principios de mayo, alimentándose el resto del año a base de ensilados y henos. Por tanto, en seis meses se deben producir los forrajes para el consumo de todo el año.

La práctica del ensilado se realiza en todas las explotaciones lecheras de la isla, bien en silos trinchera de hormigón o almiar sobre el suelo, bien en rotopacas, siendo frecuente que una misma finca utilice los dos métodos. El ensilado suele efectuarse, mayoritariamente, durante el mes de abril y principios de mayo. Si se realiza en rotopacas se adelanta su inicio al mes de febrero.

La necesidad de realizar buenos ensilados es de vital importancia porque de ellos depende la alimentación del ganado durante 6 meses como forraje principal y durante 3 meses más como complemento del forraje verde. Por consiguiente, la rentabilidad de las explotaciones depende de la calidad de los ensilados.

Una vez estudiado el valor nutritivo del forraje de la zulla en su primer año de cultivo (Bustamante *et al.* 2003) y en su segundo o más años (Bustamante *et al.* 2004) y demostrado que es un excelente forraje para la alimentación animal, se plantea el estudio del valor nutritivo de los ensilados y henolajes que se elaboran a partir de él para realizar recomendaciones de carácter nutricional, ya que en España no existen estudios publicados de análisis de ensilados de zulla de las explotaciones ganaderas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material utilizado en la realización de este estudio han sido 150 muestras de forraje de ensilado de zulla, de las cuales 79 proceden de silos trinchera de hormigón o almiar y el resto de rotopacas. Las muestras proceden de 20 predios de Menorca en explotación y se tomaron entre los años 1997 y 2004, desde mayo a febrero. Posteriormente fueron enviadas al laboratorio del IBAB S.A. para su análisis bromatológico. Una vez secas las muestras (60°C durante 48 horas) y molidas (luz de malla de 1 mm), se realizaron las siguientes determinaciones (según métodos oficiales de la AOAC de 1990): materia seca (MS), por desecación en estufa de ventilación forzada a 103°C hasta peso constante; cenizas (CEN), por incineración a 550 °C; fibra bruta (FB), esquema Wendee; fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND), mediante la técnica Van Soest *et al.* (1991); proteína bruta (PB), siguiendo el método Kjeldahl; y pH.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presentación de los resultados se diferencian los ensilados realizados en rotopacas del resto (trinchera y almiar) al ser las técnicas de elaboración muy diferentes. En el ensilado en rotopacas se realiza previamente un prehenificado del material de duración variable (1-5 días) según el tiempo meteorológico. La planta se siega con segadoras de platos o tambores sin acondicionadoras, entre los estados fenológicos de botones florales y floración, quedando extendida en el suelo. Tras unos días de prehenificado se rastrilla, se empaca, se transporta al lugar de almacenamiento y se encinta. En los silos trinchera y almiar, la planta se siega con cosechadoras de mayales, entre los estados fenológicos de inicio de floración y fructificación, transportándose el forraje directamente a los silos. Una vez en el silo se apisona y se tapa. Los resultados obtenidos de las muestras de ensilado se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Evolución del contenido en materia seca (MS, %), cenizas (CEN), fibra bruta (FB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), proteína bruta (PB) en g/100 g MS y del pH, del ensilado de zulla en función del tipo de silo.-

Tipo silo		MS	CEN	FB	FAD	FND	PB	pH
Paca	N	71	71	63	71	71	71	71
	Mínimo	16,05	9,81	22,74	30,79	34,50	8,66	3,87
	Media	27,16	12,50	35,35	49,68	52,72	14,09	4,85
	Máximo	55,08	16,22	47,11	66,98	74,78	20,03	6,78
	Desv. Std.	8,50	1,49	6,27	9,75	9,96	2,69	0,62
Trinchera	N	77	79	75	60	60	79	75
Almiar	Mínimo	14,24	8,44	23,76	40,45	40,69	9,49	3,58
	Media	19,66	11,54	34,94	55,08	58,93	13,56	4,50
	Máximo	30,03	18,26	44,56	68,58	73,53	17,52	5,39
	Desv. Std.	3,26	1,57	6,05	7,06	7,17	1,54	0,54

Los niveles medios de proteína observados son elevados en relación a los obtenidos para un ensilado de hierba. La elevada calidad del ensilado se observa mejor al analizar la distribución de los resultados en tres intervalos de proteína (figura 1), ya que el 45% de los ensilados en rotopacas tienen un contenido en proteína superior al 14%, así como el 33% de los ensilados trinchera y almiar.

Como indicador de la calidad fermentativa se ha tenido en cuenta el pH. Los valores medios encontrados en los ensilados en rotopacas y en el resto son de 4,85 y 4,50 (tabla 1), respectivamente, siendo ambos valores superiores a lo deseable para un silo con un contenido de materia seca del 27% y 20%, respectivamente.

En la figura 2 se representa la distribución de los ensilados en función de tres intervalos de pH definidos y se observa que el 61% de los ensilados en rotopacas y el 52% del resto presentan pH superiores a 4,6.

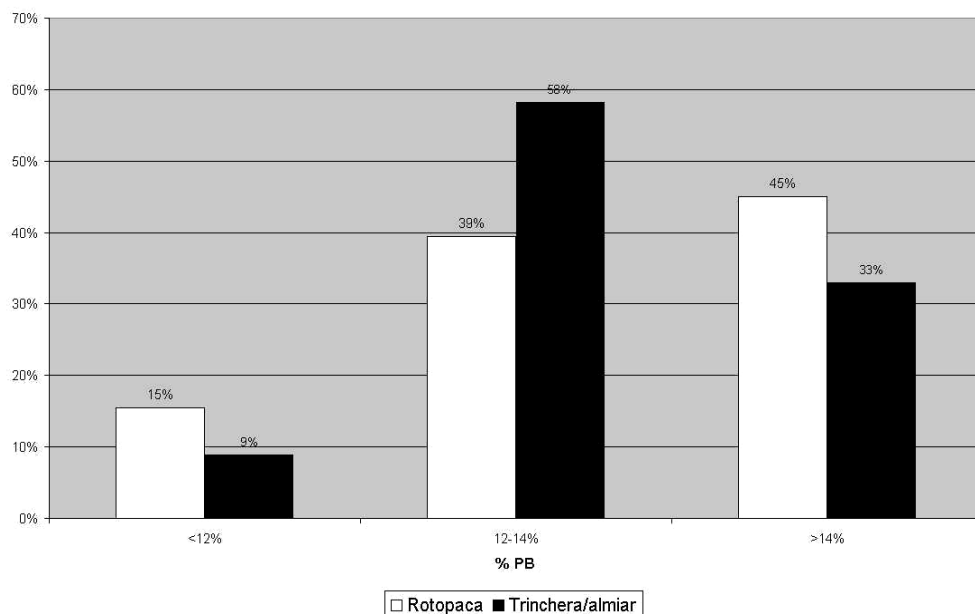


Figura 1. Distribución de los ensilados en función del contenido de proteína bruta (PB) y el tipo de silo.

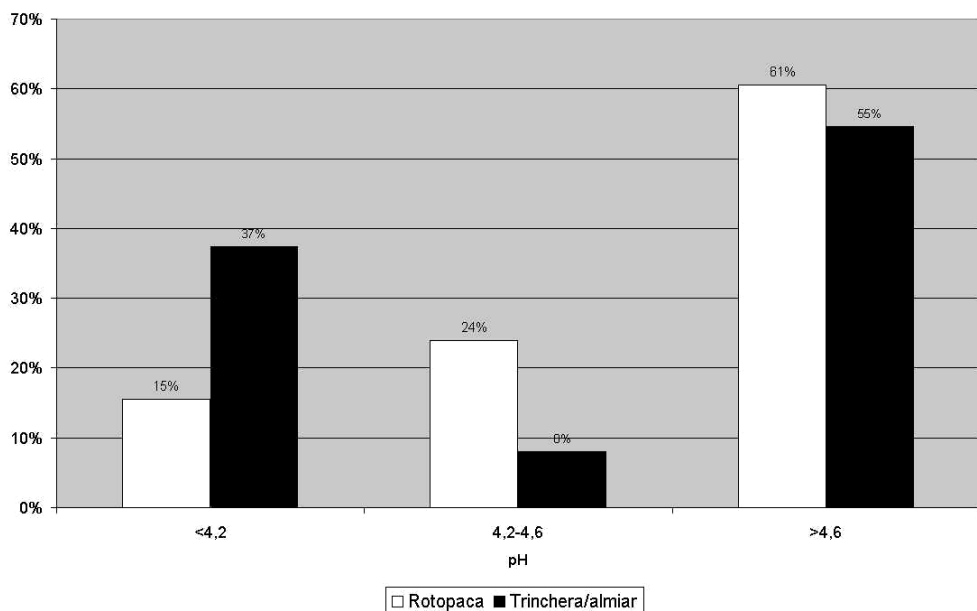


Figura 2. Distribución de los ensilados en función del pH y el tipo de silo.

En la figura 3 se representa la distribución de los ensilados en función del contenido en MS. En el caso de los silos trinchera y almiar el 65% de los ensilados tienen un porcentaje de MS inferior al 20% y un 32% de los ensilados se sitúa entre el 20 y 25% de MS. Los ensilados en rotopacas, al implicar un prehenificado, alcanzan valores de MS más elevados. Así, un 27% de los ensilados están entre el 20 y 25% de MS y un 48% de los ensilados tienen valores superiores al 25% de MS. Aun así hay un 20% de ensilados que tienen valores inferiores al 20% de MS.

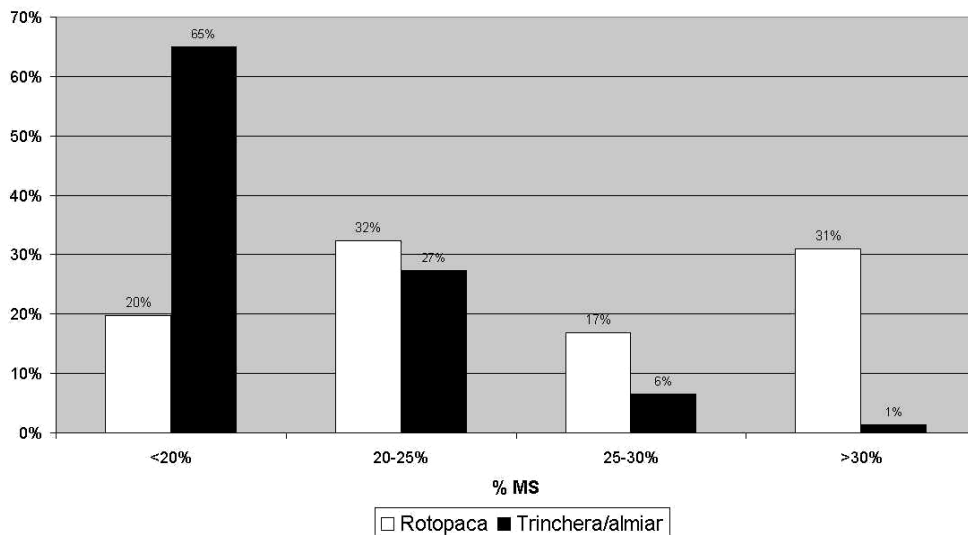


Figura 3. Distribución de los ensilados en función del contenido en materia seca (MS) y el tipo de silo.

En la figura 4 se representa la distribución por medio de puntos de todas las muestras de ensilado analizadas en función del porcentaje de materia seca y su pH.

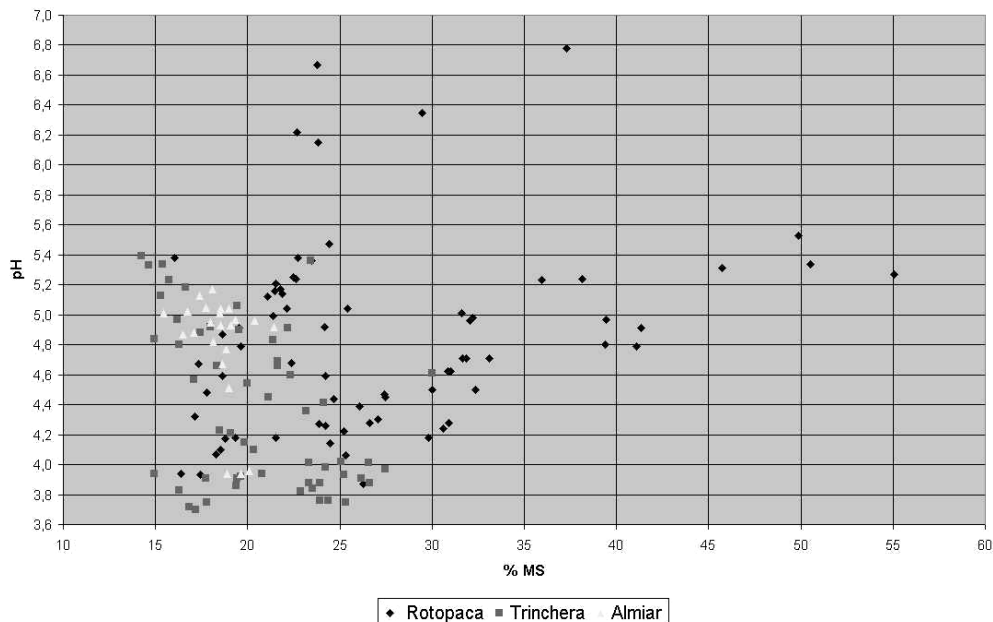


Figura 4. Distribución de los ensilados en función del contenido en materia seca (MS) y su pH.

Independientemente del sistema de ensilado hay que mejorar la técnica de elaboración. En el caso de silos trinchera y almiar se deberían introducir ensiladoras de corte exacto y conservantes para mejorar la conservación de los ensilados. En el caso de ensilados en rotopacas habría que utilizar segadoras acondicionadoras con rodillos de goma que mejoran el prehenificado y permiten adelantar la siega a estados fenológicos más jóvenes para evitar el ensilado de plantas con mucho tallo, el cual reduce la ingestión por parte de las vacas provocando en algún caso, incluso el rechazo de las partes más fibrosas.

CONCLUSIONES

El ensilado de zulla tiene un elevado contenido proteico. El contenido en proteína bruta de los ensilados en pacas (14,09 %MS) es superior al de los ensilados trinchera y almiar (13,56 %MS), al realizarse el proceso de ensilado en estados fenológicos menos avanzados. De todas formas el contenido en fibra bruta en ambos casos es elevado (35 %MS) y la calidad fermentativa de los ensilados es deficiente. Todo ello hace que las vacas lecheras tengan una ingestión baja de estos forrajes ensilados. Para aumentarla sería necesario incrementar el porcentaje de materia seca de los ensilados y mejorar la conservación.

AGRADECIMIENTOS

A todos los predios, que de forma desinteresada, han permitido la recolección de las muestras de forraje de sus silos y al personal del laboratorio por la realización de la analítica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC., 1990. *Official methods of analysis. Association of official analytical chemists*. 15th edn. Arlintong (USA).

BUSTAMANTE, J., ALLÉS, A., ESPADAS, M., 2004. *Información Técnica del Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón (Menorca)*. Número: 48 . Consell Insular de Menorca. Mahón. Menorca (España).

BUSTAMANTE, J., ALLÉS, A., J.R. DE OLIVES, J. ROVIRA, 2003. Valoración bromatológica del cultivo de la zulla (*Hedysarum Coronarium L.*), durante su primer año de cultivo, en la isla de Menorca. *Actas de la XLIII Reunión Científica de la S.E.E.P.* 243-247.

BUSTAMANTE, J., ALLÉS, A., J.R. DE OLIVES, J. ROVIRA, 2004. Valoración bromatológica del cultivo de la zulla (*Hedysarum Coronarium L.*), en zullares cultivados de más de un año en la isla de Menorca. *Actas de la XLIV Reunión Científica de la S.E.E.P.* 323-326.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* **74**, 3583-3597.

EFFECTOS DE LA PROPORCIÓN DE SOJA FORRAJERA EN MAÍZ A ENSILAR SOBRE INGESTIÓN, DIGESTIBILIDAD Y RESPUESTA PRODUCTIVA EN VACAS LECHERAS

A. ARGAMENTERÍA, M.A. CUETO ARDAVÍN, B. DE LA ROZA,
F. VICENTE Y A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario
Ctra. Oviedo, s/n. - 33300 Villaviciosa (Asturias)

RESUMEN

Dos parcelas de maíz forrajero (*Zea mays* L. cv 'Clarica') fueron cosechadas respectivamente en estado de grano pastoso-vítreo y pastoso, elaborando tres ensilados diferentes a partir de cada una. Uno de maíz solo, otro recogiendo una franja de monocultivo de soja forrajera (*Glycine hispida* (Moench) Max. cv 'Osumi') por cada franja de maíz las cuales se mezclaban en el remolque (baja proporción de soja) y un tercero con dos franjas de monocultivo de soja forrajera por franja de maíz (alta proporción de soja). A cada tríada de ensilados de la misma parcela, se les asignó un lote de seis vacas frisonas en producción, para consumirlos bajo forma de cuadrado latino 3 x 3, controlándose ingestión voluntaria de materia seca (MS), digestibilidad de la misma y producción y calidad de la leche. Cada vaca se suplementó con 5 kg /día de un concentrado con el 26 % MS de proteína bruta y digestibilidad conocida. La inclusión de soja incrementó significativamente la ingestión voluntaria (14,4 vs 15,2 vs 15,5 kg MS/vaca/día; P<0,05), la producción de leche (27,1 vs 28,6 vs 28,9 kg /vaca /día; P<0,01) y sus contenidos en grasa (4,23 vs 4.45 vs 4,60 %; P<0,05) y en urea (195 vs 273 vs 299 mg/L; P<0,001). Se concluye que la asociación de soja forrajera al maíz para ensilar, aparte de las ventajas medioambientales, resulta de interés desde el punto de vista nutricional.

Palabras clave: Cultivo de verano, asociación, leguminosas, valor nutritivo

EFFECTS OF THE PROPORTION OF SOYBEAN IN MAIZE TO SILAGE ON VOLUNTARY INTAKE, DIGESTIBILITY AND PRODUCTIVE RESULTS IN DAIRY COWS

SUMMARY

Maize (*Zea mays* L. cv 'Clarica') of two plots were harvested in doughly-vitreous and doughly grain state respectively. By addition of soybean meal (*Glycine hispida* (Moench) Max. cv 'Osumi') in mature legumes state, three silages were made from each one: only maize, maize with low level (20 %) of soybean and maize with high level (50 %) of soybean. To every set of silage of the same plot, was assigned to six Holstein-Friesian cows group in production, and were feeding under 3 x 3 Latin square model. Voluntary intake and digestibility of dry matter (DM), and production and quality of milk, were controlled. Every cow was supplemented with 5 kg /day of concentrate with 26 % crude protein DM basis and known *in vivo* digestibility. The addition of soybean increased

significantly the voluntary intake (14.4 vs 15.2 vs 15.5 kg DM/cow/day; $P < 0.05$), milk production (27.1 vs 28.6 vs 28.9 kg /cow/day; $P < 0.01$) and its content on fat (4.23 vs 4.45 vs 4.60 %; $P < 0.05$) and urea (195 vs 273 vs 299 mg/L; $P < 0.001$). It is concluded that the association of soybean to maize to silage, besides the environmental advantages, it is interest from the nutritional point.

Key words: Summer crop, association, legumes, nutritive value

INTRODUCCIÓN

La introducción de leguminosas en las alternativas forrajeras es importante desde el punto de vista edáfico y medioambiental, además del ahorro en fertilizante nitrogenado sintético. Dentro de este contexto, la asociación de soja inoculada con *Rhizobium* al maíz para ensilar permitió obtener la misma producción con la mitad de fertilizante nitrogenado y sólo en presiembra (de la Roza *et al.*, 2002). Pero, además, existen características diferenciales entre la utilización digestiva de gramíneas y leguminosas favorables a estas últimas (Benchaar *et al.*, 2001). El objetivo del presente trabajo fue contrastar el efecto de dos diferentes niveles de soja forrajera en el maíz a ensilar sobre la ingestión voluntaria y digestibilidad del ensilado resultante y su repercusión sobre la producción y calidad de la leche.

MATERIALES Y METODOS

Se cultivó maíz forrajero (*Zea mays* L. cv 'Clarica') de forma convencional en dos parcelas limítrofes con otra de soja forrajera (*Glycine hispida* (Moench) Max. cv 'Osumi'), inoculada con *Rhizobium* y sembrada a voleo (250.000 semillas/ha) en la misma fecha que las anteriores. En el momento de la recolección, una de las parcelas de maíz se encontraba en grano pastoso vítreo (GPV) y la otra aún en grano pastoso (GP), con producciones de 13,3 t de materia seca (MS)/ha. La soja forrajera estaba en vainas con grano y con 7,1 t MS/ha. Mediante cosechadora autopropulsada con dispositivo frontal de corte y aplastado de granos, a partir de cada parcela de maíz se elaboraron tres ensilados plataforma diferentes: con sólo franjas de maíz forrajero (M), con dos franjas de maíz por franja intermedia de soja mezclándose ambas en el mismo remolque (maíz con baja proporción de soja, MBS), y con dos franjas de soja por franja intermedia de maíz (maíz con alta proporción de soja, MAS), respectivamente, esperándose un 20 y un 50% de soja para los dos últimos. Tres meses tras el cierre, a los tres ensilados procedentes de la parcela GP, se les asignó un lote de seis vacas frisonas en producción, para consumirlos dentro de nave metabólica, bajo forma de cuadrado latino 3 x 3. Dos meses después, se repitió el mismo proceso con los tres ensilados de la parcela GPV, con igual número de vacas de diferente lote. La media general \pm error estándar de producción y calidad lechera para ambos lotes durante las cuatro semanas previas a la entrada en la nave metabólica era de $31,4 \pm 2,6$ kg leche/vaca/día; $2,76 \pm 0,16$ % de grasa; $3,10 \pm 0,26$ % de proteína; $4,88 \pm 0,41$ % de lactosa; $8,70 \pm 0,72$ % de sólidos no grasos; 331 ± 28 mg urea/L. Los animales se encontraban en las $13,4 \pm 7,0$ semanas de lactación y con 570 ± 47 kg de peso vivo, con una ración consistente en 12 h de pastoreo más 10 kg MS de dieta completa unifeed y 2,6 kg MS de concentrado adicional cuando su producción se situaba por encima de 30 kg leche/día. El protocolo experimental consistió en 15 días de adaptación seguidos de siete en

los que se controló la ingestión individual de ensilado y la excreción total diaria de heces, orina y leche. Los animales se pesaron al principio y final de cada tanda, después del ordeño. Cada vaca recibió como suplemento 5 kg/día de un concentrado a base de harina de soja, solubles de destilería, harina de girasol, bicarbonato sódico y corrector vitamínico-mineral, con 88,25 % de MS y, en porcentaje sobre la misma, 9,0 de cenizas; 26,0 de proteína bruta; 2,6 de extracto etéreo con hidrólisis previa; 25,7 de fibra neutro detergente; 25,4 ídem libre de cenizas; 13,3 de fibra bruta y 18,1 de almidón, según protocolos habituales del esquema de Weende (AOAC, 1984), fraccionamiento Van Soest (Van Soest *et al.*, 1991) y método electroquímico específico para la determinación del almidón. Su digestibilidad *in vivo* había sido determinada previamente por diferencia. La ración se ofreció dos veces al día tras cada ordeño, a las 8.00 y 16.00 horas, en igual cantidad. El concentrado, media hora antes del ensilado, tiempo suficiente para su ingestión total. Diariamente, se determinó la MS en estufa de los alimentos en oferta, rechazos y heces. Se congelaron alícuotas de los mismos para posterior liofilización (innecesario en el caso del concentrado), molienda a 0,75 mm y análisis. También se acumularon alícuotas diarias del 10 % de orina (recogida sobre H₂SO₄ al 40% v/v y congelada) y leche (conservada con K₂Cr₂O₇ y refrigerada hasta su posterior análisis por Milkoscan en el Laboratorio Interprofesional Lechero y Agroalimentario de Asturias). Como valor real de MS de las muestras de ensilado se tomó el obtenido por liofilización, utilizando el de desecación en estufa solamente como información adicional.

Los resultados de composición química y digestibilidad neutro detergente-celulosa de los ensilados se compararon según un modelo de análisis de varianza $y = \text{Media} + \text{Ensilado} + \text{Parcela} + \text{Ensilado} * \text{Parcela} + \text{Tanda (Parcela)} + \text{Error}$. Para los de ingestión voluntaria de MS de ensilado, digestibilidad de la misma (corrigiendo por diferencia la influencia de la del concentrado), producción y composición química de la leche, se añadió el término Vaca (Parcela). Se contrastaron finalmente las medias por Ensilado y Ensilado * Parcela ajustadas por regresión mínimo-cuadrática. El paquete estadístico empleado fue el SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de soja forrajera, tal como era previsible según su composición química, (Martínez *et al.*, 2000), disminuyó los contenidos en MS, fibra neutro detergente y almidón e incrementó los de proteína bruta y extracto etéreo, así como la digestibilidad con celulosa (Tabla 1). La existencia de muchas interacciones Ensilado * Parcela, cabe imputarla a que el maíz, siendo siempre un forraje muy diferente de la soja, lo es más a medida que avanza su estado de desarrollo (de la Roza *et al.*, 1995).

En cuanto a efectos *in vivo*, elevó significativamente la ingestión voluntaria de MS de ensilado, sin modificar la digestibilidad (Tabla 2). Este hecho, imputable a la mayor velocidad de digestión de los carbohidratos estructurales de las leguminosas (Benchaar *et al.*, 2001), se tradujo en aumentos significativos de la producción de leche y de sus contenidos en grasa y urea. El aumento en el nivel de soja del 20 al 50% (MAS vs MBS), incrementó aún más la grasa (P = 0,0957) y la urea (P = 0,0595).

Comparando con los valores pre-experimentales de producción de leche y sus contenidos en proteína y urea, se observa una reducción de todos ellos, más sensible para los dos últimos. Revela una restricción proteica frente a la ingestión de energía (Vicente, 2002), más acusada con el ensilado de sólo maíz (< 200 mg urea/l) que con los de maíz-soja

(> 250 mg urea/l). El menor valor de proteína en leche detectado para el ensilado MAS a partir de grano pastoso (Ensilado * Parcela, P = 0,029), cabe imputarlo a que dicho ensilado fue precisamente el de menor contenido en almidón, lo cual, unido a un valor relativamente elevado de extracto etéreo, pudo limitar la síntesis ruminal de proteína microbiana, aún disponiendo de mayor cantidad de nitrógeno fermentable (Martín-Orue *et al.* 2000).

Tabla 1.- Composición química y digestibilidad enzimática neutro detergente-celulosa de la materia orgánica (DeNDC) de los ensilados, según parcela de maíz y nivel de inclusión de soja (valores en % sobre materia seca salvo especificación al respecto)

	Parcela								Ensilado *	e.e.m.
	Grano pastoso-vítreo				Grano pastoso					
	Ensilado:	M	MBS	MAS	P	M	MBS	MAS	P	
Materia seca en estufa (%)	28,3 a	27,9 a	26,4 b	***	25,7 a	25,1 b	25,0 b	*	***	0,08
Materia seca verdadera (%)	30,0 a	29,9 a	28,8 b	***	27,3	26,9	27,0	n.s.	*	0,11
Cenizas	4,3 a	6,4 b	7,2 b	***	5,4 a	6,7 b	6,3 b	**	***	0,10
Proteína bruta	9,1 a	11,8 b	13,5 c	***	9,9 a	14,2 b	14,3 b	***	*	0,13
Extracto etéreo	2,9 a	4,1 b	4,6 c	**	2,9 a	4,8 b	4,6 b	***	**	0,05
Fibra neutro detergente	46,1 a	43,6 b	41,6 b	*	47,4 a	43,4 b	43,4 b	**	n.s.	0,35
Idem libre de cenizas	45,1 a	42,2 b	40,2 b	*	45,8 a	41,6 b	42,1 b	**	n.s.	0,36
Almidón	30,1 a	19,9 b	17,9 c	***	25,0 a	15,9 b	13,9 b	***	n.s.	0,38
DeNDC(%)	61,2 a	62,1 ab	63,3 b	***	62,1 a	65,7 b	65,8 b	***	n.s.	0,39

Ensilado:M=Sólo maíz; MBS=Maíz con baja inclusión de soja; MAS=Maíz con alta inclusión de soja
a, b, c: Valores con distinta letra en la misma fila dentro de la misma parcela difieren al nivel de significación (P) indicado

***: P ≤ 0,001; **: P ≤ 0,01; *: P ≤ 0,05; n.s.: P ≥ 0,05

En cuanto a la variación de peso, resultó ser positiva con MAS y negativa con MBS (P = 0,0946), y, variable según estado del grano con M (Ensilado * Parcela, P = 0,0894). Ello podría estar relacionado con la relación energía: proteína antes mencionada, con la precaución de tener en cuenta que los ensayos similares al presente no son apropiados para detectar cambios de peso vivo.

Es de destacar el aumento en el contenido en grasa de la leche frente al valor inicial, imputable a que la proporción (MS) de forraje: concentrado aumentó de un valor pre-experimental estimado de 65: 35 a casi 80: 20. El efecto positivo del nivel de soja al

respecto, puede ser debido a la menor fermentación ruminal de almidón y no es de descartar que también hayan podido jugar un cierto papel los lípidos de dicha especie vegetal (AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients, 1998).

Tabla 2.- Ingestión voluntaria de materia seca, digestibilidad in vivo de la misma y respuesta en producción y composición de la leche para los diversos ensilados, según nivel de inclusión de soja.

Ensilado:	M	MBS	MAS	P	Ensilado*Parcela	e.e.m.
Ingestión (kg MS/vaca/día)	14,4 a	15,2 b	15,5 b	*	n.s.	0,12
Digestibilidad de la MS (%)	66,8	67,6	68,1	n.s.	n.s.	0,33
Leche(kg/vaca/día)	27,1 a	28,6 b	28.9 b	**	n.s.	0,16
Grasa (%)	4,23 a α	4,45 b β	4,60 b γ	*	n.s.	0,035
Proteína (%):					*	0,006
- Parcela GPV	2,73	2,76	2,76	n.s.		
- Parcela GP	3,03 a	3,03a	2,97 b	*		
Lactosa (%)	4,94	4,92	4,93	n.s.	n.s.	0,005
Sólidos no grasos (%)	8,56	8,53	8,51	n.s.	n.s.	0,013
Urea (mg/L)	195 a α	273 b β	299 b γ	***	n.s.	5,1
Variación de peso (kg/día):					†	0,15
- Parcela GPV	-0,26 a	-0,03 ab	0,82 b	†		
- Parcela GP	0,90 a	-0,36 b	0,51 ab	†		

Ensilado:M=Sólo maíz; MBS=Maíz con baja inclusión de soja; MAS=Maíz con alta inclusión de soja
Parcela: GPV= Maíz en estado de grano pastoso-vítreo. GP = Idem pastoso
a, b, c: Valores con distinta letra en la misma fila difieren al nivel de significación (P) indicado
 α , β , γ : Idem a $P \leq 0,10$

***: $P \leq 0,001$; **: $P \leq 0,01$; *: $P \leq 0,05$; †: $\leq 0,10$; n.s.: $P \geq 0,10$

El que a pesar de la baja proporción de concentrado no haya descendido excesivamente la producción de leche, está relacionado con la elevada ingestión voluntaria de ensilado, que se tradujo en valores de ingestión total de MS en torno al 3,3 % del peso vivo, lo cual fue potenciado por la inclusión de soja, según se indicó al principio.

CONCLUSIONES

Aunque se precisa el cálculo de la digestibilidad de los diversos principios nutritivos y de la degradabilidad *in situ* para establecer todas las posibles relaciones causa-efecto, se puede afirmar que el cultivo asociado maíz/soja presenta ventajas nutricionales sobre el monocultivo de maíz, siendo deseable alcanzar un 20% de esta última en la producción total de forraje a ensilar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al INIA la financiación del proyecto SC99- 032, que hizo posible la realización del presente trabajo, así como la actividad desempeñada por el personal de la Nave Metabólica y del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA de Villaviciosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC TECHNICAL COMMITTEE ON RESPONSES TO NUTRIENTS, 1998. *Respuestas en la composición de la leche a la ingestión de nutrientes por las vacas lecheras*. Versión española de Vicente González González. Ed. ACRIBIA, S.A. 119 pp. Zaragoza (España).

AOAC, 1984. "Official methods of analysis" Ed: Association of official agricultural chemist. 14th ed. (USA)

BENCHAAR, C.; POMAR, C.; CHIQUETTE, J., 2001. Evaluation of dietary strategies to reduce methane production in ruminants: A modelling approach. *Canadian Journal Animal Science*, **81**, 563-574.

MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. de la, 2000. Obtención de un forraje equilibrado en energía y proteína mediante la asociación maíz-leguminosa forrajera. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. Bragança - A Coruña – Lugo. 493-498.

MARTÍN-ORUE, S.M.; BALCELLS, J.; VICENTE, F.; CASTRILLO, C., 2000. Influence of dietary rumen-degradable protein supply on rumen characteristics and carbohydrate fermentation in beef cattle offered high-grain diets. *Animal Feed Science and Technology*, **88**, 59-77.

ROZA, B. de la; MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A., 2002. Efectos de la asociación maíz-soja forrajera sobre producción y valor nutritivo. Calidad fermentativa de los ensilados resultantes. En : *Actas de V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. I Congreso Iberoamericano de Agroecología*. 16-21 de septiembre. Gijón (España), 1245-1252.

ROZA, B. DE LA; SANTOS, B.; MIRANDA, J.; DIEZ, E.; ALFAGEME, L.A.; A; ARGAMENTERÍA, A., 1995. Evolución del valor nutritivo del maíz forrajero en verde en zona húmeda, según su contenido en materia seca. En : *Actas de XXXV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Tenerife (España), 217-221.

SAS Institute, SAS/STATTM, 1999. User's Guide. Release 8.2. SAS Institute, Inc. 10 Cary, NC (USA).

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A., 1991 Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, **74**: 3583-3597

VICENTE, F. 2002: *Relación entre la concentración de urea en leche y el manejo nutricional en vacuno lechero*. Ed. KRK Ediciones (Oviedo) y SERIDA (Villaviciosa). 29 pp. (España).

EVOLUCIÓN DE LA INGESTIÓN VOLUNTARIA, DIGESTIBILIDAD IN VIVO Y RESPUESTA EN PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE, DEL ENSILADO DE TRITICALE/HABONCILLOS SEGÚN MOMENTO DE CORTE

A. ARGAMENTERÍA, M.A. CUETO ARDAVÍN, B. DE LA ROZA DELGADO,
F. VICENTE Y A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario
Ctra. Oviedo, s/n. - 33300 Villaviciosa (Asturias)

RESUMEN

Una superficie de 4,2 ha de cultivo forrajero de triticale (x *Triticosecale* Wittm. cv 'Senatrit') asociado a haboncillos (*Vicia faba* L. cv 'Rutabon'), establecido de forma convencional tras otro de maíz forrajero y soja inoculada con *Rhizobium*, se dividió al azar en tres partes homogéneas, para recibir tres cortes sucesivos en los respectivos estados de espigado/ floración, grano incipiente/ vainas y grano lechoso/ vainas con grano, con el objetivo de decidir el momento óptimo de aprovechamiento. De cada corte se elaboraron dos ensilados trinchera, a consumir en nave metabólica por cuatro vacas frisonas en fase decreciente de lactación, asignadas al azar a cada uno. La dieta consistió únicamente en ensilado suplementado con 50 g/ vaca/ día de corrector vitamínico- mineral. La materia seca (MS) y almidón incrementaron con el estado de desarrollo, al contrario que la proteína bruta. La ingestión voluntaria de MS aumentó entre cortes (12,6 y 13,3 vs 15,8 kg /vaca/ día, $P < 0,01$) y su digestibilidad evolucionó en sentido contrario (60,3 vs 57,0 vs 53,8 %, $P < 0,01$), teniendo más peso el primer efecto, por lo que la producción de leche fue superior en el estado más avanzado (13,4 y 12,3 vs 16,0 kg leche/ vaca/ día, $P < 0,05$), aunque su porcentaje de grasa fue intermedio no siendo significativamente diferente del máximo observado (4,69 vs 4,11 vs 4,44%, $P < 0,01$). No hubo diferencias significativas para el resto de los componentes de la leche. Se concluye que el momento preferente es el de grano lechoso/ vainas con grano.

Palabras clave: cultivo invernal, zona húmeda, valor nutritivo

SUMMARY

A cultivated land of 4.2 ha was used for an intercrop of triticale (x *Triticosecale* Wittm. cv 'Senatrit') and bean (*Vicia faba* L. cv 'Rutabon'), established after other intercrop of maize and soybean inoculated with *Rhizobium*, was randomized in three homogeneous plots, to receive three successive cuts in the phenological states of ear emergency-blooming, initial grain-pods and milky grain-pods with grain respectively, with the aim of to stablish the optymal moment of use. Two trench silages were elaborated in each cut, and consuming by four Friesian cows about 29 weeks, randomized to each one. The ration consisted in silage supplemented with 50 g/cow/day of vitamins and minerals. The dry matter (DM) and starch were increased with the state of development, but the crude protein (CP) decreased. The voluntary intake of DM was increased between cuts (12.6 and 13.3 vs 15.8 kg /cow/day, $P < 0.01$), however its digestibility decreased (60.3 vs 57.0 vs 53.8 %, $P < 0.01$). The effect of increase of voluntary intake was more important, because the milk production was higher in the most advanced state (13.4 and 12.3 vs 16.0 kg milk/ cow/ day, $P < 0.05$), though its fat proportion was in the middle, and it was not significantly

different from the maximum observed (4.69 vs 4.11 vs 4.44 %, $P < 0.01$). There were no significant differences for the other components of milk. We can conclude that the preferential moment is milky grain/pods with grain.

Keywords: winter crop, wet areas, nutritive value

INTRODUCCIÓN

Desde hace largo tiempo, la rotación maíz forrajero- raigrás italiano es la más habitual en las explotaciones lecheras asturianas. Dado su efecto negativo sobre la fertilidad del suelo y sus exigencias en abono nitrogenado, se busca introducir leguminosas de invierno asociadas a cereal (Castro y Piñeiro, 1998; Mangado y Amestoy, 2000). En Asturias, la combinación triticale/ haboncillos se reveló muy prometedora (Martínez *et al.*, 2002). Dada la relación inversa entre producción y valor nutritivo para la mayoría de los forrajes, interesa determinar experimentalmente el momento óptimo de corte. Tal fue el objetivo del presente trabajo, en relación con el mencionado cultivo forrajero de invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tres parcelas similares y colindantes, destinadas originalmente a pradera, tras un cultivo de maíz forrajero y soja inoculada con *Rhizobium.*, se sembraron con triticale cv senatrit y haboncillos cv rutabon, de forma convencional. El abonado consistió en 125 kg/ha de P_2O_5 y K_2O y 40 de N. La dosis de siembra fue de 65 kg/ha de semilla de cereal y 150 de leguminosa, para obtener unas densidades respectivas de 159 y 26 semillas/ m^2 . La superficie se dividió en franjas al azar, para recibir tres cortes sucesivos con cosechadora de mayales, en los estados (cereal/ leguminosa) de espigado/ floración, grano incipiente/ vainas y grano lechoso/ vainas con grano. Los resultados de producción, composición química y ensilabilidad de cada fracción botánica en dichos estados fueron avanzados en trabajos previos (Argamentería *et al.*, 2004; de la Roza *et al.* 2004). Con el forraje verde obtenido en cada corte, se llenaron dos silos trinchera, elegidos al azar dentro de una batería de seis. A cada silo se le asignó al azar un grupo diferente de cuatro vacas frisonas. Las características iniciales del conjunto de animales (media \pm error estándar) eran 29 \pm 2 semanas de lactación, 26,8 \pm 1,2 kg leche/vaca/día, 2,82 \pm 0,14 % de grasa, 3,29 \pm 0,05 % de proteína, 4,78 \pm 0,01 % de lactosa, 8,90 \pm 0,07 % de sólidos no grasos, 322 \pm 10 mg/l de urea, 582 \pm 8 kg de peso vivo y 1,76 \pm 0,08 de condición corporal, con una ración de 12 h de pastoreo más 11 kg de materia seca de dieta completa unifeed/vaca/día. En nave metabólica se evaluó la ingestión voluntaria, digestibilidad y respuesta en producción y calidad de la leche para cada ensilado, además de su composición química. Las sucesivas tandas de evaluación se sucedieron al azar, con la restricción de seguir el orden 1^o- 2^o-3^{er} corte/ 1^o- 2^o-3^{er} corte, a fin de minimizar el efecto del intervalo entre cierre y apertura del silo. Cada ensilado se suministró como dieta única, suplementado exclusivamente con 50 g/vaca/día de corrector vitamínico-mineral, repartida en dos porciones iguales a las 8.00 y 16.00 h. tras cada ordeño diario. El período experimental consistió en 15 días de adaptación y siete de control de oferta, rechazos y excreción de heces, orina y leche. Se determinó diariamente el contenido de materia seca (MS) en estufa a 102°C de la oferta, los rechazos y las heces y se tomaron alícuotas para liofilización, molienda (0,75 mm) y posterior análisis.

Las muestras de orina y leche se almacenaron s con conservante y a baja temperatura (H_2SO_4 / congelación y $K_2Cr_2O_7$ /refrigeración, respectivamente) hasta su análisis. Como porcentaje de MS verdadera de los ensilados se tomó el valor obtenido por liofilización.

Los resultados se analizaron estadísticamente según modelo lineal de análisis de varianza de dos factores jerarquizados de efecto fijo: $y = \text{Ensilado} + \text{Silo (Ensilado)} + \text{Error}$, contrastándose finalmente las medias por ensilado ajustadas por regresión mínimo cuadrática. Para la producción y calidad de la leche, se introdujo además como covariable el valor inicial promedio durante las cuatro semanas de lactación previas a la entrada en la nave metabólica. Se utilizó el software estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de los ensilados figura en la Tabla 1. Al avanzar el estado fenológico, incrementaron los valores de materia seca, cenizas y almidón, y, disminuyeron los de proteína bruta y fibra neutro detergente. Resulta lógico y concordante con lo observado sobre la evolución de ambas especies en verde por separado (Brignall *et al.*, 1988; Aizpurúa *et al.*, 2001; Fraser *et al.*, 2001; Argamentoría *et al.*, 2004; de la Roza *et al.*, 2004). El efecto Silo (Ensilado) sólo resultó significativo para aquellos componentes que están más relacionados con aspectos mecánicos de la elaboración del ensilado. En concreto, el drenaje de líquidos y la contaminación con tierra. Esta última es inevitable en caso de utilizar cosechadora de mayales (Flores, 2004) y los altos valores de cenizas revelan que fue considerable.

Tabla 1.- Composición química y digestibilidad neutro detergente-celulosa de la materia orgánica (DeNDC) de los ensilados de triticale/haboncillos según momentos sucesivos de corte (valores en % sobre materia seca salvo especificaciones)

Estado fenológico (triticale):	Estado fenológico (haboncillos):	Grano incipiente	Grano lechoso	P	Efecto silo (P)	e.e.m.
Espigado	Floración	Vainas	Vainas con grano			
Materia seca en estufa (%)	19,2 a	26,8 b	28,4 c	***	***	0,14
Materia seca verdadera (%)	21,4 a	28,9 b	30,7 c	***	*	0,21
Cenizas	16,5 a	17,2 a	20,4 b	**	**	0,34
Proteína bruta	15,0 a	11,2 b	10,7 b	***	n.s.	0,13
Fibra neutro detergente	56,8 a	53,1 b	53,4 b	*	n.s.	0,47
Almidón	2,9 a	5,6 b	11,5 c	***	n.s.	0,22
DeNDC(%)	56,9	57,0	57,9	n.s.	n.s.	0,62

a, b, c: Valores con distinta letra en la misma fila difieren al nivel de significación (P) indicado
 ***: $P \leq 0,001$; **: $P \leq 0,01$; *: $P \leq 0,05$; n.s.: $P > 0,05$

La ingestión voluntaria de MS se incrementó notablemente en el estado de desarrollo más avanzado y la digestibilidad de la misma descendió progresivamente (Tabla 2). La respuesta en producción de leche señala que tuvo un mayor peso el efecto sobre la ingestión de MS. No hubo diferencias significativas en la composición de la leche excepto para la grasa, que fue menor en el segundo corte. (Difiere del tercero a $P = 0,0872$). Comparando con los niveles iniciales de producción y composición de la leche, es evidente una fuerte restricción energética y proteica (descenso de producción y nivel de proteína variando poco el de urea) y se evidencia el cambio a dieta de sólo forraje (valores de grasa superiores a 4 %).

Tabla 2.- Ingestión voluntaria de materia seca (MS), digestibilidad in vivo de la misma y respuesta en producción y calidad de la leche, para los ensilados de triticale/haboncillos elaborados en sucesivos estados de desarrollo

	Estado fenológico (triticale): Espigado	Grano incipiente	Grano lechoso			
	Estado fenológico (haboncillos): Floración	Vainas	Vainas con grano	P	Efecto silo (P)	e.e.m.
Ingestión voluntaria (kg MS/vaca/día)	12,6 a	13,3 a	15,8 b	*	n.s.	0,41
Digestibilidad de la MS (%)	60,3 c	57,0 b	53,8 a	**	***	0,46
kg leche/vaca/día (1)	13,4 a	12,3 a	16,0 b	*	n.s.	0,38
Grasa(%) (1)	4,69 b β	4,11 a α	4,44 ab β	**	**	0,076
Proteína(%) (1)	3,11	2,96	3,03	n.s.	n.s.	0,057
Lactosa(%) (1)	4,65	4,68	4,70	n.s.	n.s.	0,021
Sólidos no grasos(%) (1)	8,17	8,30	8,29	n.s.	n.s.	0,143
Urea(mg/L) (1)	289	306	312	n.s.	n.s.	8,1
Variación de peso (kg/día)	-3,5 a	-0,7 b	-1,0 b	***	†	0,26

(1) : Valores ajustados según covariable producción y composición inicial de la leche
a, b, c: Valores con distinta letra en la misma fila difieren al nivel de significación (P) indicado
 α , β : Idem a $P \leq 0,10$

***: $P \leq 0,001$; **: $P \leq 0,01$; *: $P \leq 0,05$; n.s.: †: $P \leq 0,10$; $P > 0,10$

El aumento de ingestión cabe imputarlo al mayor contenido en MS del ensilado (A.F.R.C., 1991) y la pérdida de digestibilidad con el embastecimiento del triticale, según lo expuesto anteriormente. Al respecto, Fraser *et al.* (2001) con un monocultivo de haboncillos ensilado en el estado de vainas con grano, encontraron un alto valor de ingestión voluntaria en ovino, concordante con nuestros resultados, pero unido a una digestibilidad más elevada, consecuencia de no asociar triticale.

El menor contenido en grasa para el corte intermedio sería consecuencia de una menor fermentación ruminal de carbohidratos estructurales, dada la menor ingestión total de fibra neutro detergente que se deduce de ambas tablas 1 y 2.

El efecto Silo (Ensilado) resultó significativo para digestibilidad y contenido en grasa de la leche. Cabe imputarlo a diferente contenido en metabolitos de fermentación, totalmente digestibles y sujetos a mayor variabilidad entre silos (Flores, 2004). También podrían haber contribuido las diferencias en el contenido en grasa de la leche, señaladas en el párrafo anterior, entre cortes de los ensilados..

Aunque los ensayos de corta duración no son apropiados para detectar bien variaciones en el peso vivo, llama la atención que para el primer corte se dé una pérdida del mismo significativamente superior. El mayor contenido en proteína bruta pudo inducir una mayor movilización de reservas para producción de leche.

CONCLUSIONES

El ensilado directo, sin prehenificación, de la asociación triticale/haboncillos, resultó preferible en los respectivos estados de grano lechoso/vainas con grano. Su digestibilidad fue más bien baja y su contenido en proteína bruta, limitante, excepto en el corte más temprano.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al INIA la financiación del proyecto RTA- 03- 042, que hizo posible la realización del presente trabajo, así como la actividad desempeñada por el personal de la Nave Metabólica y del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA de Villaviciosa.

BIBLIOGRAFÍA

A.F.R.C., 1991. Voluntary intake of cattle. A.F.R.C. technical committee on response to nutrients, report N° 8. Nutrition, Abstracts and Reviews, **B61**, 815- 823.

AIZPURÚA, A., CASTELLÓN, A., ALBIZU, J., GARRO, J., BESGA, J., 2001. Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maíz en el País Vasco. XLI Reunión Científica de la SEEP. Alicante, 539- 546.

ARGAMENTERÍA, A., ROZA- DELGADO, B. DE LA, MARTÍNEZ, A., VICENTE, F., 2004. Yield of intercropped of triticale and fava bean according to their developing state: Preliminary results. EGF2004. Land use Systems in Grassland Dominated Regions. 21- 24 June 2004, Luzern, Switzerland. Book of Abstracts. Abstract 3.2.46.p 101.

BRIGNALL, D.M., WARD, M.R., WHITTINGTON W.J., 1988. Yield and quality of triticale cultivars at progressive stages of maturity. Journal of Agricultural Science, Cambridge, **111**, 75- 84.

CASTRO, M.P., PIÑEIRO, J., 1998. Efecto de la dosis de siembra de avena (*Avena sativa* L.) y veza común (*Vicia sativa* L.) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. XXXVIII Reunión Científica de la SEEP. Soria, 173- 176.

De la ROZA DELGADO, B., MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A., SOLDADO CABEZUELO, A., ARGAMENTERÍA, A. 2004. Evolución de la producción y ensilabilidad de la asociación triticale- haboncillos, según su estado de desarrollo. XLIV Reunión científica de la SEEP, Salamanca, 273- 277.

FLORES, G., 2004. Factores que afectan a la calidad del ensilaje de hierba y a la planta de maíz forrajero en Galicia y evaluación de métodos de laboratorio para la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de estos forrajes ensilados. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. 318 pp.

FRASER, M.D., FYCHAN R., JONES, R., 2001. The effect of harvest date and inoculation on the yield, fermentation characteristics and feeding value of forage pea and field bean silages. *Grass and Forage Science*, **56(3)**, 218- 230.

MANGADO, J.M., AMESTOY, J.M., 2000. Alternativas forrajeras intensivas en la Navarra Húmeda. Análisis económico. III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes. Braganza, Coruña, Lugo, 755- 762.

MARTÍNEZ, A., ARGAMENTERÍA, A., ROZA, B. DE LA; MARTÍNEZ, A., 2002. Mezclas cereal- leguminosa como forraje invernal en zonas húmedas. XLII Reunión Científica de la SEEP. Lleida, 315- 320.

SAS Institute, SAS/STATTM, 1999. User's Guide. Release 8.2. SAS Institute, Inc. 10 Cary, NC (USA).

EVALUACIÓN DEL NET CARBOHYDRATE AND PROTEIN SYSTEM EN VACAS DE LECHE ALIMENTADAS EXCLUSIVAMENTE A PASTO

G. SALCEDO DÍAZ
Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja"
39792 Heras. Cantabria

RESUMEN

Durante los meses de Abril, Mayo, Julio, Agosto, Octubre y Noviembre del 1996 tres vacas (2 canuladas en rumen) fueron alojadas en nave metabólica, alimentadas con hierba de pradera de raigrás inglés y trébol blanco según un diseño de bloques al azar, para comprobar la bondad del Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) respecto a factores nutritivos (consumo de materia seca), productivos y analíticos (leche y urea), indicadores del metabolismo ruminal (pH y N-NH₃) y excreción de N (heces y orina). Los resultados no indicaron diferencias para la ingestión de materia seca, leche, N leche, N-NH₃, volumen de orina, concentración de N en orina y digestibilidad de la fibra neutro detergente. Por el contrario, el CNCPS sobreestimó la concentración de urea en leche (P<0,01), digestibilidad del N (P<0,001) y de la materia orgánica (P<0,05) y, subestimó el pH ruminal (P<0,05).

Palabras clave: modelo de fermentación ruminal, vacuno, pradera

EVALUATION THE NET CARBOHYDRATE AND PROTEIN SYSTEM IN DAIRY COWS FEEDING WITH ONLY GRASS

SUMMARY

During April, May, July, August, October and November three cows were stabled in metabolism stalls, feed with grass and white coler according to desing block chance to test the quality of Net Carbohydrate and Protein System in relation to nutritive factors (intake of dry matter), productive and analitic (milk and urea), indicators of ruminal metabolism and excretion of N (faeces and urine). The results did not indicate differences in the intake of dry matter, milk, N milk, volme of urine, concentration of N in urine and digestibility in the fiber neuter detergent. In the contrary, the CNCPS overestimated the concentration of urea in milk (P<0,01), digestibility of N (P<0,001) and organic matter (P<0,05) and underestimates underestimated the rumen pH (P<0,05).

Key words: ruminal fermentation model, dary cow, prairie.

INTRODUCCION

Las estrategias para estimar los parámetros nutritivos y su relación con el bienestar animal y medioambiental han progresado ampliamente en los últimos años. Entre los diferentes modelos más usados para tal fin está el "MOLLY", específico para vacas lecheras (Baldwin et al., 1987). El "LES" es un modelo dinámico con nuevos aspectos para la predicción de aminoácidos duodenales, flujo y producción de ácidos grasos volátiles propuesto por Lescoat et Sauvart, (1995); y el *Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS 5.0) propuesto por Fox et al., (2003), no es un modelo dinámico, pero tiene la ventaja de incluir varias condiciones de manejo y medioambientales. El presente trabajo pretende, en una primera aproximación, comprobar la bondad del CNCPS para dietas basadas exclusivamente en hierba en cuanto a producción láctea, el pH y la concentración de N-amoniaco en rumen y nitrógeno excretado.

MATERIAL Y METODOS

Animales y dietas

Durante la estación de pastoreo (marzo a noviembre) tres vacas del rebaño de leche (2 de ellas canuladas en rumen) paridas a mediados de enero, con $608 \pm 9,38$ kg de peso vivo y una producción inicial de $22 \pm 2,1$ kg de leche/día, fueron alimentadas con pradera de raigrás inglés y trébol blanco. Desde el parto a la salida al pasto, la alimentación consistió en ensilado de hierba y maíz al 50% cada uno, más 4 kg de concentrado hasta el 7 de marzo (salida al pasto), momento éste último se rebajó a la mitad y, los ensilados de forma paulatina durante 15 días. En los meses de abril, mayo, julio, agosto, octubre y noviembre, fueron alojadas durante 5 días en nave metabólica y alimentadas con la misma hierba que comía el resto del rebaño.

Diseño experimental

Con las vacas descritas en el subapartado anterior se efectuó un diseño de bloques al azar, tomándose como repetición cada uno de los días de muestreo. En todo momento las vacas dispusieron libremente de agua y piedras de sales minerales.

La producción individual de leche se midió durante los cinco días de control y cada mes. De igual forma, se tomaron alícuotas de 50 cc del ordeño de mañana (7 a.m.) y de tarde (16 p.m.) para analizar su contenido en grasa, proteína y urea. Los animales fueron pesados al inicio y final de cada balance.

Análisis químicos

La materia seca (MS) se determinó en estufa a 60°C durante 48 horas; las cenizas por incineración de la muestra a 550 °C; las fibras ácido y neutro detergente (FAD y FND) así como la proteína ligada a ambas y lignina se determinó siguiendo la metodología de Goering y Van Soest (1970); proteína bruta (PB) como N-Kjeldhal x 6,25 y el contenido en almidón mediante método enzimático (amiloglucosidasa), según Salomonson *et al.*, (1984). El nitrógeno no proteico (NNP) como N total menos el N precipitado con ácido tricloroacético (Licitra et al., 1996).

El N total en heces y orina se determinó sobre muestra fresca.

El pH del líquido ruminal se analizó *in situ* y, el N-amoniacal por destilación con OMg (Kjeltec 1002, Tecator) previa centrifugación.

La leche fue analizada para su contenido en grasa y proteína con Milko-Scan 4000 (Laboratorio Interprofesional Lechero de Santander) y, la urea según el Diario Oficial de las Comunidades Europeas (1973).

Ingestión y balance en nitrógeno

La hierba ofertada y rechazada se pesó diariamente, al igual que las heces y orina producidas, recogida esta última con sonda vesical tipo Foley, efectuándose las correspondientes determinaciones de MS y N.

Indicadores del metabolismo ruminal

Los dos últimos días de cada control se tomaron muestras del líquido ruminal de las vacas canuladas para determinar el pH y N-amoniaco. Las horas postprandiales de muestreo fueron 0 (7,45 a.m.); 1,15; 2,45; 4,45; 7,15; 8,15; 9,45 y 10,45 h.

Modelo de evaluación

Los datos introducidos para validar el CNCPS se dividieron en dos categorías: “**animal**”, que incluía la producción láctea, composición química, peso vivo, ingestión de alimento, número de parto, peso vivo y días de lactación. La segunda: “**alimento**”, que incluía, cenizas, proteína bruta, fibras neutro y ácido detergente, proteína ligada a ambas, lignina, grasa, almidón, proteína soluble, nitrógeno no proteico y carbohidratos no fibrosos. La tasa de degradación de los carbohidratos fue tomada de la propia base de datos del CNCPS y la proteína soluble según datos propios (Salcedo, 2000), obtenidos mediante la técnica “*in sacco*” (Mehrez y Ørskov, 1977) para un ritmo de paso $k=0,06 \text{ h}^{-1}$. Como FND fisiológicamente efectiva (peNDF) se consideró el 80% de la total, por tratarse de forraje de alta calidad (Mertens, 1997).

Las medias obtenidas por análisis de medidas repetidas en el tiempo para cada mes, se introdujeron en el CNCPS para obtener las correspondientes estimas y valorar la bondad del modelo mediante análisis de regresión simple.

Análisis estadístico

El ensayo de campo fue un diseño completamente al azar con tres vacas, cada una de ellas tomada como bloque y los días como repeticiones, según el modelo $Y = \mu + M_i + V_k + \epsilon_{ijk}$ donde: Y = observación, μ = media de la población, M_i = mes (1...6), V_k = vaca (1..3), ϵ_{ijk} = error residual. El consumo de materia seca, producción de leche, excretas de N e indicadores del metabolismo ruminal, fue analizado mediante análisis de medidas repetidas en el tiempo con el PROC GLM de SAS (1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición química de la hierba según meses figura en la Tabla 1.

Los contenidos en materia seca, proteína bruta, fibra ácido y neutro detergente difieren entre meses ($P < 0,05$), coincidentes con Salcedo y Sarmiento (1994).

La ingestión de materia seca, producción de leche, consumo de N, balance de N y características de la fermentación ruminal (pH y N-NH₃) figuran en las Tablas 2 y 3, así como las diferencias entre los resultados observados y estimados por el CNCPS. El mayor consumo se registró en octubre (14,9 kg) y el mínimo (12,3 kg) en agosto (Tabla 2). Para el conjunto de datos, el CNCPS subestimó la ingestión de materia seca en 5,83%, valor inferior al 20% indicado por Keady et al. (1999) para ensilado de hierba y coincidentes con Kolver et al., (1996) para hierba de prado. Al comparar la tasa de paso del forraje (kp), calculada según NRC (2001) usando la cinética de degradación (Salcedo, 2000), respecto a la estimada por el CNCPS, se apreció diferencia significativa entre ambas (P<0,001), con valores medios de 4,43 y 4,77 para el NRC (2001) y el CNCPS.

Tabla 1. Composición químico-bromatológica de la hierba (en % sobre materia seca salvo indicaciones específicas)

	Abril	Mayo	Julio	Agosto	Octubre	Noviembre
MS (%)	14,3c	16,2b	17,1a	16,8ab	13,6c	13,9c
PB	18,2c	17,5d	16,2e	15,1f	22,1b	24,1a
FAD	24,3c	29,5b	32,8a	33,1a	22,6d	19,4e
FND	42,3d	50,4c	56,1b	54,5a	41,6d	38,7e
Almidón	6,31b	5,73c	5,48c	6,64b	7,25a	5,60c
PB-FND (% PB)	7,36e	11,93c	13,91a	13,06b	10,4e	10,6e
PB-FAD (% PB)	1,02e	1,73b	1,54cd	1,81a	1,52d	1,56c
Lignina	4,32c	6,64a	6,17b	5,86b	5,81b	5,56b
NNP (% PB)	18,3b	14,8c	7,48e	9,22d	23,1a	24a

a,b,c,d: Valores acompañados de distinta letra en cada fila difieren a P<0.05

Tabla 2. Ingestión, digestibilidad y excreción de N

	Abril	May.	Jul.	Ago.	Oct.	Nov.	eem	Time	Time*Mes
MS (kg/d)	14,3b	13,7c	12,4d	12,3d	14,9a	14,5ab	0,44	NS	NS
N ingerido (g/d)	418,1c	384,4d	322,8e	298,6f	527,1f	559,9 ^a	43,4	*	NS
Leche (kg/d)	15,72a	15,2b	13,05c	13,36c	11,43d	10,98e	0,78	NS	***
dMS (%)	77,4a	79,0a	78,1a	79,3a	78,2a	77,4a	1,5	NS	NS
dMO (%)	77,3b	71,8c	62,4d	59,3e	80,6a	81,0a	3,83	NS	NS
dFND (%)	62,9c	60,5d	62,4c	59,8e	65,5d	67,3e	1,17	**	NS
dN (%)	76,7b	77,3bc	74,9e	78,0c	81,1d	82 ^a	1,10	**	NS
N heces (g/d)	95a	83,3b	78,8bc	74,8c	94,5a	96,1a	3,79	NS	NS
N orina (g/d)	166d	155b	152bc	146c	166a	165a	3,52	NS	NS
N fecal y urinario (g/d)	265a	238b	230b	221c	261a	261a	7,71	NS	NS
N leche (g/d)	77,4a	73,6b	58,3c	59,9c	55,9d	56,62d	3,86	NS	NS
H-NH ₃ (mg/L)	235a	229d	244c	244c	272b	289a	8,82	***	NS
pH	6,42d	6,61c	6,7b	6,77a	6,40d	6,25e	0,08	NS	NS
Urea leche (mg/dl)	27,65b	26,51b	24,98b	20,51d	37,36c	42,85d	3,44	NS	***

dMS: digestibilidad materia seca; dMO: digestibilidad materia orgánica; dFND: digestibilidad fibra neutro detergente; dN: digestibilidad nitrógeno; a,b,c,d, e: Valores acompañados de distinta letra en cada fila difieren a P<0.05

La digestibilidad *in vivo* de la materia seca (dMS) resultó superior a la estimada por el CNCPS (dMS est). La regresión obtenida fue $dMS = -2,09 + 1,17 dMS\ est$ $rsd = \pm 2,62$, $R^2 = 0,59$ $P < 0,001$.

La producción de leche fue diferente entre meses ($P < 0,05$), atribuible al avance de la lactación. Para el conjunto de datos no se aprecian diferencias significativas entre los observados y los estimados, pero conviene tener en cuenta que el CNCPS sobreestimó en otoño y subestimó en verano.

El N diario excretado en heces y orina no difieren en el tiempo y sí entre meses ($P < 0,05$), registrándose los máximos en los de mayor contenido proteico de la hierba. Así, por cada unidad porcentual de proteína bruta en el forraje y dentro del rango 15,12% y 24,12% implica que se excreten 2,25 y 2,03 g de N en heces y orina, respectivamente. El CNCPS sobreestimó en un 82,9% y 14,5% el N procedente de ambas excreciones respectivamente. Para las heces, esta circunstancia es atribuida a la mayor cantidad de materia seca indigestible ($P < 0,001$) y porcentaje de N fecal estimados por el CNCPS, con valores medios observados y estimados de 2,61% vs 3,40% (Tabla 3). Sin embargo; para la orina no hay diferencias significativas entre los valores reales y estimados de producción total y contenido en N. Lo mismo ocurre para la leche, como antes se indicó.

Tabla 3. Valores observados y estimados por el CNCPS del balance nutricional

	Observado	CNCPS	etm	Sig.
MS (kg/d)	13,71	12,91	0,48	NS
dMS (%)	78,2	65,5	1,97	***
Leche (kg/d)	13,29	14,26	0,72	NS
N heces (g/d)	87,08	159,3	11,8	***
N orina (g/d)	158,5	181,5	15,9	NS
N (H+O) (g/d)	246,2	341	24,5	*
N leche (g/d)	63,61	63,55	2,50	NS
pH rumen	6,52	6,19	0,07	*
N-NH3 (mg/l)	254	276	16,1	NS
Urea leche	29,97	17	2,88	**
MS heces (kg/d)	3,37	4,67	0,20	***
Orina (l/d)	16,11	18,88	1,19	NS
N orina (%)	1,01	0,90	0,048	NS
N heces (% sms)	2,61	3,40	0,16	***
dN	78,3	62,03	2,57	***
dFND	63,06	60,72	1,24	NS
dMO	72,1	61,74	2,90	*

N (H+O): Nitrógeno excretado en heces y orina

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

En cualquier caso, el volumen de orina resultó lineal respecto al contenido de proteína de la hierba ($r^2=0,86$), atribuido a la capacidad del riñón a concentrar urea (Rabinowitz y Gunther, 1972). Tanto el observado como el estimado están relacionados positivamente con la ingestión de proteína degradable en rumen ($r^2=0,81$ y $r^2=0,99$) respectivamente en el CNCPS, contrario a lo apreciado por Moscardini et al., (1998).

El pH ruminal resultó diferente entre meses ($P<0,05$), registrándose los máximos en verano, coincidiendo con la mayor concentración de fibra neutro detergente ($r^2=0,97$) en la hierba. Estos resultados concuerdan con los de Beauchemin, (1991) y Allen, (1997), quienes señalan incrementos de pH al aumentar el contenido de FND de las dietas. La ecuación obtenida resulta muy similar a la indicada por Pitt et al., (1996), $pH = 5,38 + 0,024 \text{ FND}$ $rsd=\pm 0,038$, $r^2=0,97$. El pH medio, medido *in situ*, fue de 6,52 ($\pm 0,08$) y de 6,19 ($\pm 0,09$) el estimado. Posiblemente esta diferencia ($P<0,05$) tenga su origen en la mayor velocidad de paso considerada por el CNCPS ($P<0,001$). Las pendientes de las ecuaciones para el pH observado a partir de kp son de -1,58 y -0,93 para el estimado según CNCPS. Los resultados aquí obtenidos son contradictorios con los indicados por Kolver et al. (1996), quienes calculan mayor pH con el CNCPS en dietas de vacas lecheras alimentadas con pasto.

La concentración de N-amoniaco observada no difiere de la calculada con el CNCPS, con medias de 254 y 276 mg/L de líquido ruminal respectivamente. En ambos casos, el N-NH₃ se relacionó positivamente con el porcentaje de proteína bruta de la hierba ($r^2=0,81$ y $r^2=0,97$) y, negativamente con la FND ($r^2=0,62$ y $r^2=0,84$) para los resultados observados y estimados, respectivamente.

La concentración de urea en el leche, el CNCPS la subestimó en 43,1%, según se deduce también en la Tabla 3. De nuevo, el contenido proteico de la hierba fue la variable mejor relacionada ($r^2=0,99$), con pendientes muy semejantes entre ambas regresiones con el valor real y el estimado (2,39 y 1,94 mg/dl respectivamente, por unidad porcentual de proteína bruta y dentro del rango de 15,12% a 24,12%).

La Tabla 4, resume las regresiones entre los diferentes parámetros observados y los calculados con el CNCPS.

Tabla 4. Relación entre las variables observadas y las estimadas por el CNCPS

Variable dependiente	Y = a + bx	R ²	ES
N heces (g/d)	39,33 + 0,30 x*	0,53	7,07
N orina (g/d)	140,9 + 0,097 x*	0,79	4,37
N (H+O) (g/d)	192,3 + 0,158 x*	0,71	11,4
Orina (l/d)	3,30 + 0,67 x*	0,89	1,21
NH ₃ (mg/l)	181,9 + 0,26 x*	0,89	7,86
pH	1,39 + 0,82 x*	0,96	0,043
Urea leche (mg/dl)	9,38 + 1,21 x*	0,97	1,39
N leche (g/d)	2,33 + 0,96 x*	0,80	4,66
Kg MS	7,63 + 0,47 x*	0,88	0,42
dN	61,20 + 0,282 x*	0,31	2,50
dFND	102,95 - 0,64 x*	0,44	2,41
dMO	5,41 + 1,08 x*	0,93	2,74

* estimada CNCPS

CONCLUSIONES

Para la hierba de pradera del arco Atlántico aprovechada en pastoreo por vacas lecheras y en una primera aproximación, el CNCPS resulta una herramienta útil para estimar la producción de leche y consumo de materia seca. Sin embargo, el N excretado en heces y la concentración de urea en leche resultan diferentes, por lo que son necesarios más estudios que confirmen tal hecho.

BIBLIOGRAFIA

ALLEN, M., 1991. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.* **80**, 1147-1462.

BALDWIN, R.L.; FRANCE, J.; GILL, M. 1987. Metabolism of the lactating cow. II. Digestive elements of a mechanistic model. *J. Dairy Res.* **54**, 107-131.

BEAUCHEMIN, K.A. 1991. Ingestion and mastication of feed by dairy cattle, *Vet. Clin. North Am.* **7**, 439-462.

FOX, D.G.; T.P. TYLUTKI; L.O. TEDESCHI; M.E. VAN AMBURGH; L.E. CHASE; A.N. PELL; T.R. OVERTON; J.B. RUSSELL, 2003. A Net Carbohydrate and Protein System for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. CNCPS version 5.0. Model documentation. *Department of Animal Science, Cornell University* 288 pag.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analysis. *Ag. Handbok* N°. 379. Washington DC ARS USDA.

KEADY, T.W.J.; MAYNE, C.S.; FITZPATRICK, D.A., 1999. Predictions of the feeding of grass silage from análisis of herbage at the points of ensiling. *Proceedings of the Twelfth International Silage Conference*, Upsala, Sweden.

KOLVER, E.S.; M.C. BARRY; J. W. PENNO; L. D. MULLER 1996. Evaluation of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System for dairy cows fed pasture-based diets. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **56**, 251-254.

LESCOAT, P.; SAUVANT, D. 1995. Development of a mechanistic model for rumen digestion validated using the duodenal flux of amino acids. *Reprod. Nutr. Dev.* **35**, 45-70.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Sci. And Techn.*, **57**, 347-358.

MEHREZ, A.A.; ØRSKOV, E.R., 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal Agri. Sci.*, Cambridge **88**, 645-650.

MERTENS, D.R., 1997. Creating system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **80**, 1463-1481.

MOSCARDINI, S.; T. C. WRAGHT; P.H. LUIMES; B.W. McBRIDE; P. SUSMEL. 1998. Effects rumen undegradable protein and feed intake on purine derivate and urea nitrogen: Comparison with predictions from the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *J. Dairy Sci.* **81**, 2421-2329.

RABINOWITZ, L.; R. A. GUNTHER. 1972. Excretion and digestion. Pages 118-120 in Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. 1-digestive Physiology. 2nd ed. D. C. Oxford Press Inc., Portland, OR.

SALCEDO, G., 2000. Degradabilidad ruminal de la hierba en praderas aprovechadas bajo pastoreo rotacional, en la zona costera de Cantabria. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* Vol. **15(3)**, 125-135.

SALCEDO, G.; SARMIENTO, M. 1994. Composición química de las praderas aprovechadas bajo pastoreo rotacional, en la zona costera de Cantabria. En *Actas de la XXXIV R.C. de la S.E.E.P.* Santander 313-317.

SALOMONSON, A.C.; THEANDER, O.; WESTERLUND, E., 1984. Chemical characterization of some Swedish cereal whole meal and bran factors. *Swedis J. Agric. Res.*, **14**, 111-117.

SAS/STAD, 1985. User's Guide Release 6.04 SAS-Institute INC. Cary NC USA.

PITT, R.E.; J.S.VAN KESSEL; D.G. FOX; A.N. PELL; M.C. BARRY; P.J. VAN SOEST. 1996. Prediction of ruminant volatile fatty acids and pH withing the Net Carbohydrate and Protein System. *J. Anim. Sci.* **74**, 226-244.

BALANCES DE NUTRIENTES COMO HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LAS EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE EN GALICIA

R. NOVOA MARTÍNEZ, J. CASTRO INSUA Y D. BAEZ BERNAL.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña.

RESUMEN

En este trabajo se estudian los balances de nutrientes en explotaciones de vacuno de leche en ocho regiones del Arco Atlántico según la metodología establecida en el proyecto Interreg IIIB Green Dairy. En las regiones del Norte, las entradas de nitrógeno se deben en un elevado porcentaje al aporte de fertilizantes minerales, alcanzando un máximo del 89 % en Irlanda, mientras que en las regiones del Sur, esta situación se invierte, siendo más importantes las entradas debidas a la alimentación, representando el 70% en Galicia.

En todas las regiones el balance de nitrógeno presenta un superávit de entradas de nutrientes respecto a las salidas, siendo mucho más acusado en Galicia y Portugal, con 347 y 576 kg ha⁻¹ respectivamente, donde se observa una mayor intensificación de la producción. En el balance de fósforo, Galicia con una media de 163 kg ha⁻¹ es la región que presenta un mayor superávit, el cual se manifiesta en los altos niveles de este nutriente en el suelo, ya que la media de fertilidad de las parcelas, de 11 de 12 explotaciones analizadas, superan los 50 ppm (Olsen).

Se recomienda a las explotaciones intensivas gallegas no comprar fertilizantes minerales fosfóricos ya que el abonado con purín es más que suficiente, tanto para mantener el nivel de fertilidad del suelo, como para cubrir las necesidades de los cultivos. Del mismo modo se podría recomendar reducir la compra del abono nitrogenado sintético, siempre que la fosa de almacenamiento tuviera la capacidad suficiente para poder aplicar el purín estratégicamente en función de las necesidades de los cultivos. De esta forma se contribuiría a la sostenibilidad, tanto medioambiental como económica, de las explotaciones intensivas gallegas.

Palabras clave: fertilización orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, suelos, eutrofización.

NUTRIENT BALANCES AS TOOLS TO EVALUATE THE SUSTAINABILITY OF DAIRY FARMS IN GALICIA

SUMMARY

In this work nutrient balances of dairy farms in the Atlantic Arch are studied according to the methodology established in the project Interreg IIIB “Green Dairy”. In the North regions, the nitrogen inputs are due in a high percentage to the contribution of mineral fertilizers, reaching a maximum of 89% of the total in Ireland, while in the South

Area, this situation is invested, being more important the inputs due to the feeding, reaching at 70 % in Galicia.

The balance of N presents in all the cases a surplus of inputs of nutrients it concerns to the outputs, being much more accused in Portugal and Galicia where there is a bigger intensification, while for the phosphorus balances in Galicia, with 163 kg ha⁻¹ it is the region that presents a bigger surplus that is reflected in the high phosphorus levels in the soil.

It is recommended to intensive dairy farms not to buy phosphoric mineral fertilizers, since the slurry application, would be more than enough to maintain the level of fertility of the soil and the crop needs so much, in this way it would be contributed to the environmental and economic farm sustainability.

Key words: organic fertilization, nitrogen, phosphorus, soil, eutrofización.

INTRODUCCIÓN

El modelo tradicional de la Política Agraria Común ha sufrido un giro respecto a los mecanismos de apoyo a la renta de los agricultores en el año 2003. Tras alcanzarse el acuerdo sobre la nueva reforma, conocida popularmente como *reforma intermedia*, se puede destacar la *condicionalidad* que será obligatoria para la percepción de las ayudas directas por las explotaciones, siendo obligatorio el cumplimiento de determinados aspectos en materias de ambiente, salud pública, sanidad animal y vegetal y bienestar de los animales.

La estrategia agroambiental de la PAC está encaminada a aumentar la sostenibilidad de los ecosistemas agrarios, reforzando el respeto de las normas agrícolas y ambientales que favorezcan la protección contra la erosión y el mantenimiento de la materia orgánica y la estructura del suelo, la calidad de las aguas, etc.

En este marco se encuadra el proyecto Interreg IIIB “*Green Dairy*” (*Sistemas ganaderos de vacuno de leche ambientalmente sostenibles en el Espacio Atlántico*), financiado por el FEDER, que se inició en octubre de 2003 con una duración de 3 años. En este proyecto participan 10 centros de investigación de 11 regiones pertenecientes a 5 países: Portugal, España, Francia, Irlanda e Inglaterra.

Los objetivos generales son:

- 1.- Conseguir una coordinación más eficaz de los recursos existentes en Investigación y desarrollo dedicados a las explotaciones ganaderas de leche con el fin de lograr una respuesta rápida ante los problemas medioambientales que afectan a la calidad de las aguas en todos los ambientes acuáticos, incluidos los costeros.
- 2.- Mejorar el conocimiento de la diversidad ambiental existente para proporcionar respuestas adaptadas a cada contexto regional que puedan ser usadas como propuestas para la elaboración y adaptación de la legislación.

“piloto” que representen la diversidad regional. Otra, en explotaciones denominadas experimentales, en ambas se calculan los balances de nutrientes. En las explotaciones experimentales, se medirá además la lixiviación de nitratos en el suelo o en el agua de

drenaje y los flujos de nutrientes en todos los sitios estimando las emisiones de NH_3 , N_2O , N.

Este trabajo se presenta los balances de nitrógeno y fósforo de las explotaciones piloto de ocho de las once regiones, correspondientes al año 2003.

MATERIAL Y MÉTODOS

En Galicia se seleccionaron catorce explotaciones piloto de ganado vacuno, ubicadas en las provincias de Lugo y A Coruña, de las cuales dos practican pastoreo y otra, además, es ecológica.

Se contó con la colaboración de los técnicos de gestión y alimentación de cada una de las explotaciones, que son independientes o pertenecen a cooperativas como Irmandiños, Progando y AGACA.

El balance de nutrientes se calcula como la diferencia entre las entradas y salidas de nutrientes divididas por la superficie agraria útil de la explotación (kg ha^{-1})

Cálculo de las entradas de nutrientes:

En cada una de las explotaciones se contabilizaron los kg de alimentos procedentes del exterior (piensos, alfalfa, paja, subproductos de cereales, heno, etc.). Considerando todos los alimentos consumidos por todos los animales presentes en la explotación (vacas en producción, novillas, terneros, etc.)

El cálculo de las entradas de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) que entró en la explotación a través de la alimentación se hizo a partir de la composición química de cada uno de los alimentos, mediante análisis propios (datos proporcionados por el Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Galicia, 2003), o en su ausencia, datos estándar de las tablas FEDNA, (2003). Así mismo se contabilizaron los aportes de nutrientes debidos a los fertilizantes de síntesis, los desinfectantes y de los materiales de las camas del ganado.

En ninguna de las explotaciones seleccionadas hubo importación de estiércoles o purines, por lo que no se hizo necesario contabilizar este input de elementos minerales.

El ganado comprado, también se contabilizó como una entrada, aunque en las explotaciones gallegas es un número mínimo de animales por ser el porcentaje de recría suficiente para mantener el número de vacas deseado.

Cálculo de las salidas de nutrientes:

Para el cálculo de los nutrientes que salieron de las explotaciones se contabilizó los kgs de leche y el número de animales que se vendieron.

Los nutrientes exportados en la leche durante todo el año se obtuvieron mes a mes, considerando la composición química media mensual de la leche (datos proporcionados por el Laboratorio Interprofesional Gallego de Análisis de la Leche, 2003) de cada una de las explotaciones y los litros vendidos durante ese mes.

Los nutrientes que salieron de la explotación por venta de animales se calcularon a partir del número de animales vendidos y su peso estimado en función de la edad, considerando una composición química estándar para todas las explotaciones, con un

contenido de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) de 24, 16 y 5 kg por tonelada de peso vivo respectivamente (Institut de l'Elevage, 2003).

En la Tabla 1 se muestran las características de las explotaciones de 8 de las 9 regiones que participan con granjas piloto.

Tabla 1. Características de las explotaciones piloto

	SO de Irlanda	Breña	País del Loira	Aquitania	País Vasco	Galicia	N de Portugal
Nº explotaciones	22	15	13	10	16	14	20
S. forrajera (ha)	55	55	81	64	54	29	22
%maíz/S. forrajera	0	30	34	55	11	41	100
Nº de vacas	81	44	56	47	91	76	93
Leche (kg vaca ⁻¹ año ⁻¹)	5559	6887	6999	7967	8871	8325	9032
Concentrados (kg vaca ⁻¹ año ⁻¹)	682	910	1458	1717	4220	3525	4220
UGM ha ⁻¹	2	1.6	1.6	2.4	2.4	3.1	6.3

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se muestra el valor medio de entradas, salidas y el balance de nitrógeno, fósforo y potasio de las explotaciones gallegas. Se observa la alta proporción de nutrientes debidas a la alimentación del ganado que suponen el 70, y el 60 % del total del N y P_2O_5 respectivamente mientras que las entradas debidas a los fertilizantes minerales supusieron el 23 y 36 % del N y P_2O_5 respectivamente.

Tabla 2. Valor medio de entradas, salidas y balance de N, P_2O_5 , en las 14 explotaciones.

	entradas	salidas	balance
N alimentos (kg ha ⁻¹)	322	0	
N fertilizantes (kg ha ⁻¹)	106	0	
N otros (kg ha ⁻¹)	32	11	
N leche (kg ha ⁻¹)	0	102	
N total (kg ha ⁻¹)	460	113	347
P_2O_5 alimentos (kg ha ⁻¹)	129	0	
P_2O_5 fertilizantes (kg ha ⁻¹)	79	0	
P_2O_5 otros (kg ha ⁻¹)	8	7	
P_2O_5 leche (kg ha ⁻¹)	0	46	
P_2O_5 total (kg ha ⁻¹)	216	53	163

Si comparamos estos resultados obtenidos en las explotaciones gallegas con el resto de las explotaciones de las demás Regiones Europeas del proyecto, se observa que se invierten los porcentajes, ya que en las regiones del Norte hay un mayor consumo de fertilizantes de síntesis nitrogenados y fosfóricos y unas menores entradas en los alimentos comprados (figuras 1 y 2).

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Figura 1.- Origen (%) de las entradas de N en las explotaciones

.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Figura 2.- Origen (%) de las entradas de P_2O_5 en las explotaciones

Balance de nutrientes:

Nitrógeno: Las explotaciones gallegas, con un superávit medio de 347 kg ha^{-1} , solo se ven superadas por Portugal con 576 kg ha^{-1} . En el resto de los países, el superávit es menor, siendo el balance más próximo al equilibrio el obtenido en las explotaciones del País del Loira con 97 kg ha^{-1} (figura 3). Esta situación se explica en gran parte por el número medio de UGM ha^{-1} , 3,1 en Galicia, 6,3 en Portugal, y 1,2 en País del Loira. Del balance del N se concluye que en las explotaciones gallegas se podría reducir o incluso prescindir de la compra del abono nitrogenado sintético, siempre que la fosa de almacenamiento tuviera la capacidad suficiente para poder aplicar el nitrógeno del purín estratégicamente en función de las necesidades de los cultivos.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Figura 3. Resultados medios del balance de nitrógeno

Fósforo (P_2O_5): Del balance del fósforo resulta un valor mínimo de 14 kg ha^{-1} (Irlanda) y un máximo de 163 kg ha^{-1} para Galicia, que incluso supera a Portugal (144 kg ha^{-1}), aún teniendo más del doble de UGM ha^{-1} (figura 4).

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Figura 4.- Resultados medios del balance de P_2O_5

En Galicia, tradicionalmente se recomendaban cantidades de abonado fosfórico mineral muy importantes debido a la pobreza de los suelos gallegos y a su alto poder de fijación, actualmente se continua dando casi la misma importancia a ese abonado ya que no se tiene en cuenta la aportación de éste nutriente en los purines, a pesar de que se ha producido un gran enriquecimiento de éstos, debido al gran incremento de concentrados en la ración (Castro *et al.*, 1998). Al no valorar los importantes aportes de fósforo de los purines se produce un incremento excesivo del fósforo en los suelos, así, en 11 de las 12 explotaciones analizadas en Galicia, los niveles medios de fertilidad de las parcelas superan los 50 ppm, que es el doble del nivel aconsejado de P (Olsen), (Tabla 3). Esta tendencia al aumento de fósforo en el suelo ya fue detectada anteriormente por Castro y Mateo (1999), que afirmaban que los altos niveles de fósforo en el suelo reflejaban el gran exceso de entradas respecto a las salidas en los balances de nutrientes de explotaciones gallegas de vacuno lechero.

Tabla 3. Valor medio de fósforo en el suelo de las explotaciones.

Nº explotación	Nº total de parcelas	Nº parcelas analizadas	Media P Olsen (ppm)
1	23	19	52
2	20	11	67
3	15	7	80
4	22	9	50
5	12	9	117
6	10	9	51
7	8	8	71
8	10	-	-
9	40	16	51
10	36	36	55
11	-	7	33
12	-	-	-
13	16	16	58
14	4	4	52

Contrariamente a lo que se creía, la retención de fósforo por los suelos es limitada y cuando éstos se saturan, lo liberan con facilidad por lixiviación, provocando la eutrofización de las aguas. En suelos ingleses se detectó que por encima de 60 ppm de P (Olsen) los suelos lixivian una elevada cantidad de fósforo, (Heckrath *et al.*, 1995).

CONCLUSIONES

El balance de nutrientes de las 14 explotaciones gallegas muestra en el caso del Nitrógeno, un superávit de 347 kg ha⁻¹, sólo superado por las explotaciones portuguesas, y en el caso del caso del fósforo un superávit de 163 kg ha⁻¹ que es el más alto de las ocho regiones europeas. Estos superávits se deben a los elevados consumos de concentrados en la alimentación del ganado.

Para mejorar el equilibrio en el balance y disminuir las pérdidas de nutrientes en el medio ambiente, es necesario reducir o incluso prescindir de la compra de fertilizantes en estas explotaciones intensivas. El aporte de fósforo del purín es más que suficiente para mantener el nivel de fertilidad del suelo y las necesidades de los cultivos, mientras que el aporte de nitrógeno podría ser también suficiente, siempre que la fosa de almacenamiento tuviera la capacidad adecuada para aplicarlo estratégicamente según las necesidades de los cultivos. De esta forma se contribuiría a la sostenibilidad, tanto en el aspecto medioambiental al reducir las pérdidas de nutrientes en el medio, como en el económico al reducir los costes de producción de las explotaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CASTRO INSUA, J¹; MATEO CANALEJO, E.¹ Y BLAZQUEZ RODRIGUEZ, R. 1998. Composición del purín de vacuno de 10 explotaciones lecheras gallegas y estudio de su valor fertilizante para praderas. XXXVIII Reunión Científica de La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Soria

CASTRO INSUA, J.; MATEO CANALEJO, E., 1999. Ciclos de nutrientes en 12 explotaciones lecheras gallegas: p y k. XXXIX Reunión Científica de La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Sevilla.

HECKRATH, G.; BROOKES, P.; POULTON, P. AND GOULDING, K., 1995. Phosphorus leaching from soils containing different P concentrations in the Broadbalk experiment. *Journal of Environment Quality* **24**, 904-910.

DE BLAS, C.; MATEOS G., GARCIA REBOLLAR P., 2003. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.)*. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp.

DESCRIPCIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LA ALTURA Y PRODUCCIÓN DE UNA PRADERA DURANTE EL PASTOREO DE PRIMAVERA CON VACAS DE LECHE

O. P. VÁZQUEZ YÁÑEZ, A. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ. Y J. LÓPEZ DÍAZ.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10 A Coruña. España

RESUMEN

La altura del pasto es uno de los principales indicadores del manejo correcto de una pradera y un estimador de la cantidad de forraje en oferta. El presente trabajo muestra la relación entre dos métodos de medir esta altura, la vara graduada y el medidor de pasto, y su evolución durante el pastoreo de primavera con vacas de leche. Se realizaron controles de la altura, cantidad de materia seca por ha y composición del pasto en tres áreas de pastoreo desde el 24 de marzo al 29 de junio de 2004, a intervalos de 3 a 5 días. Los resultados mostraron un coeficiente de determinación entre ambos métodos de 0,69 y que cada cm medido con vara graduada equivalía a 0,46 cm de medidor de pasto. Esta relación varió con el período de crecimiento del pasto y las características de la pradera. Se encontró una alta correlación entre altura de pasto y producción de materia seca ($R^2=0,76$). El coeficiente de variación de la altura del pasto fue similar en ambos métodos y no aumentó con el crecimiento del pasto. Los resultados indican que ambos métodos son equivalentes pero su relación varía en función de las condiciones del pasto.

Palabras clave: pastoreo rotacional, vara graduada, medidor de pasto

DESCRIPTION OF SWARD HEIGHT AND PRODUCTION EVOLUTION DURING SPRING GRAZING OF DAIRY COWS

SUMMARY

Sward height is a reference for adequate pasture management and a herbage mass estimator. The present study shows the relation between sward height values measured with sward stick or grass metter, and their evolution during spring grazing with dairy cows. Sward height, herbage mass and composition were measured on three paddocks from march to june, every 3 to 5 days. The results show that the correlation coefficient between both methods was 0.69 and every cm measured with sward stick was equivalent to 0.43 cm of grass metter. This relation changed with pasture growth and sward characteristics. A high correlation was found between herbage mass and sward height ($R^2=0.76$). Variation coefficient of sward height was similar for both methods and it did not change with pasture growth. Both methods were equivalent but its relation changed with pasture conditions.

Key words: rotational grazing, sward stick, grass metter.

INTRODUCCIÓN

Las praderas son los principales cultivos forrajeros de las explotaciones ganaderas de leche de Galicia y la Cornisa Cantábrica. Su correcto aprovechamiento mediante el pastoreo permite disponer de un forraje barato y de gran calidad nutritiva.

La altura de pasto es uno de los principales parámetros para determinar su correcto manejo. La mayoría de los autores (Mosquera et al., 1999, Virkajärvi, 1999) están de acuerdo en que es un parámetro muy valioso para conocer tanto la cantidad y estructura del pasto en oferta, como las limitaciones en la ingestión del mismo por los rumiantes. Hodgson (1990) recomienda que, para una óptima utilización de una pradera, la altura del pasto residual sea de 7-10 cm con vacas lactantes y de 6-8 cm con vacas secas y novillas, y que el pasto en oferta no supere los 25 cm de altura. Estas recomendaciones se basan en que la altura del pasto es una referencia para determinar tanto su crecimiento como las limitaciones físicas del ganado en la aprehensión de la hierba. Sin embargo, las recomendaciones sobre el manejo óptimo de la altura del pasto pueden ser confusas según el método utilizado para medirla.

Las principales técnicas no destructivas utilizadas al respecto (Mosquera y col., 1999, Frame, 1993) son la vara graduada y el medidor de pasto, aunque también se debe considerar la estimación visual debido a su gran relevancia y fácil aplicación. La vara graduada consiste en un listón sobre el que se desplaza libremente una pieza que indica la altura de la primera hoja del pasto con la que se encuentra. El medidor de pasto consiste en un disco de superficie y peso determinados que se desplaza a lo largo de un bastón graduado sobre el que se realiza la lectura. En su caso, el dato obtenido es un compromiso entre la altura y la densidad del pasto pues, lo que se mide en realidad es la resistencia del mismo a la presión ejercida por el disco. Ambos métodos han mostrado una alta correlación entre sí y con la cantidad de pasto en oferta (Mosquera et al., 1999, Virkajärvi, 1999), aunque dicha correlación varía tanto con la época del año como con el tipo de pradera.

Para describir una pradera no solo el valor medio de la altura del pasto es importante, sino también su varianza debido que esta es una medida de su heterogeneidad (Correll et al., 2003). Esta última es de gran importancia debido a su influencia en la selección de pasto por el ganado y en la persistencia de la misma pradera.

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes: describir la relación entre dos métodos de medir la altura del pasto -la vara graduada y el medidor de pasto-; determinar la relación entre la altura y la producción de pasto; y finalmente, mostrar como evoluciona la variabilidad de la altura con el crecimiento del pasto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre el 8 de marzo y el 7 de julio de 2004 se llevó a cabo un ensayo con vacas lecheras en condiciones de pastoreo rotacional. Se configuraron 3 grupos, A, B y C, en distintos estados de lactación, suplementados con 0, 4,5 y 9,0 kg MS/día de concentrado, respectivamente. El total de animales fue de 30 para los grupos A y B y 37 para el C. El número de días de pastoreo en cada parcela fue de 4,5 para los grupos A y B y de 3,5 para el grupo C.

Los rebaños pastaron una superficie total de 24,4 ha pradera de raigrás inglés y trébol blanco subdividida en 30 parcelas de 0,8 has cada una, en las que cada día se limitaba el

acceso al pasto mediante un pastor eléctrico. Permanecían en cada parcela hasta que la altura del pasto residual alcanzaba los 5-6 cm. Durante el periodo experimental se realizaron 3 rotaciones con un intervalo medio de 40 días.

La cantidad de pasto en cada parcela (kg MS/ha) fue medida antes y después de cada pastoreo. En cada control se tomaron tres muestras en cuadrantes de 0,33 m², en las que se midió el peso en verde cortado en su interior, el porcentaje de materia seca y la altura utilizando un medidor de pasto. Este disponía de un plato cuadrado con unas dimensiones de 30x30 cm y un peso de 420g. También se determinó la composición botánica como porcentaje de gramíneas, leguminosas y otras especies sobre materia seca.

En tres de las parcelas (parcelas 2, 10 y 14), cada una pastada por un grupo distinto, se midió la altura de pasto con un intervalo de tres a cinco días desde el 24 de marzo al 29 de junio. En este periodo, el porcentaje medio de defoliación en cada parcela fue del 75%, sin diferencias significativas entre los grupos. Por término medio, el pasto en oferta fue de 3 t MS/ha y el residual de 0,8, sin diferencias significativas ($P>0,1$) entre los grupos.

El control de la altura del pasto se realizó midiendo simultáneamente con el anterior medidor de pasto (HP) y con vara graduada (H), siguiendo un recorrido en diagonal o en zigzag según la forma de la parcela. En cada recorrido se realizaron, por término medio, 33 mediciones con intervalos de aproximadamente 4 m. En cada posición se realizaron dos mediciones de la altura con la vara de medir con una distancia entre ellas inferior a 30 cm, de forma que los puntos controlados estaban dentro de la superficie cubierta por el plato del medidor. De esta forma se pretendía relacionar las medidas obtenidas con la vara y la altura media de la superficie cubierta por el plato del medidor. También se estimó visualmente la especie predominante en cada punto de control.

Para determinar la relación entre HP y H se desarrollaron varios modelos de regresión. En unos casos se usó como variable independiente la media de las dos medidas de la altura con vara y en otros se utilizaron las dos medidas independientemente. También se analizó la relación entre la altura determinada con medidor de pasto y la cantidad de pasto en oferta mediante análisis de regresión lineal. En el análisis estadístico se ha utilizado el procedimiento GLM de SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1 y 2 se muestra respectivamente la variación de la altura media del pasto en cada parcela estimada con medidor de pasto y vara graduada. Se pueden apreciar tres periodos de crecimiento, cuya distribución varía en cada parcela debido a las diferentes fechas de aprovechamiento. El aspecto de ambas figuras es similar hasta el final del periodo de pastoreo, en el mes de junio, en que se puede apreciar como H continua incrementándose hasta llegar a los 40 cm, mientras que HP se estabiliza entorno a los 15 cm. Esto puede apreciarse más claramente en la Figura 3, donde se observa que HP muestra un crecimiento que se atenúa con el incremento de H y dicho comportamiento es más marcado en el mes de junio. El principal motivo de este comportamiento está en que por entonces la parcela estaba en pleno espigado, con lo que el medidor de pasto no tuvo un correcto funcionamiento cuando la altura superaba los 25 cm y las capas superiores de la parcela estaban representadas por las espigas.

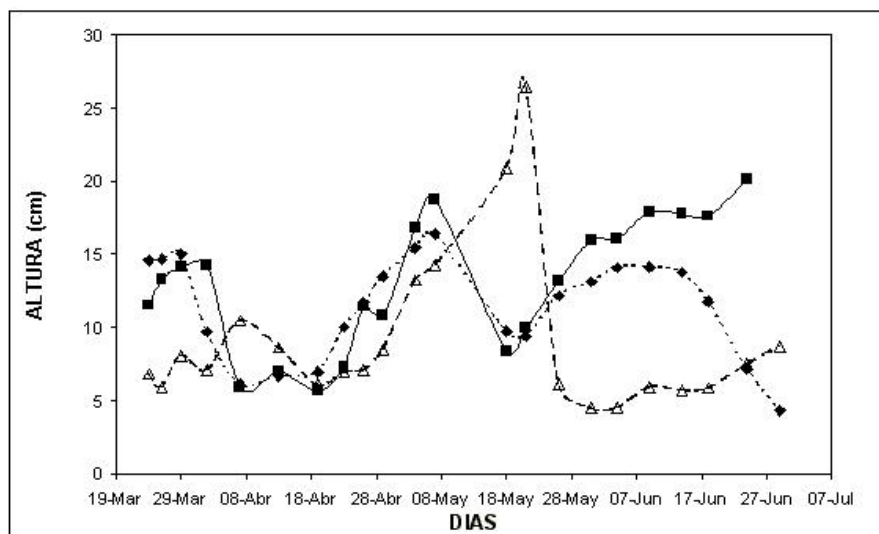


Figura 3. Evolución de la altura del pasto media estimada mediante medidor de pasto (parcela 2(Δ), parcela 10 (◆), parcela 14 (■)).

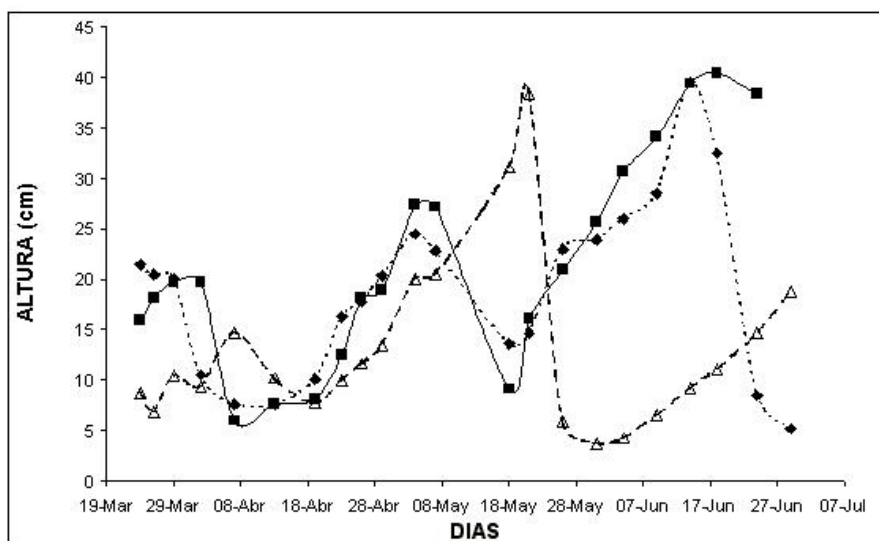


Figura 2. Evolución de la altura del pasto media estimada mediante vara graduada (parcela 2(Δ), parcela 10 (◆), parcela 14 (■)).

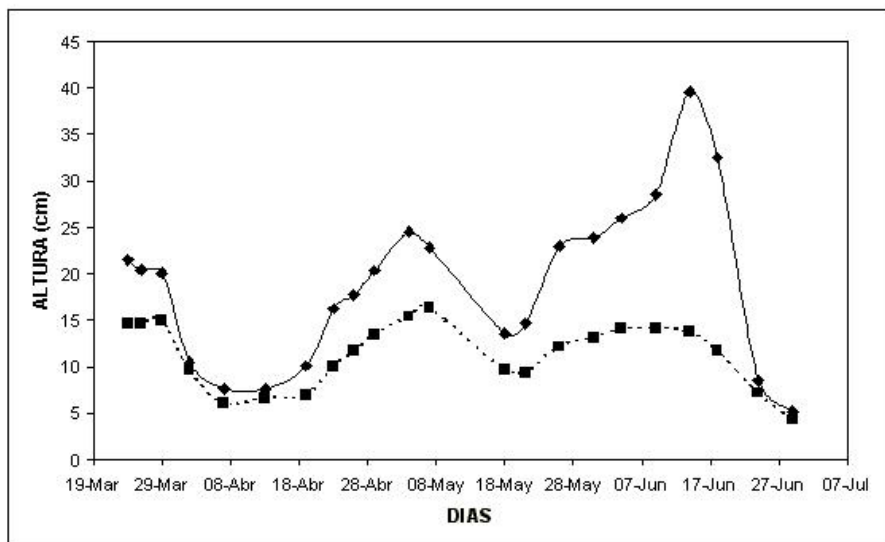


Figura 3. Comparación de la evolución de la altura media del pasto en la parcela 10 medida con medidor de pasto (◆) y con vara graduada (■).

La Tabla 1 muestra las medias de la altura del pasto obtenidas con las dos técnicas. El valor medio de HP fue de 11,3 cm mientras que el de H fue de 18,1. Entre las dos medidas de la vara graduada consideradas independientemente (H1 y H2) no se observaron valores significativamente diferentes (17,94 y 18,30 cm respectivamente). En todo caso, el C.V. fue 60% para el medidor de pasto y 67% para la vara graduada, lo que muestra una importante heterogeneidad en la distribución de la altura de la pradera.

Tabla 1. Valores medios de la altura de pasto estimada con medidor de pasto (HP) o con dos mediciones distintas con la vara graduada (H1 y H2) o el valor medio de ambas (H).

Variable	Ud.	N. Obs.	Media	Dev. Std.	C.V.	Min.	Max.
HP	cm	2130	11,32	6,76	59,7	1	42
H	“	2133	18,11	12,17	67,2	0,25	70
H1	“	2133	17,94	12,49	69,6	0	70
H2	“	2133	18,30	12,72	69,5	0	70

En la Tabla 2, la ecuación (1) muestra la relación entre HP y H, donde se aprecia que el coeficiente de determinación es 0,69 y la pendiente indica que un cm de H es 0,46 cm en HP. Cuando se comparara HP con las dos mediciones de altura con la vara por separado (H1 y H2) se obtuvieron unos coeficientes de determinación ligeramente inferiores y una pendiente de 0,43 (Ecuaciones (2) y (3) respectivamente, Tabla 2). Para determinar si las ecuaciones serían iguales en todas las parcelas se realizó un análisis de regresión con variables indicadoras para valores de H en cada parcela. Este análisis mostró diferencias significativas ($P < 0,001$) entre las pendientes y los términos independientes de las ecuaciones obtenidas para cada parcela. Esto se explica en parte por la diferente composición botánica de las mismas, donde el porcentaje de gramíneas, leguminosas y otras fue respectivamente del 50%, 31% y 19% en la parcela 2, 6%, 85% y 9% en la 10 y 19%, 68% y 13% en la 14.

Tabla 2. Ecuaciones de regresión (1, 2 y 3) entre la altura con medidor de pasto (HP) y con dos mediciones distintas con la vara graduada (H1 y H2) o el valor medio de ambas (H), y, entre la cantidad de pasto (HM) y HP. La ecuación 4 muestra la relación entre HP y HM (kg MS/ha) para las parcelas más controladas y la ecuación 5 incluye los datos de todas las parcelas pastadas.

Ecuación	Ud	R ²	RMSE	C.V. %	N.Obs
(1) $HP = 2,93 (\pm 0,14) + 0,46 (\pm 0,01) H$	cm	0,69	3,73	33	2130
(2) $HP = 3,55 (\pm 0,15) + 0,43 (\pm 0,01) H1$	“	0,64	4,06	36	2130
(3) $HP = 3,37 (\pm 0,15) + 0,43 (\pm 0,01) H2$	“	0,67	3,91	35	2130
(4) $HM = 411 (\pm 162) + 106 (\pm 8) HP$	“	0,76	673	31	55
(5) $HM = 163 (\pm 56) + 145 (\pm 3) HP$	“	0,79	738	29	636

En la Tabla 2 también se muestra la relación entre la cantidad de materia seca de pasto por ha (HM) y la altura HP. La ecuación (4) se obtuvo para las tres parcelas objeto de más controles y muestra un coeficiente de determinación de 0,76 y una pendiente de 106 kg MS/ha por cada cm de HP. En la ecuación (5) se observa la relación entre HP y HM en todas las parcelas pastadas en el ensayo y el coeficiente de determinación fue de 0,79 con una pendiente de 145 kg MS/ha por cm de altura. Estos valores de las pendientes son muy parecidos a los 140 kg MS/ha/cm obtenidos por Mosquera et al. (1999) y Virkajärvi (1999) e inferiores a los 199-256 kg MS/ha/cm por Correll et al. (2003).

En la Figura 4 se observa la evolución de las medidas de la desviación estándar y CV de HP y H para la parcela 10 en cada fecha de medición. La desviación estándar aumenta con la altura del pasto pero su magnitud es más alta para H que para HP, especialmente durante el mes de junio. Por otra parte el CV se comporta de diferente forma debido a que los valores obtenidos para H y HP son similares y varían de forma análoga, porque si bien al principio de la estación oscilan del 20 al 80%, posteriormente se mantienen entre el 40 y el 60%. Un

análisis de regresión entre el CV y los días de crecimiento del pasto muestra que el primero se reduce significativamente ($P < 0,05$) con ellos. Correll et al. (1999) indican similares valores de CV con medidor de pasto y muestran un aumento de la heterogeneidad del pasto durante un mayor crecimiento de la hierba con pastoreo extensivo.

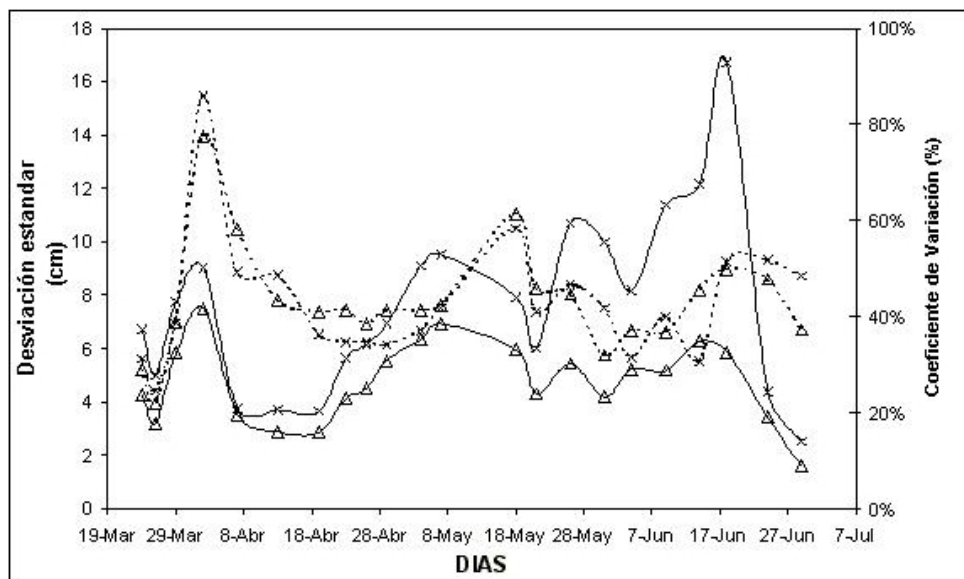


Figura 4. Evolución de la desviación estándar (línea continua) y del coeficiente de variación (línea de puntos) de la altura del pasto medida con vara graduada (x) y medidor de pasto (Δ) en la parcela 10.

CONCLUSIONES

Los resultados confirman la relación existente entre la altura medida con medidor de pasto y vara graduada y la del medidor de pasto con la cantidad del mismo en kg MS/ha. Sin embargo, esta relación varía con el tipo de pasto y su estructura. Ambas técnicas son equivalentes pero no excluyentes ya que la altura medida con vara graduada aporta información adicional sobre la estructura del pasto, como sería su variabilidad en praderas espigadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRELL O.; ISSELSTEIN, J.; PAVLU; V., 2003. Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities: the use of an extended rising-plate-meter method. *Grass and Forage Science* **58**:450-454.

FRAME J., 1993. Herbage mass. In: Davies, A., Baker, R.D., Grant, S.A. & Laidlaw, A. S. (eds.) *Sward Measurement Handbook*. 2nd ed. British Grassland Society. pp 37-40

HODGSON, J., 1990. *Grazing Management: Science into practice*. Ed. Longman Scientific and Technical. pp 203.

MOSQUERA LOSADA, M.R.; GONZALEZ RODRIGUEZ, A.; RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A., 1999. *Ecología y Manejo de Praderas*. Ed. MAPA. pp 98-106.

SAS, 1999. *User's Guide: Statistics, Version 8.01*. SAS Inst., Inc., Cary, NC.

VIRKAJÄRVI, P., 1999. Comparison of three indirect methods for prediction of herbage mass on Timothy-Meadow Fescue pastures. *Acta Agriculturae Scandinavia Sect. B* **49**:75-81

VALIDACIÓN DE UN SISTEMA DE APOYO DE DECISIÓN EN PASTOREO (GRAZEMORE) PARA LA PRODUCCIÓN EFICIENTE DE LECHE EN GALICIA

A. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, O. P. VÁZQUEZ YÁÑEZ Y J. LÓPEZ DÍAZ.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Xunta Galicia.

Apartado 10 - 15080 A Coruña.

E-mail: antonio.gonzalez.rodriguez@xunta.es

RESUMEN

Se desarrolló un modelo para predecir el crecimiento de pasto, su ingestión y la producción diaria de leche en pastoreo de vacas frisonas de alta producción (Grazemore). El objetivo es reducir la tendencia a la producción intensiva de leche que ocurre en la mayoría de los países del Arco Atlántico de Europa.

Para validar Grazemore se establecieron tres grupos de 30 vacas en pastoreo rotacional en áreas independientes sobre pradera de raigrás inglés y trébol blanco en la granja experimental del CIAM de Galicia. De marzo a julio las vacas recibieron, además del pasto, cero, cuatro y ocho kg de concentrado/vaca/día. Se determinó la masa del forraje, la utilización de pasto (ingestión) en muestras pre y post, y la producción de leche, comparando los resultados con las predicciones del modelo.

La validación preliminar de los sistemas experimentales indica que el programa Grazemore puede ser usado en condiciones prácticas como una herramienta de manejo para mejorar el uso del pastoreo en Europa y podría aumentar la confianza del ganadero en la pradera pastada como principal recurso de la explotación.

Palabras clave: crecimiento pradera, ingestión pasto, manejo pastoreo, predicción leche, soporte de decisión

VALIDATION OF A GRAZING DECISION SUPPORT SYSTEM (GRAZEMORE) FOR EFFICIENT DAIRY PRODUCTION IN GALICIA

SUMMARY

A prediction model for grass growth and grazing intake was developed as a decision support system (Grazemore DSS) for dairy cows. The aim was to reduce the tendency of intensive milk production in the Atlantic Arc region of the European Union.

For Grazemore validation, three groups of 30 Friesian cows were grazing independent areas of ryegrass-white clover pastures under experimental conditions at CIAM in Galicia. From March to July cows have also zero, four and eight kg/cow of concentrate at grazing. Herbage mass (HM), grass utilization (intake) by pre-post grazing samples, and Milk Yield (MY) were measured and compared with the model predictions.

Preliminary results from the on farm validation indicates that the Grazemore DSS may be used as a management tool to improve the use of grazed grass in Europe and to increase the sustainability and the reliance on grazed pasture as a main farm resource.

Keywords: herbage growth, herbage intake, grazing management, milk prediction, decision support

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones lecheras gallegas se caracterizan por tener respecto a la media de la UE, una carga ganadera más alta (1,9 vs. 1,2 vacas/ha), un mayor consumo de concentrado (0,44 vs. 0,30 kg/litro) y menores ingresos complementarios a la leche (4,1 vs. 5,8 €/100 kg) según los datos de gestión de explotaciones que muestran la necesidad de reducir costes de alimentación para producir la cuota de leche asignada. El pastoreo reduce cinco veces el coste por kg de materia seca en relación con los ensilados y concentrados de sistemas basados en la estabulación lo que sugiere que en condiciones de producción actuales es posible una mayor utilización de pastos frescos (López Garrido y Barbeyto, 2003)

Nos hemos puesto de acuerdo con los principales Centros de Investigación situados en las regiones del Arco Atlántico Europeo (Irlanda del Norte, Inglaterra, Francia, Holanda y Suecia) que comparten el interés del CIAM para realizar un Proyecto de Investigación, GRAZEMORE, que significa “más pastoreo”, que fue financiado por la Unión Europea a través del Quinto Programa Marco durante un período de 3 años. Es un sistema de soporte de decisiones (DSS) desarrollado como aplicación informática, para ser utilizado por técnicos y ganaderos que se animan cada vez más a experimentar con el ordenador. Consiste en la interacción de dos modelos, que se validaron usando datos independientes de los centros de investigación para producción de leche (PL) y de pasto (PP). El modelo de crecimiento de forraje (Barrett et al., 2004) desarrollado para nueve lugares del noroeste de Europa requiere datos anuales de clima (T^a , Lluvia, Radiación) y predijo el crecimiento del pasto con un error medio normalizado (NE %) de menos de 10%. Se han aportado medias climáticas de 10 años de las principales zonas lecheras gallegas y datos de ensayos de fertilización y de pastoreo realizados en el CIAM.

El modelo de ingestión de forraje (Delagarde et al., 2004) tiene en cuenta las necesidades del rebaño, considerando la producción esperada y el resto de la ración que el ganadero ha establecido para sus vacas. En su validación se usó un conjunto de datos de 208 rebaños europeos. La integración de los modelos se llevó a cabo en el DSS, los resultados de su validación están relacionados con los obtenidos para los dos modelos independientes, mostrando grandes diferencias entre granjas para el modelo de crecimiento de forraje. Esto implica que el programa final puede ser mejorado haciendo mayor énfasis en las complejas interacciones planta-animal de los sistemas en pastoreo.

Grazemore se ofrece gratis a los productores de leche europeos como una herramienta para mejorar en tiempo real el manejo del pastoreo. El sistema describe el efecto de las variaciones de manejo y de las condiciones ambientales reales (o simuladas) en el crecimiento de la pradera, ingestión de pasto por las vacas y la producción de leche. El programa permite el funcionamiento de escenarios (“qué pasaría si...”), dando la libertad a los usuarios para ver el resultado de modificar las variables como la aplicación de fertilizante o la cantidad de concentrado sobre la producción de pasto o el rendimiento en leche. Incluso puede verse el efecto de condiciones climáticas adversas.

En este trabajo se describe el funcionamiento del programa y el procedimiento para validar las predicciones del DSS que consistió en comparar la producción diaria predicha y observada de leche (PL) y de la masa del forraje (PP) con datos medidos en 27 granjas de Inglaterra, Francia, Suecia, Irlanda del Norte y Galicia. Se presenta además la validación con los datos obtenidos en un ensayo realizado en Mabegondo comparando tres rebaños con tres niveles de concentrado en pastoreo desde marzo a final de julio de 2004.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el CIAM de Mabegondo, con condiciones climáticas medias de la costa gallega, se mantuvieron tres rebaños de 30 vacas frisonas con partos durante todo el año con tres dosis de concentrado durante la primavera de 2004 en pastoreo de áreas independientes, según se describe en la tabla 1

Tabla 1. Rebaños en pastoreo usados en la validación del 08/03 al 17/07 de 2004

Rebaño	SP1	SP2	SP3
nº vacas	30	30	37
Área pastoreo (ha)	6.3	6.7	11.4
Presión pastoreo (vacas/ha)	4.8	4.5	3.2
Ingestión predicha (kg MS/d)	17.5	19.6	21.6
Suplementación total (kg MS/d)	3.5	7.6	10.6
Ingestión pasto (kg MS/d)	14.0	12.0	11.0
Leche producida (kg/d)	24.8	27.8	30.3
nº prados	9	9	12
Tiempo residencia (días)	4.4	4.5	3.5
Longitud rotación (días)	39.6	40.5	42.0
Tamaño medio prado (ha)	0.70	0.74	0.95
Fertilización (kg N/ha)	86	66	79

Los valores de la masa de forraje (PP) se determinaron en todas las parcelas pastadas por el ganado, usando el método de corte directo de 5 cuadrados de 0.33 m de lado a 4 cm del suelo. Estos datos se introdujeron en el programa corregidos a ras de suelo, usando la ecuación desarrollada en Francia: $PP_0 = 1,13 * PP_4 + 1903$ por Delagarde et al. (2004) Para ejecutar la simulación se añadieron al programa los datos meteorológicos del año actual, obtenidos por Internet de la estación más próxima, se caracterizaron las parcelas y se introdujo información de la estructura del rebaño: nº de vacas, porcentaje de primerizas, fecha media de partos, potencial productivo y nivel de concentrado. Estos datos se obtienen semanalmente en los rebaños del CIAM o en visitas quincenales en el caso de las explotaciones comerciales.

El procedimiento estadístico usado para medir la exactitud de la predicción del DSS fue el error de predicción cuadrático medio (MSPE) descrito por Yan et al. (2003), usando la ecuación siguiente:

$$MSPE = (P-A)^2 + S_p^2(1-b)^2 + S_A^2(1-r^2)$$

donde P y A son respectivamente las medias de la MY o HM real y predicha, S_p^2 es la varianza de los valores predichos, S_A^2 es la varianza de los datos reales, b y r^2 son la pendiente y coeficiente de correlación de la regresión lineal de los valores predichos sobre los reales. El error de predicción de la media (MPE) es la raíz cuadrada de MSPE y el error de predicción relativo (RPE) expresa el MPE como un porcentaje de A.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar resumimos la respuesta que se obtuvo con el Grazemore DSS 1.0 durante 2004 del total de las parcelas de las 27 explotaciones de los cinco países europeos participantes en el proyecto (Hetta et al, 2005) Los valores medios observados y predichos para la producción de leche (kg/d) del rebaño y masa del forraje (kg MS/ha) y los análisis de regresión, el error predicho de la media (MPE) y el error predicho relativo (RPE) se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Valores medios de producción de leche y masa de forraje reales y predichos.

Parámetro	n	Observado		Predicho		Diferencia		Análisis de regresión			Análisis estadístico	
		media	sd	media	sd	media	sd	a	b	R ²	MPE	RPE (%)
Producción leche	1732	25.2	3.61	25.1	4.37	0.17	3.26	11.1	0.56	0.46	3.27	12.9
Masa de forraje	2392	2904	985	2985	1365	-82	1233	1853	0.35	0.24	1236	42.6

La producción de leche y la masa de forraje predichas y observadas tuvieron casi el mismo promedio. El error de predicción relativo RPE fue de 42.6% para la masa de forraje en el conjunto de datos de las 27 explotaciones y podría ser considerado como excesivo con una media de las desviaciones muy baja de -82 kg MS/ha. Para la leche el RPE fue del 12.9% y la media de las desviaciones de 0.17 kg MY/d. El coeficiente de determinación fue bajo (0.24) para el forraje y algo mayor (0.46) para la producción de leche. Sin embargo, cuando se analizaba cada granja, el RPE en ambos casos era muy variable. (González et al, 2004)

Se hizo también un análisis de sensibilidad (Vázquez et al 2005) simulando un rebaño de 50 vacas frisonas que pastan 13,6 ha divididas en 17 parcelas, se compararon distintos tipos de manejo del pasto (oferta de superficie diaria de pasto de 0,2 y 0,3 ha/día y tres niveles de suplementación (0, 4 y 8 kg MS concentrado/día) que simularon 6 escenarios. Se fijó un potencial de producción de leche con un pico de lactación de 36 kg/día en las 5 primeras rotaciones de marzo a julio pastando la mitad de las parcelas y ensilado el resto.

Se encontró que el aumento de la superficie diaria en oferta tuvo como consecuencia el incrementar la disponibilidad de forraje (de 15,7 a 24,4 kg MS/d) y, por consiguiente, el consumo de pasto, de 9,9 a 11,4 kg MS/d. Por otra parte, el incremento del nivel de suplementación reduce el consumo de pasto en un valor dependiente de su disponibilidad. La producción de leche osciló entre los 9,8 kg/d para 0,2 ha/día sin suplementación y los 27,0 kg/d cuando se ofrece 0,3 ha/día con 8 kg MS de concentrado. La utilización del pasto aumentó con su disponibilidad y disminuyó al incrementar la dosis de concentrado.

Recogemos a continuación los resultados de los tres rebaños (SP1, SP2, SP3) del Centro Experimental (CIAM) donde la posibilidad de obtener datos más precisos y una vigilancia más próxima, genera una mayor fiabilidad que en las granjas comerciales y se obtienen mejores predicciones tanto de leche como de forraje (tablas 3 y 4).

Tabla 3. Valores medios de la producción de leche y masa de Forraje

Rebaño	SP1		SP2		SP3	
	media	sd	media	sd	media	sd
Producción de leche:						
No. Observaciones	128		126		125	
Valor real (kg/día)	24,6	4,48	27,7	3,69	30,2	3,15
Valor predicho (kg/día)	25,8	4,28	27,2	3,61	29,9	3,05
Diferencia	-1,21	2,26	0,5	1,99	0,35	1,61
Masa de Forraje:						
No. Observaciones	28		31		41	
Valor real (kg MS/ha)	2851	1158	2605	1071	2672	1140
Valor predicho (kg MS/ha)	3900	1614	3497	1381	3174	1233
Diferencia	-1049	764	-891	729	-502	709

Tabla 4. Comparación estadística de la producción de leche y de forraje reales y predichas

Rebaño	Producción de leche (kg/día)			Masa de Forraje (kg MS/ha)		
	SP1	SP2	SP3	SP1	SP2	SP3
Análisis de regresión						
a	1,14	4	3,52	335	291	253
b	0,91	0,87	0,89	0.65	0.66	0.76
r ²	0,75	0,73	0,75	0.81	0.73	0.68
Errores de predicción						
MSPE	6,55	4,21	2,72	1684820	1326688	755291
MPE	2,56	2,05	1,65	1298	1152	869
RPE	10,4	7,4	5,5	45.5	44.2	32.5

En la figura 1 se pueden observar las gráficas que genera el programa para los tres rebaños. La curva superior es la de predicción de leche y sobre ella se imbrica a puntos la de producción de leche real. La curva media es de la ingestión total de materia seca (MS), pasto y suplementación, mientras que la inferior es el suplemento total en MS aportado por vaca (ensilados y concentrados). La diferencia entre estas dos curvas sería la MS de pasto ingerida. En un trabajo anterior se han descrito las curvas de ingestión predichas por el programa en cada rebaño ajustándose bien con las curvas de ingestión medidas (González et al, 2005).

El análisis de validación muestra que el DSS hace una mejor predicción de leche que de forraje (RPE 10.4 % y 45.5 % respectivamente, en SP1), como también pasaba con el total de las fincas. Diferentes razones podrían explicar este resultado. En primer lugar, la producción de leche esta basada en los controles reales de la granja, mientras que la masa de forraje se basa en mediciones con diferentes técnicas no muy precisas, como el corte pre y post pastoreo a una determinada altura (4 centímetros) corregida a ras de suelo, podría ser una fuente de error de los datos observados del forraje. Por otro lado, el modelo de crecimiento está basado en la determinación del forraje inicial, realizado a primeros de marzo en este ensayo, lo que amplificaría los posibles errores cometidos en esta medida previa al periodo de pastoreo.

SP1 – Rebaño experimental sin concentrado en el pasto

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. SP2 – Rebaño experimental con 4 kg/vaca de concentrado en el pasto

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. SP3 – Rebaño experimental con 8 kg/vaca concentrado en el pasto

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Figura 1 – Resultados de Grazemore en producción de leche, de predicción y (en puntos) la producción real (curvas superiores), ingestión total de materia seca (curva media) e ingestión de ensilado y concentrado (curva inferior) para tres rebaños.

Debemos considerar además que el rango de valores de producción de leche de los rebaños de las 27 explotaciones analizadas sólo durante la primavera fue muy estrecho (los coeficientes de variación de los datos observados fueron menores del 5%) y el número de datos era demasiado pequeño para la determinación de forraje (menos de 50 datos en varios casos) y poder hacer las inferencias adecuadas. Esto indica que la predicción del rendimiento en leche podría mejorarse por una colección más exacta de los datos del pastoreo y del nivel de suplementación.

CONCLUSIÓN

Se realizó el programa Grazemore DSS y se distribuye libremente en CD-ROM como una herramienta de manejo para ser usado por técnicos y ganaderos que confíen en el pastoreo como principal recurso de la explotación.

El modelo produjo en general resultados muy adecuados para estimar el rendimiento de leche de la explotación, y de ahí poder determinar el óptimo manejo en pastoreo.

La exactitud de predicción de la masa de forraje fue más pobre que la de producción de leche lo que hace pensar en que el DSS puede mejorarse, principalmente en la determinación del forraje con procedimientos más adecuados.

Las grandes diferencias en respuesta entre las granjas de distintos países sugieren una adaptación del DSS al manejo del pastoreo específico observado por los equipos en cada país.

AGRADECIMIENTOS

El proyecto de investigación GRAZEMORE se financió en parte por el INIA (SC00-086) y por el Quinto Programa Marco de la UE (QLRT-2000-02111).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETT, P.D.; LAIDLAW, A.S. ; MAYNE, C.S. 2004. Development of a European herbage growth model (EU Grazemore project) In: Lüscher, A. Jeangros, B. Kessler, W. Huguenin, O. Lobsiger, M. Millar, N. & Suter, E. (eds.) *Proceedings of the 20th General Meeting European Grassland Federation*, Vol. 9 *Grassland Science in Europe*, 653-655.

DELAGARDE, R., ; FAVERDIN, P. ; BARRATTE, C. ; BAILHACHE, M. ; PEYRAUD, J.L. 2004. The herbage intake model for grazing dairy cows in the EU Grazemore project. *Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation, Volume 9 Grassland Science in Europe*, 650-652.

HETTA, M.; NORRSKEN-ERIKSSON, M.; PERSSON, S.; LARSSON, E.; KARLSSON, L.; ALVAREZ-TORRE, N. ; ERIKSSON H.; MARTINSSON, K. 2005. The Grazemore decision support system for grazing management of dairy cows. Paper submitted for the 20th *International Grassland Congress* (Dublin, Ireland).

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A. ; LÓPEZ-DÍAZ, J. ; VÁZQUEZ-YÁÑEZ, O. ; HAMELEERS A. 2004. Report on farm validation and basic data of farms. Work package 8 of the he *EU-project Grazemore* (contract No: QLK5-CT-2000-0211). P 20.

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A. ; LÓPEZ DÍAZ J. ; VÁZQUEZ YÁÑEZ. O. P. 2005. External validation in northwest Spain of a decision support system for grazing dairy cows (Grazemore) Paper submitted for the 20th *International grassland congress* (Dublin, Ireland).

LÓPEZ-GARRIDO, C. ; BARBEYTO, F. 2003. A competitividade das explotacoes galegas na producao de leite. Umha perspectiva mundial. *Analise empresarial*, **33**, 57-66

VÁZQUEZ-YÁÑEZ, O. P. ; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A. ; LÓPEZ-DÍAZ J. 2005. Determination of optimal grazing management for dairy cows in Galicia (Spain) using a decision support system. Paper for the 20th *International Grassland Congress* .Dublin.

YAN ,T. ; AGNEW, R. E. ; MURPHY, J. J. ; FERRIS, C. P. ; GORDON. F. J. 2003. Evaluation of different energy feeding systems with production data from lactating dairy cows offered grass silage-based diets. *Journal Dairy Science* **86**:1415-1428.

EFFECTOS DE LA RAZA Y LA CARGA GANADERA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CAPRINOS PASTANDO EN BREZALES-TOJALES

U. GARCÍA, R. CELAYA, B.M. JÁUREGUI Y K. OSORO.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Apdo. 13 - 33300 Villaviciosa (Asturias)

RESUMEN

Se han estudiado durante tres años las variaciones de peso y condición corporal en cabras de raza autóctona (de tronco celtibérico) y de raza cachemir en pastoreo sobre pastos arbustivos de brezal-tojal del occidente asturiano. Sobre nueve parcelas de 0,6 ha se establecieron tres tratamientos con tres repeticiones. Las cabras autóctonas (44 kg PV) pastaron a carga alta (11,7 cabezas/ha) mientras que las cabras cachemir (35 kg PV) lo hicieron tanto a carga alta (13,4 cabezas/ha) como a carga baja (6,7 cabezas/ha). Aunque hubo alguna diferencia entre años, los resultados, en general, indican variaciones de peso más favorables ($P < 0,001$) de las cabras Cachemir (-1 g/día), de menor peso corporal, que de las autóctonas (-30 g/día), para estas condiciones de vegetación caracterizada por su escaso valor nutritivo. Las diferencias entre las dos razas se acentuaban sobre todo al final de la estación de pastoreo, es decir, a medida que la disponibilidad vegetal se reducía. La carga ganadera no afectó significativamente a las variaciones de peso y condición corporal observadas en las cabras Cachemir.

Palabras clave: Celtibérica, Cachemir, condición corporal, matorral, variación de peso.

EFFECTS OF BREED AND STOCKING RATE ON THE PRODUCTION OF GOATS GRAZING IN HEATH-GORSE SHRUBLANDS

SUMMARY

The changes in live weight and body condition score of local celtiberic and cashmere goats grazing on heath-gorse shrublands of west Asturias were studied during three years. Three treatments with three replicates were established on nine plots of 0.6 ha. The local goats (44 kg LW) grazed at high stocking rate (11.7 heads/ha) while the cashmere ones (35 kg LW) grazed at high (13.4 heads/ha) or low stocking rate (6.7 heads/ha). Although some differences were observed between the three grazing seasons, the results show that cashmere goats, with lower body weight, obtained better live weight changes (-1 g/day) than local goats (-30 g/day) when managed on this vegetation of low nutritive value. The differences between breeds increased along the grazing season, particularly in the last period, according to a decrease in the availability of green foliage. The stocking rate did not significantly affect on the live weight and body condition changes of the cashmere goats.

Key words: body condition, cashmere, live weight change, local, shrubland.

INTRODUCCIÓN

Los brezales-tojales cubren grandes extensiones por el occidente de Asturias, siendo una vegetación de escaso valor nutritivo para los rumiantes domésticos (Hodgson *et al.*, 1991), lo cual limita la producción animal y la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas. El ganado caprino parece ser el más idóneo para aprovechar eficientemente este tipo de vegetación (Osoro *et al.*, 2000). Sin embargo, también puede haber diferencias entre las distintas razas en cuanto a su rendimiento productivo. Generalmente, en situaciones de escasa disponibilidad de recursos nutritivos, las razas de menor tamaño rinden mejor que las más grandes debido a las mayores necesidades nutritivas de estas últimas, como ha sido comprobado en distintas situaciones para ovino (Osoro *et al.* 1999b; 2002) y vacuno (Osoro *et al.*, 1999a). Las cabras de raza Cachemir, de menor tamaño que las autóctonas, podrían adaptarse bien a nuestras condiciones, aportando un valor añadido para la rentabilidad de las explotaciones en estas zonas desfavorecidas por la diversificación de la producción y el alto valor de su fibra de calidad. El objetivo de este trabajo fue comparar el rendimiento productivo (variaciones de peso y condición corporal) de cabras autóctonas manejadas a carga alta y de cabras Cachemir a carga alta o baja sobre brezales-tojales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en la finca experimental del Carbayal, situada a unos 950 m de altitud en la sierra de San Isidro, concejo de Illano (Asturias). La vegetación es un matorral de brezal-tojal cuya composición se describe en el trabajo de Celaya *et al.* (2005).

Diseño experimental y manejo de los animales

Sobre nueve parcelas de 0,6 ha se establecieron tres tratamientos de pastoreo con tres repeticiones: cabras autóctonas de tronco Celtibérico ($44 \pm 1,3$ kg de peso vivo) a carga alta (AA), cabras de raza Cachemir ($35 \pm 1,1$ kg) a carga alta (CA) y cabras Cachemir a carga baja (CB). Los animales, 7 por parcela en AA, 8 en CA y 4 en CB (todas sin cría), pastaron sobre las parcelas durante tres años consecutivos, de julio a noviembre de 2002, de mayo a noviembre de 2003 y de junio a octubre de 2004, a 12-14 y 6,7 cabezas/ha en carga alta y baja respectivamente.

Controles

Las cabras fueron pesadas y valorada su condición corporal (Russel *et al.*, 1969) al inicio y al final de cada estación de pastoreo, con pesadas intermedias aproximadamente a intervalos mensuales.

Análisis estadístico

Los datos de peso y condición corporal, así como sus variaciones temporales, fueron analizados por análisis de varianza (ANOVA) para estudiar los efectos de la raza en los tratamientos con carga alta (AA frente a CA), y de la carga en los tratamientos de raza cachemir (CA frente a CB), utilizando el programa estadístico SPSS (1989). También se analizaron los efectos del año en interacción con los tratamientos sobre las variaciones globales de cada estación de pastoreo.

RESULTADOS

Las cabras Cachemir presentaron variaciones de peso significativamente más favorables que las autóctonas a la misma carga alta (Tabla 1), siendo el promedio de los tres años de -1 g/día (0% del peso inicial) para el global de la estación de pastoreo, mientras que las autóctonas perdieron 30 g/día (9% del peso inicial) de media ($P<0,001$) para los tres años. Las diferencias entre las dos razas se acentuaban hacia el final de la estación de pastoreo, a partir de septiembre, a medida que la disponibilidad y calidad de la vegetación disponible disminuía (Figura 1). Asimismo, la condición corporal de las cabras, en general, disminuyó más en la raza autóctona que en la cachemir ($P<0,001$), aunque las diferencias no fueron de la misma magnitud en los tres años. Ello se debe a que los cambios en condición corporal requieren mayores variaciones de peso, por ello resultan más significativas las variaciones del global del periodo de pastoreo.

Tabla 1. Efectos de la raza y de la carga sobre las variaciones de peso (PV) y condición corporal (CC) de las cabras pastando sobre brezales-tojales. AA: autóctonas carga alta; CA: Cachemir carga alta; CB: Cachemir carga baja.

	AA	CA	CB	Raza		Carga	
				<i>e.s.d.</i>	sign	<i>e.s.d.</i>	sign
2002							
PV inicial (kg) 28/6	45,1	35,1	35,6	2,15	***	2,32	NS
Variación PV (g/día)							
28/6 - 29/8	33	26	31	7,6	NS	7,7	NS
29/8 - 7/11	-73	-38	-32	6,3	***	6,6	NS
Global (28/6 - 7/11)	-23	-8	-2	4,5	***	4,2	NS
CC inicial (escala 0-5)	2,77	2,79	2,71	0,11	NS	0,15	NS
Variación global CC	-0,33	-0,02	0,08	0,08	***	0,10	NS
2003							
PV inicial (kg) 20/5	41,9	34,8	33,9	1,93	***	2,42	NS
Variación PV (g/día)							
20/5 - 9/7	43	118	100	9,5	***	15,2	NS
9/7 - 28/8	-40	-29	-21	8,4	NS	9,6	NS
28/8 - 4/11	-71	-44	-29	10,7	*	12,6	NS
Global (20/5 - 4/11)	-28	9	12	5,8	***	7,5	NS
CC inicial (escala 0-5)	2,88	2,80	2,88	0,08	NS	0,10	NS
Variación global CC	-0,48	-0,08	-0,23	0,09	***	0,13	NS
2004							
PV inicial (kg) 9/6	45,3	33,9	34,8	1,60	***	2,06	NS
Variación PV (g/día)							
9/6 - 8/7	40	68	88	22,1	NS	23,7	NS
8/7 - 27/8	-44	-14	-28	13,5	*	16,2	NS
27/8 - 13/10	-93	-38	-22	11,0	***	15,7	NS
Global (9/6 - 13/10)	-39	-4	1	6,4	***	8,4	NS
CC inicial (escala 0-5)	2,64	2,78	2,77	0,11	NS	0,10	NS
Variación global CC	-0,26	-0,15	-0,17	0,10	NS	0,12	NS

e.s.d.: error estándar de la diferencia de medias; sign: significación ANOVA; * $P<0,05$; *** $P<0,001$; NS: no significativo ($P>0,10$).

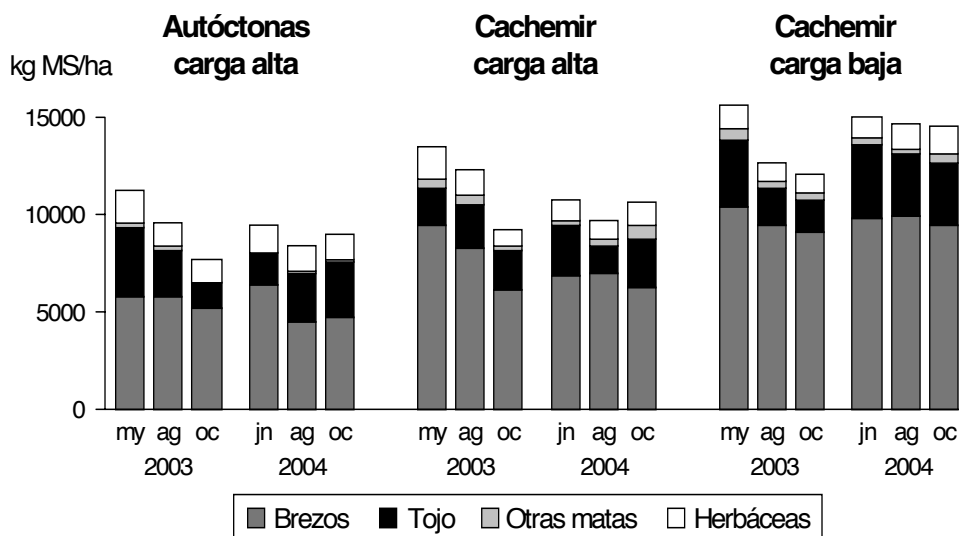


Fig. 1. Evolución de la fitomasa y su composición durante los pastoreos de 2003 y 2004 en brezales-tojales pastados por cabras autóctonas a carga alta o cabras cachemir a carga alta o baja.

La carga ganadera no tuvo ningún efecto significativo sobre las variaciones de peso y de condición corporal de las cabras Cachemir en ninguno de los periodos de los tres años (Tabla 1).

Las variaciones de peso además fueron afectadas significativamente por el año ($P<0,01$). Fueron peores en 2002, mejores en 2003 e intermedias en 2004 para las cabras Cachemir, mientras que para las autóctonas empeoraron progresivamente de 2002 a 2004 (interacción año x raza, $P<0,05$). En el caso de la condición corporal, las variaciones globales no fueron afectadas significativamente por el año.

DISCUSIÓN

El que las cabras de raza Cachemir, de menor peso y tamaño, obtuvieran mejores rendimientos productivos que las autóctonas sobre brezal-tojal, de escaso valor nutritivo, en especial cuando la disponibilidad era limitante, concuerda con otros tabajos similares con ovino. En éstos se han encontrado mejores rendimientos de las razas más pequeñas (Gallega) frente a las más grandes (Lata), cuando se manejaban en zonas de montaña dominadas por matorral de brechina (*Calluna vulgaris*) o dominadas por pastos herbáceos de *Festuca-Agrostis* cuando disminuía la disponibilidad (altura) de pasto apetecible (Osoro *et al.* 1999b), así como en praderas de raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) cuando se reducía la altura de la cubierta (Osoro *et al.*, 2002). En la

misma finca experimental del presente trabajo se encontraron diferencias en la selección de dieta entre las dos razas caprinas, con mayores porcentajes de leñosas en la de las autóctonas que en la de las cachemir (CIATA, 1997). Ello parece indicar que las cabras cachemir son capaces de seleccionar una dieta de mejor calidad nutritiva que las autóctonas. En brezales-tojales parcialmente mejorados también se observaron mejores rendimientos en las cabras cachemir que en las autóctonas (Osoro *et al.*, 1999c), así como en matorrales dominados por tojo (*Ulex gallii*) originados a partir de brezales-tojales quemados (García *et al.*, 2003).

El que en las cabras autóctonas las variaciones de peso empeorasen progresivamente de 2002 a 2004, podría deberse a distintas condiciones climáticas (datos por analizar), pero también a cambios de la vegetación. Se han observado reducciones significativas en la disponibilidad de brotes verdes de los brezos (sobre todo en el caso de *Erica australis* y *E. arborea* que también sirven de abrigo), respecto a las parcelas pastadas por cabras cachemir (Celaya *et al.*, 2005). También los mayores incrementos observados en la cobertura de herbáceas podrían repercutir positivamente en el comportamiento productivo de los siguientes años.

CONCLUSIONES

Las cabras de raza Cachemir, debido a su menor peso y tamaño corporal, se adaptan mejor a las comunidades de brezal-tojal que las cabras autóctonas y pierden menos peso y condición corporal durante la estación de pastoreo. En especial, cuando la disponibilidad y calidad de la vegetación disminuye según avanza ésta.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al personal de la finca del Carbayal por su buen trabajo en el manejo y control de los animales. Este trabajo se integra junto a los realizados en otros países europeos en el proyecto de la UE FORBIOBEN QLK5-CT-2001-30130.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CELAYA, R.; JÁUREGUI, B.M.; GARCÍA, U.; OSORO, K., 2005. Efecto de la raza y la carga ganadera sobre la cubierta vegetal en brezales-tojales pastados por caprino. En: *XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Gijón (España).

CIATA, 1997. *Investigación Agroalimentaria, Memoria CIATA 1996*. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA), Consejería de Agricultura del Principado de Asturias, 181 pp. Villaviciosa, Asturias (España).

GARCÍA, U.; OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., 2003. Variaciones de peso del ovino y caprino en brezales-tojales quemados. En: *Pastos, desarrollo y conservación, XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 387-392. Eds. A.B. ROBLES, M^aE. RAMOS, M^aC. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ, J. BOZA. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla (España).

HODGSON, J.; FORBES, T.D.A.; ARMSTRONG, R.M.; BEATTIE, M.M.; HUNTER, E.A., 1991. Comparative studies of the ingestive behaviour and herbage intake of sheep and cattle grazing indigenous hill plant communities. *Journal of Applied Ecology*, **28**, 205-227.

OSORO, K.; FERNÁNDEZ PRIETO, E.; CELAYA, R.; NOVAL, G.; ALONSO, L.; CASTRO, P., 1999a. Respuesta productiva de dos razas de ganado vacuno manejadas en dos cubiertas vegetales de montaña. *ITEA*, **95A(2)**, 188-203.

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 1999b. Effects of genotype on the performance and intake characteristics of sheep grazing contrasting hill vegetation communities. *Animal Science*, **69**, 419-426.

OSORO, K.; VASSALLO, J.M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 1999c. Livestock production systems and the vegetation dynamics of Less Favoured Areas (LFAs): developing viable systems to manage semi-natural vegetation in temperate LFAs in Spain. En: *Livestock Production in the European Less Favoured Areas*, 133-143. Eds. J.P. LAKER, J.A. MILNE. Macaulay Land Use Research Institute. Aberdeen, Escocia (RU).

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A.; ZORITA, E., 2000. Pastoreo de las comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, **30(1)**, 3-50.

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A.; CELAYA, R., 2002. Effect of breed and sward height on sheep performance and production per hectare during the spring and autumn in Northern Spain. *Grass and Forage Science*, **57**, 137-146.

RUSSEL, A.J.F.; DONEY, J.M.; GUNN, R.G., 1969. Subjective assesment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **72**, 451-454.

SPSS, 1989. *SPSS for Windows, Release 5.0.1*. SPSS Inc. Chicago, Illinois (EE.UU.).

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS Y CAPRINOS PASTANDO SOBRE BREZALES-TOJALES PREVIAMENTE QUEMADOS

U. GARCÍA, R. CELAYA, B.M. JÁUREGUI Y K. OSORO.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Apdo. 13 - 33300 Villaviciosa, Asturias (España)

RESUMEN

Se estudió el comportamiento productivo (variaciones de peso y condición corporal) de ovejas de raza gallega y de cabras de raza autóctona y cachemir pastando sobre matorrales dominados por tojo desarrollados tras la quema superficial de un brezal-tojal. Inicialmente se establecieron cuatro parcelas que fueron pastadas durante dos años consecutivos (2001-2002) por rebaños monoespecíficos de ovino o caprino (2 especies animales x 2 repeticiones) a una carga de 10 cabezas/ha. Para el tercer año las cuatro parcelas se dividieron, y cada una de las mitades fue asignada a una de las dos especies de rumiantes en un diseño factorial (2 especies animales x 2 especies previas x 2 repeticiones), manteniéndose este manejo durante otros dos años a una carga de 6,7 (2003) ó 10 cabezas/ha (2004).

Aunque los resultados de los primeros años indicaban un mejor comportamiento productivo del caprino frente al ovino, en los dos siguientes años se ha observado lo contrario, por lo menos en las parcelas previamente pastadas por ovino, mientras que en las previamente pastadas por caprino no hubo apenas diferencias entre ovinos y caprinos, siendo significativa la interacción entre el pastoreo previo y la especie animal en esta segunda fase.

Palabras clave: condición corporal, pequeños rumiantes, tojo, variación de peso.

ANIMAL PERFORMANCE OF SHEEP AND GOATS GRAZING ON PREVIOUSLY BURNT GORSE SHRUBLANDS

SUMMARY

Animal performance (changes in live weight and body condition score) of sheep (Gallega breed) and goats (Cashmere and local Celtiberic) grazing on previously burnt gorse dominated shrublands was studied. Initially four plots were established and were grazed by single flocks of sheep and goats (2 species x 2 replicates) during two consecutive years (2001-2002) at a stocking rate of 10 heads/ha. In the third year, the four plots were halved and each half was reassigned to one or another animal species according to a factorial design (2 species x 2 previous species x 2 replicates). The stocking rates in this second period ranged from 6.7 (2003) to 10 heads/ha (2004).

Although the results from the first years showed a better performance of goats than sheep, in the following two years the reverse occurred and sheep performed better than goats, at least in those plots previously grazed by sheep, while there were not significant differences between sheep and goats in those plots previously grazed by goats, with

significant interaction between the previous grazing and the animal species in this second period.

Key words: body condition, gorse, live weight change, small ruminants.

INTRODUCCIÓN

Los brezales-tojales cubren amplias extensiones por toda la Cordillera Cantábrica, especialmente en la zona occidental. Muchos incendios se producen sobre estas comunidades de matorral, dando lugar a grandes pérdidas económicas y ambientales. La gestión ganadera de estas zonas desfavorecidas debería contemplar actuaciones que evitaran la acumulación de material leñoso y su transformación en cubiertas vegetales de menor combustibilidad, incluso con mayores índices de diversidad. Diversos trabajos (Radcliffe, 1986; Osoro *et al.*, 2000; Celaya *et al.*, 2003) muestran la capacidad de los pequeños rumiantes, ovino y especialmente el caprino, para aprovechar el brezal-tojal, mientras que en brezales previamente quemados que han originado tojales dominados por *Ulex gallii* (Jáuregui *et al.*, 2003), los primeros resultados indican un mejor rendimiento productivo del caprino en general, aunque variable según época y estado de la cubierta (García *et al.*, 2003). El objetivo de este trabajo es estudiar las subsiguientes variaciones de peso de ovinos y caprinos en dichos tojales, cuando han sido previamente pastados por una u otra especie animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en la finca experimental del Carbayal, situada a 1000 m de altitud en la sierra de San Isidro, concejo de Illano (Asturias). La vegetación es un matorral dominado por tojo (*Ulex gallii*), originado a raíz de una quema controlada del brezal-tojal original en mayo de 2001, y cuya composición y evolución se describen en los trabajos de Jáuregui *et al.* (2003; 2005).

Diseño experimental y manejo de los animales

Inicialmente se estableció un diseño de dos especies animales (ovino y caprino) x dos repeticiones sobre cuatro parcelas de 1,2 ha. Los animales, 12 hembras por parcela, pastaron durante el otoño-invierno de 2001 y de mayo a noviembre de 2002 (García *et al.*, 2003). En la primavera de 2003 las parcelas fueron divididas, resultando ocho parcelas de 0,6 ha. En cuatro de ellas los animales introducidos fueron de la misma especie y en las otras cuatro se intercambiaron. Tenemos por tanto un diseño de dos especies animales x dos especies previas x dos repeticiones. El pastoreo se extendió del 20 de mayo al 4 de noviembre en 2003, con una carga ganadera de 6,7 cabezas/ha (cuatro hembras sin cría por parcela), y del 10 de junio al 19 de octubre en 2004, con una carga de 10 cabezas/ha (seis hembras sin cría por parcela).

Las ovejas eran de raza Gallega y las cabras de raza Cachemir (junto con cabras autóctonas de tronco Celtibérico en 2002).

Controles

Las ovejas y las cabras fueron pesadas al inicio y al final de cada estación de pastoreo, con pesadas intermedias aproximadamente a intervalos mensuales. En el caso del ovino las variaciones de peso se corrigieron teniendo en cuenta las pérdidas de peso por el esquila. La condición corporal fue valorada según los criterios establecidos por Russel *et al.* (1969).

Análisis estadístico

Las variaciones de peso y condición corporal se sometieron a análisis de varianza para estudiar los efectos de la especie animal en 2003-2004 y los de la especie previa en 2001-2002, además de su interacción. También se efectuaron correlaciones entre dichas variaciones y las variables vegetales (cobertura, biomasa) observadas en cada parcela (Jáuregui *et al.*, 2005). Se utilizó el programa estadístico SPSS (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, las ovejas presentaron mejores rendimientos generales que las cabras. Las diferencias entre las dos especies animales en las variaciones de peso y condición corporal no llegaron a ser significativas en 2003 (Tabla 1), mientras que en 2004 (Tabla 2), de junio a octubre, las ovejas ganaron 14 g/día y las cabras perdieron 8 g/día ($P<0,001$). Estas diferencias se dieron sobre todo en la primera época de la estación de pastoreo (junio-julio).

Tabla 1. Variaciones de peso vivo (PV) y condición corporal (CC) de ovejas y cabras en tojales durante el pastoreo de 2003, según el pastoreo previo (Pr) de 2001-2002.

Pastoreo previo	ovino		caprino		Pr	Efectos	
	Ovino	Caprino	Ovino	Caprino		2003	Pr x 2003
PV inicial (kg) 20 mayo	40,7	36,2	41,0	37,2	NS	$P=0,10$	NS
CC inicial (0-5) 20 mayo	2,96	2,71	2,94	2,65	NS	**	NS
Variación de PV (g/día)							
20 mayo - 8 julio	74	-20	-10	25	NS	NS	***
8 julio - 29 agosto	26	6	22	11	NS	NS	NS
29 agosto - 4 noviembre	-35	-31	-51	-40	NS	NS	NS
20 mayo - 4 noviembre	16	-16	-16	-5	NS	NS	*
Variación de CC (unidades)							
20 mayo - 4 noviembre	-0,12	-0,25	-0,28	0,06	NS	NS	$P=0,06$

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$; NS no significativo ($P>0,10$).

El pastoreo previo no afectó significativamente a las variaciones de peso y condición corporal en ninguna época de 2003 ni de 2004. Sin embargo, se observó una interacción significativa ($P<0,05$), tanto en el pastoreo de 2003 como en 2004, entre el pastoreo previo y la especie animal, dado que las mayores diferencias en las variaciones de peso entre ovino y caprino -favorables al primero- se dieron en las parcelas previamente pastadas por ovino. En cambio, en las parcelas previamente pastadas por caprino, las variaciones de peso del ovino y del caprino fueron similares, por lo menos en el global de la estación de pastoreo, siendo las variaciones de condición corporal más favorables al caprino. El efecto del pastoreo previo fue de signo contrario en ovinos y caprinos, de tal forma que las ovejas tuvieron mejores rendimientos en las parcelas previamente pastadas por ovino mientras que las cabras perdieron menos peso en las previamente pastadas por caprino.

Tabla 2. Variaciones de peso vivo (PV) y condición corporal (CC) de ovejas y cabras en tojales durante el pastoreo de 2004, según el pastoreo previo (Pr) de 2001-2002.

Pastoreo previo Especie animal en 2004	ovino		caprino		Pr	Efectos	
	Ovino	Caprino	Ovino	Caprino		2004	Pr x 2004
PV inicial (kg) 10 junio	32,7	29,4	32,3	30,0	NS	$P=0,14$	NS
CC inicial (0-5) 10 junio	3,00	2,83	3,08	2,75	NS	*	NS
Variación de PV (g/día)							
10 junio - 8 julio	81	-22	64	26	NS	**	$P=0,11$
8 julio - 26 agosto	29	20	21	12	NS	NS	NS
26 agosto - 19 octubre	-15	-39	-40	-36	NS	NS	NS
10 junio - 19 octubre	22	-16	5	-1	NS	**	*
Variación de CC (unidades)							
10 junio - 19 octubre	-0,54	-0,66	-0,81	-0,50	NS	NS	$P=0,10$

* $P<0,05$; ** $P<0,01$; NS no significativo ($P>0,15$).

En la primera fase del experimento (otoño-invierno de 2001 y primavera-verano-otoño de 2002) se observaron diferencias significativas en las variaciones ponderales entre ovinos y caprinos aunque de distinto signo según la época, lo cual se relacionó con la distinta disponibilidad vegetal (relación herbáceas/tojo, estado fenológico y calidad nutritiva) en cada una de ellas (García *et al.*, 2003). Las ovejas habían tenido mayores ganancias de peso en otoño de 2001 (primer pastoreo tras la quema de primavera) y menores pérdidas en otoño de 2002 que las cabras, mientras que éstas presentaban menores pérdidas en invierno de 2001 y mayores ganancias en la primavera de 2002 que las ovejas. Además las cabras de raza Cachemir obtenían mejores rendimientos que las autóctonas de

tronco Celtibérico de mayor peso, debido al efecto negativo del tamaño corporal sobre el comportamiento productivo cuando hay una escasez en cantidad y/o calidad de los recursos pastables (Osoro *et al.*, 1999; 2002).

Sin embargo, en el presente trabajo donde sólo se utilizaron cabras Cachemir, éstas presentaron peores rendimientos que las ovejas (éstas tenían una mejor condición corporal al inicio del pastoreo) en aquellas parcelas previamente pastadas por ovino, precisamente donde el tojo era más abundante y la presencia de herbáceas menor (Jáuregui *et al.*, 2005). Por tanto, parece que en la primavera, que es cuando se dan las diferencias a favor de las ovejas, éstas aprovechan mejor que las cabras los brotes tiernos del tojo y/o las pocas hierbas (hojas verdes) de la cubierta. De hecho, en el caso de las ovejas se ha observado una correlación positiva significativa ($r = 0,716$; $n = 8$; $P < 0,05$) entre el porcentaje de cobertura de tojo en la parcela al inicio de la estación de pastoreo y las variaciones de peso en dicha estación, mientras que las correlaciones con la presencia y disponibilidad relativa de las herbáceas resultaron negativas, aunque no significativas. Esto indicaría un mayor valor nutritivo del tojo que las herbáceas para el ovino en la primavera. De acuerdo a datos obtenidos en la misma finca, los brotes verdes del tojo, al ser una leguminosa, tienen buenos contenidos en proteína (17-20% de PB) y no demasiado alto de fibra ácido detergente (FAD, 40% MS), aunque muy lignificada (lignina ácido detergente, LAD, 20% MS), mientras que las gramíneas como *Pseudarrhenatherum longifolium* y *Agrostis curtisii* que constituyen la mayoría de las herbáceas, tienen menores contenidos en FAD (30%) y LAD (4-5%) pero también en PB (10-15%). Por otro lado, el hecho de que las cabras Cachemir pierdan alrededor de 20 g/día en esta época resulta un tanto extraño conociendo la mayor capacidad que tiene el caprino para utilizar el tojo (Radcliffe, 1986; Celaya *et al.*, 2003), si bien las diferencias en la utilización del tojo por las cabras Cachemir y las ovejas son mucho menores que las observadas con las cabras autóctonas (CIATA, 1997). Por otra parte, se sabe que la reducción en la altura de la vegetación herbácea o pasto afecta de manera más significativa a las cabras que a las ovejas (Merchant, 1995; Osoro y Martínez, 1995).

Se precisa seguir desarrollando trabajos como el presente en el que las biomásas, alturas y estados fenológicos de los componentes vegetales van variando, con el fin de encontrar los puntos de inflexión en cuanto a dichos parámetros en los que el ovino y el caprino maximizan la producción animal en el brezal-tojal.

CONCLUSIONES

En el caso de pastoreo previo por ovino de los tojales, las ovejas de raza Gallega mostraron un mejor comportamiento productivo que las cabras Cachemir, mientras que en el caso de pastoreo previo de caprino no hubo diferencias entre las dos especies de pequeños rumiantes.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al personal de la finca del Carbayal por su buen trabajo. Este estudio se engloba dentro del proyecto CICYT AGL2003-05432.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CELAYA, R.; OLIVÁN, M.; MARTÍNEZ, M.J.; MOCHA, M.; MARTÍNEZ, A.; GARCÍA, U.; OSORO, K., 2003. Selección de dieta de ovinos, caprinos y vacunos en pastoreo mixto sobre matorrales de brezal-tojal con praderas mejoradas. En: *Pastos, desarrollo y conservación, XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 487-493. Eds. A.B. ROBLES, M^aE. RAMOS, M^aC. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ, J. BOZA. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla (España).

CIATA, 1997. *Investigación Agroalimentaria, Memoria CIATA 1996*. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA), Consejería de Agricultura del Principado de Asturias, 181 pp. Villaviciosa, Asturias (España).

GARCÍA, U.; OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., 2003. Variaciones de peso del ovino y caprino en brezales-tojales quemados. En: *Pastos, desarrollo y conservación, XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 387-392. Eds. A.B. ROBLES, M^aE. RAMOS, M^aC. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ, J. BOZA. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla (España).

JÁUREGUI, B.M.; CELAYA, R.; GARCÍA, U.; OSORO, K., 2003. Rebrote del brezal-tojal tras una quema y su evolución posterior con pastoreo de ovino o caprino. En: *Pastos, desarrollo y conservación, XLIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 495-500. Eds. A.B. ROBLES, M^aE. RAMOS, M^aC. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ, J. BOZA. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla (España).

JÁUREGUI, B.M.; CELAYA, R.; GARCÍA, U.; OSORO, K., 2005. Sucesión de un brezal-tojal quemado experimentalmente sometido a pastoreo con pequeños rumiantes. En: *XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Gijón, Asturias (España).

MERCHANT, M., 1995. Herbage intake and diet selection by goats in relation to their management on sown swards and rush/grass mixtures. En: *The Nutrition and Grazing Ecology of Speciality Fibre Producing Animals*, 127-140. Eds. J.P. LAKER, A.J.F. RUSSEL. European Fine Fibre Network Occ. Publ. N° 3. Macaulay Land Use Research Institute. Craigiebuckler, Aberdeen (RU).

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., 1995. Grazing behaviour and performanc of goats and sheep on natural and improved vegetation. En: *The Nutrition and Grazing Ecology of Speciality Fibre Producing Animals*, 109-125. Eds. J.P. LAKER, A.J.F. RUSSEL. European Fine Fibre Network Occ. Publ. N° 3. Macaulay Land Use Research Institute. Craigiebuckler, Aberdeen (RU).

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 1999. Effects of genotype on the performance and intake characteristics of sheep grazing contrasting hill vegetation communities. *Animal Science*, **69**, 419-426.

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A.; ZORITA, E., 2000. Pastoreo de las comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, **30(1)**, 3-50.

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A.; CELAYA, R., 2002. Effect of breed and sward height on sheep performance and production per hectare during the spring and autumn in Northern Spain. *Grass and Forage Science*, **57**, 137-146.

RADCLIFFE, J.E., 1986. Gorse - a resource for goats? *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **14**, 399-410.

RUSSEL, A.J.F.; DONEY, J.M.; GUNN, R.G., 1969. Subjective assesment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **72**, 451-454.

SPSS, 1989. *SPSS for Windows, Release 5.0.1*. SPSS Inc. Chicago, Illinois (EE.UU.).

CAPACIDAD SUSTENTADORA Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA INGESTA CAPRINA EN UN ECOSISTEMA ÁRIDO, LAVALLE, ARGENTINA

L. ALLEGRETTI^{1,2}, C. PASSERA¹, J. PÁEZ², A. ÚBEDA²,
C. SARTOR² Y A. B. ROBLES³.

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, (Argentina).

²Instituto Argentino de investigaciones de las Zonas Áridas (CONICET) (Argentina).

³Estación Experimental del Zaidín, CSIC (España)

RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en el departamento de Lavalle, Mendoza, Argentina. Las unidades de pastos, más importantes desde el punto de vista forrajero son: Algarrobal de *Prosopis flexuosa*; Matorral con *Atriplex lampa* (zampal); Matorral con *Tricomaria usillo* (usillar); Matorral degradado con *Larrea cuneifolia* (jarillal) y Medanal. Los objetivos del estudio fueron estimar la capacidad sustentadora de las diferentes unidades y la composición botánica de la ingesta de los caprinos. La estimación de dicha capacidad, expresada en hectáreas por Unidades Ganadera Caprinas (ha UGC⁻¹), se realizó mediante el método de Point Quadrat modificado para el Monte. Y por medio del análisis microhistológico de heces se determinó la composición estacional de la ingesta.

Los valores medios anuales de capacidad sustentadora fueron: Algarrobal, 1,2; Zampal, 1,7; Usillar, 3,5; Jarillal, 5,8 y Médanos, 4,3 ha UGC⁻¹. La composición de la ingesta varió durante las estaciones, observándose una predominancia de las especies arbustivas, las gramíneas perennes aparecieron en muy baja frecuencia en todas las estaciones. El Algarrobal y el Zampal son las unidades de mayor importancia forrajera, presentando receptividades ganaderas más altas y una oferta forrajera más estable a lo largo del año, respecto del resto de las unidades de pastos analizadas.

Palabras clave: unidades de pastos, caracterización forrajera, análisis microhistológico

CARRYING CAPACITY AND GOAT BOTANICAL DIET COMPOSITION IN AN ARID ECOSYSTEM, LAVALLE, ARGENTINA

SUMMARY

The work was carried out in the department of Lavalle, Mendoza, Argentina. The units of pastures, more important from the forage matter are: Algarrobal of *Prosopis flexuosa*; Shrubland with *Atriplex lampa* (zampal); Shrubland with *Tricomaria usillo* (usillar); Shrubland degraded with *Larrea cuneifolia* (jarillal) and Dunes. The aims of the study were to estimate the carrying capacity of the different units and the botanical composition of goat diets. The carrying capacity, expressed in hectares by Units Goat (ha UG⁻¹), was measured by the method of Point Quadrat modified for Monte and the seasonal botanical composition of goat diets, was determined by microhistological analysis of faeces. The annual average values of carrying capacity were: Algarrobal, 1.2; Zampal, 1.7;

Usillar, 3.5; Jarillal, 5.8 and Dunes, 4.3 ha UG⁻¹. The composition of the diet varied during the seasons, the predominance of the shrubs species were observed, the perennial grass appeared in low frequency in all the seasons. The Algarrobal and the Zampal are the units of greater forage importance, where forage receptivity are higher and with more stable production throughout the year, respect to the others units of pastures analyzed.

Key words: units of pastures, forage vegetation, microhistological analysis

INTRODUCCIÓN

El NE de Lavalle forma parte de una extensa llanura, denominada Travesía de Guanacache (Mendoza, Argentina), allí se ubica una zona de secano de aproximadamente 10 000 km², donde la principal actividad productiva es la ganadería caprina extensiva. Dicha zona presenta un clima hiperárido, con precipitaciones que fluctúan entre 50 y 200 mm año⁻¹, distribuidas principalmente en primavera-verano, y se registran temperaturas de hasta 40-44 °C en verano y hasta -14 °C en el período invernal (Galmarini y Martínez Carretero, 1995). La región pertenece a la provincia fitogeográfica del Monte y está conformada por dos tipos de vegetación, la estepa arbustiva, condicionada por el clima árido y el bosque, que depende de la disponibilidad hídrica subterránea. Dentro de estos tipos de vegetación se diferencian una serie de unidades de pastos con importancia para la ganadería (Passera *et al.*, 2004). Entre los factores más importantes que influyen sobre la producción forrajera se pueden mencionar la cantidad y distribución de las precipitaciones, la época del año, la composición florística de las unidades y el manejo del pastoreo. Respecto de este punto, el manejo de las ganaderías tiene una influencia muy importante en la sustentabilidad del ecosistema, ya que puede producir modificaciones en la estructura de la comunidad vegetal, en la composición florística y en la abundancia relativa de las especies. Además, cuando existe sobrepastoreo, esto podría causar un desequilibrio entre la capacidad sustentadora y la carga ganadera, contribuyendo a los procesos de desertificación (Cesca, 2003).

Las referencias respecto de la composición botánica cuantitativa de la ingesta a campo en caprinos son escasas, en la zona de estudio la información que se dispone fue obtenida a partir de la observación visual de los hábitos alimentarios del ganado (Paez, com. personal). Trabajos sobre composición de dieta, en caprinos o en bovinos, la estiman a través del análisis microhistológico de heces (Miñón *et al.*, 1991; Guevara *et al.*, 1994; Catán *et al.*, 1999.)

Los objetivos del trabajo fueron estimar la capacidad sustentadora de las diferentes unidades de pasto y determinar la composición botánica de la ingesta de los caprinos en diferentes épocas del año, bajo el supuesto que ambos parámetros estarán relacionados con la oferta forrajera.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la zona de influencia del “puesto” (establecimiento ganadero) “La Majada” (aproximadamente 4000 ha) que está ubicado a 32°19'39,7"LS y 67°54'37" LW. La principal actividad es la cría de ganado caprino criollo, donde el único producto obtenido para la comercialización es el cabrito lechal. El sistema de producción es extensivo, con pastoreo continuo. Los suelos son en general arenosos, existiendo áreas donde el material de arrastre lleva a un incremento de texturas finas. La zona dispone de agua freática de buena calidad, proveniente de un acuífero ubicado a ocho metros de profundidad.

En las unidades de pastos determinadas en la misma área, según el trabajo de Passera *et al.* (2004), se establecieron al azar ocho transectos, en cada uno de ellos se evaluaron 100 puntos cada 50 cm, determinándose cobertura vegetal aérea total y de especies forrajeras, mediante el Método de Point Quadrat modificado por Daget y Poissonet (1971) y adaptado para la zona del Monte por Passera *et al.* (1983). La capacidad sustentadora, expresada en hectáreas por Unidades Ganaderas Caprinas (ha UGC⁻¹) (Allegretti *et al.*, 1997), se calculó con este mismo método. Los datos de cobertura vegetal total, cobertura de especies forrajeras y capacidad sustentadora fueron sujetos a análisis de la varianza (ANOVA), para la separación de medias se utilizó el test de Tukey. Las mediciones de la vegetación nativa se realizaron en otoño-invierno y primavera-verano, durante dos años consecutivos (2003-4).

Para la determinación de la composición botánica de la ingesta de los caprinos, se recolectaron heces frescas de 10 individuos en los corrales (durante el día el ganado pastoreaba libremente en el campo). Los muestreos se efectuaron durante, primavera-verano de 2002-2003, otoño-invierno de 2003, primavera-verano de 2003-2004, otoño-invierno 2004 y primavera 2004. Las muestras fueron secadas en estufa a 90°C, durante 72 hs, confeccionándose posteriormente con ellas preparados para un análisis microhistológico de heces (Hansson, 1970; Guevara *et al.*, 1994). Se observaron al microscopio óptico 50 campos, con un aumento de 400x, los vegetales presentes fueron identificados a partir de sus tejidos epidérmicos. Las frecuencias relativas de las plantas ingeridas fueron calculadas como: número de campos donde apareció el tejido epidérmico de la especie dividido número de campos totales multiplicado por cien. Se obtuvieron los valores medios para cada estación del año analizada, y las frecuencias estacionales de los ítems consumidos se compararon por medio del test de Chi cuadrado (X^2). Para la identificación de los tejidos epidérmicos foliares, se utilizó la colección microhistológica perteneciente al IADIZA y bibliografía de referencia (Monge, 1989, 1995; Martín *et al.*, 1990) La referencia se completó recolectando en el sitio de estudio hojas, tallos, flores y frutos de las especies faltantes en dicha colección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Passera *et al.* (2004) determinaron las unidades de mayor importancia forrajera: Algarrobal de *Prosopis flexuosa*; Matorral con *Atriplex lampa* Gill. *ex* Moq. (Zampal); Matorral con *Tricomaria usillo* Gill. *ex* Hook. *ex* Arnott (Usillar); Matorral degradado con *Larrea divaricata* Cav. (Jarillal) y Medanal.

Los valores medios de cobertura total, cobertura de forrajeras y capacidad sustentadora para todo el período de estudio y las diferentes unidades de pastos se presentan

en la Tabla 1. Cuando se analizan los valores de cobertura, total y de forrajeras, se observa que la principal diferencia entre los mismos se establece según las distintas unidades de pasto y no entre estaciones del año. La principal diferencia entre estaciones estaría dada por la aparición de herbáceas anuales, asociada a la distribución de las precipitaciones, que durante el estudio ocurrieron principalmente desde mediados del verano hasta otoño, presentándose primaveras e inicios de verano muy secos, 85 y 32,8 mm respectivamente, según registros pluviométricos tomados en el sitio. Los valores de capacidad sustentadora son estadísticamente diferentes entre épocas del año y unidades de vegetación (Tabla 1). Si bien la presencia de forrajeras es similar en las diferentes épocas, el método de evaluación permite estimar la mayor contribución forrajera de las especies, asociada a las lluvias. El valor medio anual de receptividad ganadera, para toda el área evaluada en conjunto, fue de 4 ha UGC⁻¹, valor similar al obtenido por Cesca (2003) de 4,8 ha UGC⁻¹, y superior al estimado por Guevara *et al.* (1995) para el extremo norte del departamento de Lavalle de 10,3 ha UGC⁻¹.

El Algarrobal y Zampal presentan, para las dos épocas consideradas, los mayores valores de capacidad sustentadora (Tabla 1), debido a la composición florística (Allegretti *et al.*, 2004) y al mayor valor nutritivo las especies forrajeras que componen dichas unidades (datos no mostrados). Esto hace que la oferta de forraje sea más estable a lo largo del año, a pesar que la capacidad sustentadora es variable según la estación. De la comparación de estos valores entre unidades forrajeras surge que, el Algarrobal junto al Zampal, presentan una capacidad sustentadora más elevada: 2,05 y 0,87 ha UGC⁻¹, en otoño-invierno y primavera-verano respectivamente. Mientras que para Usillar +Jarillal+Medanal: 8,89 y 2,12 ha UGC⁻¹ en otoño-invierno y primavera-verano respectivamente.

Durante los años estudiados, en las heces de los caprinos se registraron un total de 22 ítems alimentarios (17 identificados y cinco sin identificar). La composición de la dieta varió durante las estaciones estudiadas ($X^2 = 131,48$ p < 0,0001; g.l. = 40), sin embargo, los resultados marcan una predominancia durante todos los períodos de los arbustos: *Tricomaria usillo* y *Capparis atamisquea* Miers *ex* Hook. *et* Arn. (atamisque) y de árboles: *Prosopis* spp. y *Geoffroea decordicans* (Gill. *ex* Hook. *et* Arn.) Burk. (chañar) (Figura 1). Las ingestas otoño-invernales estuvieron compuestas principalmente por especies arbustivas (usillo, atamisque y zampa) seguidas por *Prosopis* spp. como especie arbórea, aunque la proporción de las especies consumidas difirió durante los dos años de estudio ($X^2 = 20,13$; p = 0,03; g.l. = 10) (Figura 1). Los arbustos también fueron los ítems mayoritarios en las ingestas de primavera-verano, destacándose en este período un incremento de la proporción de gramíneas (especies de los géneros *Pappophorum* y *Aristida*, principalmente), con excepción del primer año de estudio ($X^2 = 66,06$, p < 0,0001; g.l. = 10) (Figura 1). Esta situación podría deberse a la presencia de las gramíneas en el ecosistema, ya que la mayoría de estas especies se encuentran como macollos en el período seco (otoño-invierno) y luego rebrotan durante la estación húmeda, dependiendo del momento y cantidad de lluvias caídas. Esta podría ser la causa de la menor participación de estas especies en la dieta de primavera-verano 2002-2003, ya que las precipitaciones de ese año fueron menores a la media anual y de ocurrencia más tardía, como ya se señaló. Por otro lado, la composición de la ingesta en primavera- verano de 2003-2004 y otoño-invierno 2004 mostraron diferencias estadísticas significativas ($X^2 = 31,23$; p = 0,0005; g.l. = 10), donde para el primer período considerado aumenta la proporción de gramíneas y disminuye *Prosopis* spp.: 20,90% y 8,5% en primavera- verano; 0,40% y 26,7% en otoño- invierno,

respectivamente (Figura 1). Resultados similares se obtuvieron en trabajos llevados a cabo en el Chaco árido y semiárido (Catán *et al.*, 1999; Miñón *et al.*, 1991), donde las especies herbáceas, en especial las gramíneas, aparecen en la dieta en mayor proporción durante la estación húmeda cuando éstas son más abundante en el ambiente, mientras que las especies leñosas son de aparición más frecuentes en las estaciones secas. Observaciones visuales realizadas durante seguimientos de las cabras en el campo permitieron establecer que, especies como algarrobo y usillo aportan material forrajero casi todo el año, durante su época de rebrote en verano-otoño, en planta como hojas, flores y/o frutos y durante los períodos secos y fríos como material vegetal caído al pie de la planta, de donde es aprovechado directamente por las cabras. Mediante el análisis microhistológico no se detectaron en heces restos de frutos de algarrobo y/o chañar, elementos forrajeros que según el trabajo de Paez *et al.* (2004) están presentes en la dieta en verano y otoño.

Tabla 1: Valores medios de los años 2003 y 2004 de cobertura total (CT) y forrajera (CF) en % y capacidad sustentadora (CS), en ha UGC⁻¹, para las diferentes unidades de pasto, según época del año.

UNIDADES DE PASTOS	OTOÑO-INVIERNO			PRIMAVERA-VERANO		
	CT	CF	CS	CT	CF	CS
ALGARROBAL	53,5 a	53,5 a	1,61 aA	60 a	60 a	0,75 aB
ZAMPAL	58 a	58 a	2,49 aA	51,5 b	48,5 b	0,97 aB
USILLAR	47,5 b	47,5 b	10 bC	47,5 b	47,5b	1,51 bA
JARILLAL	49,5 b	37 c	11,6 bC	40,5 b	26,5 c	2,24 bA
MÉDANAL	46 b	37 c	5,1 cD	42 b	28,5 c	2,6 bA

Diferentes letras en cada columna (minúsculas) y fila (mayúsculas) representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre medias

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. Figura 1. Composición porcentual de las diferentes especies vegetales en la ingesta de cabras criollas en el desierto de Lavalle.

CONCLUSIONES

Las unidades más importantes desde el punto de vista forrajero son el Algarrobal y el Zampal, que son las que poseen mayores valores de capacidad sustentadora. En ambas unidades existe una correlación directa entre la abundancia de especies forrajeras importantes, como algarrobo; zampa; atamisque, chañar y *Bulnesia retama* (Gill. *ex* Hook.) Griseb. y los valores de capacidad sustentadora en las distintas estaciones del año. El

Usillar, Jarillal y Medanal constituyen los ambientes más degradados y de menor aporte desde el punto de vista forrajero, y es donde se presenta la especie no forrajera más importante, la jarilla. En la zona en estudio los arbustos fueron los ítems más consumidos durante todas las estaciones analizadas, mientras que en los meses de primavera-verano las gramíneas cobraron importancia y en otoño-invierno fueron las especies arbóreas las siguientes en orden de importancia en la ingesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEGRETTI, L.; PASSERA, C.; ROBLES, A., 1997. Short- and long-term effects of shrub management on vegetation in the Monte, Argentina. *Journal of Arid Environments*, **35**: 685-693.

ALLEGRETTI, L.; PASSERA, C.; J. PAEZ., 2004. Caracterización forrajera de distintas unidades de vegetación en un ecosistema árido de Lavalle, Mendoza. Actas de la II Reunión Binacional de Ecología, Mendoza, Argentina.

CATÁN, A.; DEGANO, C.; RENOLFI, C.; LARCHER, R.; MARIARENA, R., 1999. Composición botánica y amplitud de la dieta de caprinos que pastorean en un bosque del Chaco semiárido. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, **16**,451-460.

CESCA, E. M., 2003. *Efecto de Prosopis flexuosa sobre las especies palatables y su importancia para el manejo pastoril en el Área de Desarrollo Municipal del Departamento de Lavalle*. Tesina de grado, Universidad de Congreso, Mendoza, Argentina.

DAGET, PH.; POISSONET, J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Ann. Agron.*, **22(1)**, 5-41.

GALMARINI, I.; MARTÍNEZ CARRETERO, E., 1995. *Guías botánicas para la Provincia de Mendoza. II. Reserva Natural Telteca*. Boletín de Extensión Científica, 59 pp. Ed. IADIZA, Mendoza (Argentina).

GUEVARA, J.C.; STASI, C.; ESTÉVEZ, O.; MONGE A. S., 1994. Steer diet composition under three perennial grass use intensities on rangeland in Mendoza, Argentina. *Journal of Arid Environments*, **28**, 351-359.

GUEVARA, J.C.; ESTEVEZ, O.; TORRES, E., 1995. Receptividad de las pasturas de la llanura de Mendoza. *Multequina*, **4**: 29-35.

HANSSON, L., 1970. Methods of morphological diet micro-analysis in rodents. *Oikos*, **21 (2)**, 255-266.

MARTÍN, G.; LAGOMARSINO, E.; NICOSIA, M., 1990. Estructura epidérmica foliar de hierbas y árboles nativos del monte semiárido subtropical de Tucumán. *Revista Argentina de Producción Animal*, **10 (6)**, 429-442.

MIÑÓN, D.; FUMAGALLI, A; AUSLENDER, A., 1991. Hábitos alimentarios de vacunos y caprinos en un bosque de la región chaqueña semiárida. *Revista argentina de producción animal*, **11(3)**, 275-283.

MONGE, A. S., 1989. Descripción de las características epidérmicas de gramíneas del centro- este de Mendoza (Ñacuñán, Santa Rosa). *Revista argentina de producción animal*, **9(1)**, 57-68.

MONGE, A. S., 1995. Características epidérmicas de dicotiledóneas encontradas en las dietas de herbívoros de la Reserva de la Biosfera de Ñacuñán (Santa Rosa, Mendoza). *Multequina*, **4**, 47-57.

PAEZ, S.; D'ALESSANDRO, S.; CANDELA, L., 2004. Actas de la II Reunión Binacional de Ecología, Mendoza, Argentina.

PASSERA, C.; DALMASSO, A.; BORSETTO, O., 1983. Método de Point Quadrat Modificado. En: *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas*, 71-79 y 135-153. Ed. FAO/IADIZA. Mendoza (Argentina).

PASSERA, C. B.; ALLEGRETTI, L. I.; PAEZ, J. A.; IBÁÑEZ, G.; ROBLES, A. B., 2004. Unidades de pastos en un sistema de producción caprina en el desierto de Mendoza, Argentina. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*, 745-750. Eds. García, B.; García, A., Vazquez de Aldana, B. R. y Zabalgozcoa, I. SEEP. Salamanca, (España).

VALORACIÓN NUTRITIVA DE FORRAJES ADAPTADOS A ZONAS ÁRIDAS Y SU UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO CAPRINO

S. ÁLVAREZ, P. MÉNDEZ, C. DÍAZ Y M. FRESNO.

Unidad de Producción Animal, Pastos y Forrajes. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Apto 60. 38200 La Laguna, S/C de Tenerife. salvarez@icia.es

RESUMEN

En este estudio se presentan los resultados del valor nutritivo, en ganado caprino, de dos forrajes de zonas áridas y semiáridas (vinagrera, atriplex) y de la cebada para su inclusión en dietas de rumiantes en el Archipiélago Canario. La vinagrera, que presentó un bajo contenido en materia seca (23%) y un contenido destacado de proteína bruta (12,8 %), aporta, por kg de MS, 77 gramos de PDIN y 74 de PDIE con un valor energético de 0,75 UFL. El *Atriplex halimus* se caracteriza por su elevado contenido en FAD (50,3 %) y sodio (18.053 ppm), con un consumo (17 g/kg P^{0.75}) y una digestibilidad de la materia seca (37,7 %) bastante reducidos. Aporta, por Kg de MS, 0,63 UFL y 46 g de PDIN. Por su parte la cebada henificada presentó un alto contenido en materia seca (86%) y FAD (54 %). Sus valores de energía bruta, digestible y metabolizable son aceptables para henos de cereal reflejando un valor nutritivo de 0,78 UFL, 77 g de PDIN y 82 g de PDIE.

Palabras clave: zonas áridas, forraje, valor nutritivo, cabra, dieta

NUTRITIVE VALUE OF ARID LAND FORAGES AND UTILIZATION FOR GOAT FEEDING

SUMMARY

The present study was carried out to determine the nutritive value of three forages adapted to arid and semi-arid conditions (Vinagrera, atriplex and barley) for their inclusion on equilibrated diets for Canarian goats. Vinagrera presented a low DM (23%) and a high CP content (12.8%) with 77 g of PDIN and 74 of PDIE. The *Atriplex halimus* had a high CF and sodium content with a low DMD (37.7%) and energy value (0.63 UFL). Barley hay presented 86% DM and 54% NDF. Its nutritive value is defined by 0.78 UFL, 77 g of PDIN and 82 g of PDIE.

Key words: arid land, forage, nutritive value, goat, diet

INTRODUCCIÓN

La valoración nutritiva de determinados forrajes que se adapten a las condiciones bioclimáticas y edáficas específicas del Archipiélago Canario puede permitir la formulación de raciones equilibradas, con una adecuada relación forraje/concentrado y paliar de esta manera determinados problemas derivados de la escasez de fibra en las dietas del ganado caprino: trastornos sanitarios en los animales, reducción de la vida media de las hembras y disminución del porcentaje graso de la leche.

Gran parte de las explotaciones caprinas canarias se sitúan en el piso de vegetación denominado Infracanario, que se caracteriza por precipitaciones escasas y suelos poco evolucionados o de escasa calidad. Estas zonas áridas y semiáridas del archipiélago, si bien se concentran mayoritariamente en las islas orientales de Fuerteventura y Lanzarote están también ampliamente representadas en las zonas basales y vertientes meridionales de Tenerife, Gran Canaria, La Palma, La Gomera y El Hierro. Para la elaboración de dietas adaptadas a estas condiciones, se eligieron los siguientes forrajes: la vinagrera (*Rumex lunaria*), una especie del género atriplex (*Atriplex halimus*) y la cebada (*Hordeum vulgare*). El motivo de elección de estas variedades tiene como denominador común su resistencia a condiciones de escasez de agua y su adaptación a suelos salino-sódicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento 1: Composición química y valor nutritivo

En este experimento se evaluó la composición química, ingestión y digestibilidad *in vivo* de *Rumex lunaria* (vinagrera), *Atriplex halimus* y *Hordeum vulgare* (cebada) en cabras canarias de la raza Majorera. Los parámetros químicos analizados, usando los métodos oficiales de análisis (A.O.A.C., 1990; Goering y Van Soest, 1970) fueron los siguientes: materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y lignina ácido detergente (LAD). Así mismo, se determinaron los siguientes elementos minerales: Ca, P, Mg, Fe, Zn y Mn por espectrofotometría de absorción atómica y K y Na por fotometría de llama. El contenido energético de los forrajes se determinó aplicando la formulación propuesta por el INRA (INRA, 1981 y 1990) y adaptada a forrajes de zonas cálidas por Cáceres y Álvarez (com. pers., 2000).

Experimento 2: Ingestión y digestibilidad in vivo

Se utilizó el método descrito por Silva *et al.* (1987) para determinar la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DMS), materia orgánica (DMO), proteína bruta (DPB) y digestibilidad de la fibra bruta (DFB) en cada uno de los tres forrajes en estudio. Se realizaron ensayos con seis machos castrados de raza majorera de 58±3 kg de peso alojados en jaulas de metabolismo durante un periodo de 24 días distribuidos de la siguiente manera: 4 días de cambio gradual desde ración tipo hasta forraje único a determinar, 10 días de adaptación a cada uno de los forrajes experimentales y a las propias jaulas metabólicas, 10 días para la recolección de datos (72 días de experimento para el conjunto de los tres forrajes).

El forraje era ofrecido una vez al día, por la mañana. Los animales disponían de acceso libre a bloques minerales y agua. En los últimos diez días de recolección de

muestras, se pesaba la cantidad de forraje ofrecido, rechazado y heces producidas. Las muestras de forraje ofrecido se analizaban como en el experimento 1, mientras que el rechazado y las heces se analizaban para determinar MS, MO, PB, FC y contenidos minerales (Hess y Fernández-Rivera, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la composición química de *Rumex lunaria*, *Atriplex halimus* y *Hordeum vulgare*. Destaca el contenido de materia orgánica relativamente bajo de la vinagrera, ya que el porcentaje sobre materia seca apenas si alcanzó el 70% (69,3%). Por su parte el atriplex y el heno de cebada presentaron un porcentaje de materia orgánica notablemente más elevado (81,6% y 83,5%) con un escaso contenido de humedad (43,4% y 14%). La vinagrera muestra unos valores relativamente altos de proteína bruta, aunque en investigaciones anteriores ya fueron obtenidos valores superiores (Fernández y Méndez, 1989; Rodríguez *et al.*, 1995; Rodríguez, 1997). El contenido de proteína bruta del atriplex (7,56 %) es considerablemente inferior a los indicados por Sancha *et al.* (1994) que señalan un valor de 14,1 % y los reflejados por Gómez *et al.* (1992) para muestras de otoño (12,75 %) y de verano (12,45%). Por su parte los resultados de proteína bruta de la cebada se encuentran dentro del rango señalado por Salcedo (1998) para cebada cervecera utilizada como forraje en cinco fases vegetativas de su crecimiento: inicio del espigado, espigado, grano lechoso, grano pastoso y grano vítreo, siendo ostensiblemente superiores a los referidos por Hadjipanayiotou y Economides (1983). La cebada es el forraje que aporta mayor cantidad de proteínas digeribles en el intestino (PDIN y PDIE), siendo el atriplex el que menor contenido proteínico presenta.

Tabla 1. Composición química (%MS) de los forrajes en estudio (Vinagrera, atriplex, cebada).

	MS (g/kg de producto)	Ceniza	MO	PB	FND	FAD	LAD
Vinagrera	230	8,2	69,3	12,8	24,8	39,8	12,6
Atriplex	566	14,4	81,6	7,6	28,6	50,3	13,7
Cebada	860	11,0	83,5	12,8	26,8	54,0	11,5

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PB: Proteína bruta; FND: Fibra neutro detergente; FAD: Fibra ácido detergente; LAD: Lignina ácido detergente

Los contenidos medios de FAD de la vinagrera coinciden con los determinados para las fracciones fibrosas en otras investigaciones previas (Fernández y Méndez, 1989; Rodríguez *et al.*, 1995) mientras que los resultados para la LAD y especialmente para la FND califican este arbusto forrajero canario como de lignificación media, debido sobre todo a su alto contenido acuoso. Los datos obtenidos para la FND (50,3 %) son más elevados que la media encontrada por Muñoz *et al.* (1994) para muestras recogidas a lo largo de todo el año provenientes de diferentes zonas de Aragón y Túnez, aunque presentan valores similares si la época de recolección corresponde con el de este trabajo (periodo otoñal, 51 %). Por su parte el porcentaje de paredes celulares o FND alcanzó valores considerablemente elevados (54 %), con contenidos en LAD más moderados.

La Tabla 2 muestra el contenido en minerales de los forrajes estudiados (% y mg/kg MS). El potasio resultó ser el mineral más abundante en todas las muestras con valores de 12,1% en la vinagrera hasta 1,4% en el heno de cebada. El sodio se encontró en grandes cantidades en el *Atriplex halimus* (18.053 mg/kg). Estos valores aún siendo relativamente elevados son inferiores a los encontrados por Muñoz *et al.* (1994) y Sotomayor *et al.* (1994) aunque similares a los registrados por Otal *et al.* (1993). Tanto el sodio como el cloro tienen un importante papel osmoregulador, permitiendo, con su elevada concentración, una actividad fisiológica importante cuando se registra una deficiencia hídrica (Osmond *et al.*, 1980).

Tabla 2. Contenido en minerales de los forrajes en estudio (Vinagrera, atriplex, cebada).

	Ca (g/kg)	P (g/kg)	Mg (g/kg)	K (g/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Na (mg/kg)
Vinagrera	9,9	2,6	4,3	12,1	105,9	39,	181	2616
Atriplex	1,1	0,35	1,3	1,8	153	54	114	18053
Cebada	0,6	0,45	0,2	1,4	129	24	32	4957

En la Tabla 3 se presentan las cantidades ingeridas y rehusadas así como los coeficientes de digestibilidad de los tres forrajes estudiados. El consumo medio diario de vinagrera se estableció en 33 gramos/kg P^{0,75} con una digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica notable (62%), bastante superior a la digestibilidad *in vitro* obtenida en otros trabajos (44% y 56%), en los que, sin embargo, el contenido en fibra de los alimentos estudiados fue similar (Rodríguez *et al.*, 1995; Rodríguez, 1997). El atriplex presentó el menor consumo (338 g/animal y día, equivalentes a 17 g/kg P^{0,75}). El coeficiente de digestibilidad *in vivo* de la materia seca del atriplex fue del 37.7 % y el de la proteína bruta del 34.31 %. La fracción más digestible de este arbusto forrajero resultó ser la integrada por la materia orgánica, con un coeficiente de 54,26 %. El CDMO (54.26%) es superior al indicado por Alegre *et al.* (1993) y Sancha *et al.* (1994) que determinaron unas digestibilidades en ovino manchego del 44,7 % y 48,69 %, respectivamente y al referido por Silva *et al.* (1987) para *A. nummularia* en caprino de raza granadina (50.4%). En cuanto al CDMS (37,7 %) es considerablemente inferior al registrado por Sancha *et al.* (1994) y Alegre *et al.* (1993) para *A. halimus* en ganado ovino. Esto puede estar relacionado con la excesiva proporción de tallos gruesos existentes en el alimento ofrecido a los animales del experimento, lo que seguramente subestima el valor nutritivo del *A. halimus*. Por su parte el consumo medio de heno de cebada se situó en torno a los 475 gramos/animal y día, que equivalen a 26,36 g/kg P^{0,75} con un grado de utilización cercano al 70%. La digestibilidad de la materia orgánica en cereales forrajeros, tal y como describe Salcedo (1998) disminuye significativamente según avanza el estado de madurez. Los resultados de materia orgánica digestible *in vivo* en este caso, son semejantes a los reflejados por este mismo autor para la etapa de inicio del espigado. Este valor se sitúa como intermedio al compararlo con los de otros cereales forrajeros de invierno (Delgado, 2000).

Tabla 3. Consumo y digestibilidad *in vivo* de los forrajes en estudio (Vinagrera, atriplex, cebada).

INGESTION	Vinagrera	Atriplex	Cebada
CMS (gMS/animal y día)	692	338	476
CMS (gMS/Kg PV)	12	6	10
CMS (gMS/ kg P ^{0.75})	33	17	26
RESIDUO (%)	35	39	30,9
UTILIZACION (%)	65	61	69,1
DIGESTIBILIDAD IN VIVO (%)			
DMS	60	37,7	52,78
IMS	40	62,3	47,22
DMO	62	54,26	63,93
DPB	71	34,31	63,31
PBD (g/kg MS)	91	25,93	81,16

CMS: Consumo materia seca; DMS: Digestibilidad materia seca; IMS: Fracción indigestible de la materia seca; DMO: Digestibilidad materia orgánica; DPB: Digestibilidad proteína bruta; PBD: Proteína bruta digestible

En la Tabla 4 se presenta el valor nutritivo de los forrajes estudiados. Los valores de energía digestible, ED, (8,8 MJ Kg/MS) y metabolizable, EM, (7,8 MJ Kg/MS) en atriplex, aún siendo moderadamente bajos, son ligeramente superiores a los ofrecidos por Silva *et al.* (1985) en *A. nummularia* para caprino de raza granadina. Los valores de energía para vinagrera se estimaron en 13,9 MJ Kg/MS de EB, 8,7 MJ Kg/MS de ED y 7,7 MJ Kg/MS de EM. El valor de EM es superior al referido en anteriores determinaciones por métodos *in vitro* (Méndez y Fernández, 1992; Rodríguez *et al.*, 1995), lo que confirma la subestimación de los métodos *in vitro* frente a los *in vivo* en la determinación del valor nutritivo de los forrajes para rumiantes. Los resultados referidos a energía bruta, digestible y metabolizable en la cebada forrajera son aceptables para este tipo de henos y similares a los registrados en la base de alimentos del INRA (1990) para el primer periodo de espigado en cebada henificada.

Tabla 4. Valor nutritivo de los forrajes en estudio (Vinagrera, atriplex, cebada).

ENERGIA (MJ/kg MS)	Vinagrera	Atriplex	Cebada
EB	13,9	16,0	16,8
ED	8,7	8,8	10,9
EM	7,7	7,8	9,3
ENL	5,3	4,4	5,5
ENC	5,1	4,0	5,3
UNIDADES FORRAJERAS (por kg MS)			
UFL	0,75	0,63	0,78
UFC	0,67	0,53	0,71
PROTEINAS DIGESTIBLES (g/kg MS)			
PDIN	77	46	77
PDIE	74	56	82

EB: Energía bruta; ED: Energía digestible; EM: Energía metabolizable; ENL: Energía neta leche; ENC: Energía neta carne; UFL: Unidades forrajeras leche; UFC: Unidades forrajeras carne; PDIN: Proteína digestible intestino cuando alimento en ración deficitaria en nitrógeno; PDIE: Proteína digestible intestino cuando alimento en ración deficitaria en energía.

La valoración nutritiva de los forrajes utilizados (vinagrera, atriplex y cebada) permitirá formular dietas adaptadas a las necesidades de las explotaciones caprinas canarias, la mayoría de las cuales están ubicadas en zonas áridas o semiáridas. Su utilización en la dieta de los animales repercutirá favorablemente en la salud de los mismos y en la calidad de la leche y el queso. Además su inclusión en un programa de desarrollo forrajero regional tendrá un efecto medioambiental notable.

AGRADECIMIENTOS

Este experimento se ha desarrollado dentro del proyecto INIA RTA 01-092.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEGRE, J.; AGUDO, M.A.; SANCHA, J.L. 1993. *Pastoreo de Atriplex Halimus con ganado ovino*. Actas de la XXXIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP). Ciudad Real (España).

A.O.A.C. 1990. *Official methods of analysis*. Association of official analytical chemists (15th edition). Arlington (USA).

DELGADO, I. 2000. *Base forrajera para el establecimiento de ganaderías de ovino en el secano cerealista*. Institución "Fernando El Católico". Excma. Diputación de Zaragoza, 72 pp. Zaragoza (España).

FERNÁNDEZ, M.; MÉNDEZ, P. 1989. La Vinagrera (*Rumex lunaria* L.), forraje para zonas cálidas áridas y semiáridas. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales*, **4** (1), 87-96.

FRANCLLET, A.; LE HOUEROU, H.N. 1971. *Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord*. FO: SF/TUN 11. Rapport technique 7. 247 pp.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P. 1970. Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications) *Agricultural Handbook*, **379**, 1-12.

GÓMEZ, V.; PÉREZ, J.I.; TORRES, C. 1991. *Valoración del arbusto forrajero Atriplex halimus pastado con ganado ovino*. Actas de la XVI Jornadas de la SEOC, Pamplona (España).

HADJIPANAYIOTU, M.; ECONOMIDES, S. 1983. The feeding value of barley hays made from three varieties cut at different growth stages. *Nicosia Agricultural Research Institute. Technical Bull.*, **47**, 1-7.

HESS, D.E.; FERNÁNDEZ-RIVERA, S. 2000. A note on the chemical composition, intake and digestion of *Striga hermonthica* herbage by sheep. *Weed Research*, **40**, 351-328

INRA., 1981. *Alimentación de los rumiantes*. Mundi-Prensa, Madrid (España).

INRA., 1990. *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Mundi-Prensa, Madrid (España).

MÉNDEZ, P.; FERNÁNDEZ, M. 1992. *Evaluación agronómica de forrajeras endémicas de canarias*. Actas de la XXXII Reunión Científica de la SEEP, Pamplona (España).

MUÑOZ, F.; PARDO, J.; ANDUEZA, J.D. 1994. *Composición química y valor nutritivo de *Atriplex halimus* autóctono en Aragón*. Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP, Santander (España).

OTAL, J.; BARBA, R.M.; PÉREZ, J.I.; GÓMEZ, V. 1993. *Valoración nutritiva de *Atriplex halimus* mediante su aprovechamiento con ovejas de raza manchega*. Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP, Ciudad Real (España).

RODRÍGUEZ, M. 1997. *Valor Nutritivo de Arbustos Forrajeros Canarios*. Tesis Doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 105 pp. Gran Canaria (España)

RODRÍGUEZ, M.; PIELTAIN, M.C.; MÉNDEZ, P.; FLORES, M.P.; CASTAÑÓN, J.I. 1995. *Aproximación al valor nutritivo de arbustos forrajeros canarios: Vinagrera (*Rumex lunaria* L.) y Tедера común (*Bituminaria bituminosa* ssp *Bituminaria*)*. XXXV Reunión Científica de la SEEP. Puerto de la Cruz (España).

SALCEDO, G. 1998. *Composición química y degradabilidad ruminal de la cebada cervecera utilizada como forraje*. Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la SEEP, Soria (España).

SANCHA, .L.; ALEGRE, J.; GUERRERO, A.; YÉBENES, L.1994. *Caracterización nutritiva de arbustos forrajeros: II. Digestibilidad e ingestión*. Actas de la XVIII Jornadas de la SEOC, Albacete (España).

SILVA, J.; MOLINA, E.; FONOLLÁ, J.; BOZA, J., 1987. Digestibility of *Atriplex nummularia* and *Acacia salicina* in goats. *Ann. Zootech.*, **36** (3), 331-332.

SOTOMAYOR, J.A.; MILOUD, A. 1994. Consumo de *Atriplex Halimus* por ovejas segureñas: efecto de la suplementación con paja sobre la composición de la dieta. Actas de las XXXIII Jornadas de la SEOC. Albacete (España).

VALDERRÁBANO, J.; MUÑOZ, F.; DELGADO, I. 1993. Comportamiento en pastoreo de ovejas y cabras frente al *Atriplex halimus*. *ITEA*, **12** (1), 72-74.

WILSON, J.M. 1977. The digestibility and voluntary intake of the leaves of trees and shrubs by sheep and goat. *Aust. J. Agric. Res.*, **28**, 501-508.

EMPLEO DE LA CEBADA VERDE COMO DIETA DE INVIERNO PARA EL GANADO OVINO EN PASTOREO

G. OLMOS, A. KELI, A. DE VEGA Y J. A. GUADA.

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet 177. 50013 Zaragoza (España)

RESUMEN

El valor nutritivo de la cebada de secano pastada verde por el ganado ovino fue determinado con 120 ovejas distribuidas en un diseño factorial 3x2x2, con tres cargas ganaderas (15, 30 y 45 ovejas/ha), dos periodos de aprovechamiento (14 y 28 días) y dos réplicas en el espacio. Semanalmente se registró el peso de las ovejas, la composición química de la biomasa y la altura de las plantas. Al final de cada periodo de pastoreo se realizó un balance de digestibilidad con 12 ovejas alimentadas con el cereal cosechado diariamente. Las hojas de la cebada presentaron un mayor contenido en proteína bruta que los tallos en ambos periodos, mientras que los contenidos en componentes de la pared celular fueron superiores para las hojas del primer balance y para los tallos del segundo. El segundo periodo se caracterizó por una menor concentración de proteína y una mayor de componentes de la pared celular que el primero, lo que se vio reflejado en menores coeficientes de digestibilidad. Las cargas ganaderas óptimas y las ganancias de peso individuales fueron mayores para los periodos de aprovechamiento de 14 días, permitiéndose con esta pauta un mayor tiempo de recuperación del cultivo antes de la cosecha.

Palabras clave: cereales, valor nutritivo, ovejas

BARLEY AS A GREEN CROP-WINTER DIET FOR GRAZING SHEEP

SUMMARY

Nutritive value of green-crop barley as winter diet for grazing sheep was assessed with 120 Rasa Aragonesa ewes assigned to a 3x2x2 factorial design with three stocking rates (15, 30 and 45 sheep/ha), two grazing periods (14 and 28 days) and two replicates. Live weight, chemical composition of available biomass and plant height were recorded weekly. At the end of each grazing period a digestibility trial was performed with 12 ewes fed green barley harvested daily. Crude protein concentration was higher in leaves than in stems for both periods, whereas cell wall components were more abundant in leaves from Balance 1 but in stems from Balance 2. Barley used in this latter showed lower protein but higher cell wall concentration than that used in the former, which was reflected in lower digestibility coefficients. Optimal stocking rate and live weight gain were higher for the 14-d grazing period, and in addition this pattern allowed a longer recovery period of the crop before harvest.

Key words: cereals, nutritive value, sheep

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cereales de invierno es una de las actividades agrícolas más importantes en los países del área mediterránea, siendo la cebada al que más superficie se destina en España (2 992 088 ha en 2001; INE, 2004), con aproximadamente un 93 % del total cultivado en condiciones de secano. La producción de grano en estas condiciones es muy variable, dependiendo fundamentalmente del régimen de lluvias, y en los últimos años ha oscilado entre los 1300 y los 3248 kg/ha, registrados en 1992 y 2000, respectivamente (INE, 2004), en el conjunto del territorio nacional. Los costes de producción de este tipo de actividad son altos, lo que en muchos casos se traduce en márgenes netos por hectárea negativos (Fantova *et al.*, 2004). Considerando lo anterior, y el hecho de que cada vez haya un mayor interés en reducir el uso de concentrados para alimentar al ganado ovino en las épocas críticas como el invierno, en años recientes se ha estudiado la factibilidad del uso de los cereales de invierno con un doble propósito como forraje verde en invierno y posterior producción de grano en verano (Edmisten *et al.*, 1998; Yau, 2003; El Shatnawi *et al.*, 2003). No obstante, la mayoría de los trabajos de investigación se han centrado en el efecto sobre la producción de grano de la siega de las plantas de cebada a diferentes alturas, o de su pastoreo en diferentes estados fenológicos y durante periodos variables de tiempo, dejando de lado aspectos tan importantes como el valor nutritivo del cereal verde, o la carga ganadera y los días de aprovechamiento que puede soportar este recurso. Por ello, los objetivos de este trabajo fueron la valoración nutritiva de la cebada verde como dieta de invierno para el ganado ovino en pastoreo, y la determinación de la carga ganadera y los periodos de aprovechamiento que permitan el mayor rendimiento animal por unidad de superficie.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la finca de secano “El Vedado”, en el término municipal de Zuera (Zaragoza), perteneciente al Servicio de Investigación Agroalimentaria de la Diputación General de Aragón. El suelo de la zona es de tipo cálcico, y se caracteriza por su textura franca, pH básico, fertilidad media, y contenido medio en potasio y bajo en fósforo. En cuanto a la climatología, las condiciones son de clima semiárido mesotérmico II, según la clasificación de Thornthwaite (Liso y Ascaso, 1969). Se utilizaron seis hectáreas sembradas (26 de Septiembre de 2003; 150 kg/ha) con cebada AlbaceteR1, subdivididas en parcelas de un tercio de hectárea. De éstas, tres se utilizaron para el acostumbramiento de las ovejas a la cebada durante una semana, dos como testigo sin despunte invernal, doce para el desarrollo del experimento y en la restante se realizaron dos balances de digestibilidad en jaulas de metabolismo.

Se utilizaron 120 ovejas de raza Rasa Aragonesa, adultas vacías y secas, con un peso vivo promedio de $51,4 \pm 3.64$ kg al inicio del periodo experimental, que fueron asignadas a un diseño factorial $3 \times 2 \times 2$ con tres cargas ganaderas (15, 30 y 45 ovejas/ha), dos periodos de aprovechamiento (14 y 28 días) y dos réplicas en el espacio. El pastoreo de la cebada se comenzó antes del inicio del encañado (2 de Febrero de 2004), y los animales dispusieron de agua en bebederos automáticos durante toda la fase experimental, además de un corrector mineral en bloque.

La biomasa disponible se registró el día previo a la entrada de las ovejas en las parcelas, y después semanalmente y al finalizar el experimento, mediante la siega a ras de suelo de seis cuadros de 0,5 m² por parcela. Además, se registro la altura promedio de 10 plantas dentro de cada cuadro de 0,5 m². El material vegetal obtenido se secó en una estufa a 60 °C durante 48 horas, y posteriormente se separaron manualmente las hojas y los tallos y se molieron a un milímetro para el análisis de su composición química.

El peso de los animales se registró, igualmente, el día de su entrada en las parcelas experimentales, y posteriormente cada semana y al finalizar el experimento.

En los balances de digestibilidad se utilizaron 12 ovejas por periodo de aprovechamiento, que fueron adaptadas a las jaulas de metabolismo durante tres días, realizándose las mediciones durante los siete siguientes. Las ovejas fueron alimentadas *ad libitum* con cebada verde cosechada diariamente de la parcela. Las muestras de oferta, rehusos y heces fueron desecadas a 60 °C durante 48 horas, agrupándose posteriormente en una muestra única por animal. Las muestras de oferta fueron, a su vez, separadas en hojas y tallos. Todos los materiales obtenidos fueron más tarde molidos y pasados a través de una criba de un milímetro de diámetro para su análisis en laboratorio.

El contenido en proteína bruta (PB) se determinó mediante el método Kjeldahl, y los de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD) siguiendo las técnicas propuestas por Van Soest *et al.* (1991). El contenido en extracto etéreo (EE) se analizó de acuerdo con los métodos propuestos por la AOAC (1990).

Para estimar la carga óptima biológica, definida como aquella que permitía el máximo rendimiento animal por ha, las relaciones entre las ganancias de las ovejas (g/oveja y día) y la carga ganadera (ovejas/ha) se ajustaron al modelo lineal propuesto por Jones y Sandland (1974) para cada uno de los periodos de aprovechamiento.

La valores de digestibilidad de la materia seca (DMS), materia orgánica (DMO), PB (DPB) y FND (DFND) fueron sometidos a un análisis de varianza de una vía para estudiar el efecto de la madurez de la planta.

RESULTADOS

Los resultados de composición química de la cebada verde utilizada en los balances de digestibilidad se muestran en la Tabla 1. El contenido en materia seca (MS) de la biomasa obtenida en campo fue ligeramente superior en el segundo balance, mientras que el de materia orgánica (MO) fue muy similar en ambos, presentando las hojas una menor proporción que los tallos. Las concentraciones en PB fueron mayores en las hojas que en los tallos, tanto en el primero como en el segundo balance, con valores muy similares entre ambos periodos para las hojas pero ligeramente inferiores en el segundo para los tallos. Los contenidos en FND y FAD de ambas fracciones fueron superiores en el segundo periodo de siega, con mayores concentraciones en las hojas en el primero y en los tallos en el segundo. Por lo que se refiere a la LAD, las diferencias entre fracciones sólo fueron importantes en el primer periodo de siega, con concentraciones superiores en las hojas, no apareciendo estas diferencias en el segundo periodo, a pesar de que la lignificación de ambas fracciones fue superior. El contenido

en EE de las hojas fue superior al de los tallos en ambos balances, y mayor en el segundo de éstos.

Tabla 1. Composición química de las hojas y los tallos de la cebada verde utilizada en los balances de digestibilidad.

	Balance 1		Balance 2	
	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos
Materia seca en campo, %	25,94		28,02	
Materia orgánica, %	87,50	90,99	86,92	92,37
Proteína bruta, %	14,16	10,09	14,83	8,62
Fibra Neutro Detergente, %	47,94	43,17	49,50	54,07
Fibra Ácido Detergente, %	24,33	19,51	24,91	26,69
Lignina Ácido Detergente, %	1,86	1,26	2,03	2,06
Extracto Etéreo, %	2,81	1,38	3,02	1,53

Los resultados de DMS, DMO, DPB y DFND se presentan en la Tabla 2. Tanto la DMS como la DMO fueron mayores ($P < 0,05$) en el primer balance, no encontrándose diferencias, por el contrario, en las digestibilidades de la PB y la FND.

Tabla 2. Digestibilidad (%) de la materia seca, materia orgánica, proteína bruta y fibra neutro detergente de la cebada verde. P: probabilidad de las diferencias entre periodos de balance

	Balance 1	Balance 2	P
Materia seca	74,51 a	72,10 b	0,0086
Materia orgánica	78,90 a	76,22 b	0,0038
Proteína bruta	64,91	65,57	0,5575
Fibra Neutro Detergente	74,75	75,92	0,2818

a, b: Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre balances de digestibilidad

Las cargas ganaderas óptimas biológicas fueron de 44 y 22 ovejas/ha para los periodos de aprovechamiento de 14 y 28 días, respectivamente, lo que implica un número de raciones totales (ovejas x días de aprovechamiento) muy similar (618 y 609). Sin embargo, las ganancias de peso obtenidas con cada una de las cargas fue muy diferente, con valores de 130 y 59 g/d para las cargas alta y baja, respectivamente.

DISCUSIÓN

Los mayores contenidos en MS, FND, FAD y LAD en la cebada ofrecida en el segundo balance de digestibilidad están sin duda asociados a un estado de madurez más avanzado de las plantas, constatable incluso en el reducido intervalo de tiempo transcurrido entre ambos periodos. Por su parte, los valores medios de concentración en proteína de la cebada utilizada en nuestro experimento son comparables a los obtenidos por Hussain *et al.* (2002) (13,47%), aunque inferiores a los encontrados por Delgado *et al.* (1984), que registraron concentraciones del 20,4 y 29,3% dependiendo de si la siembra había sido temprana o tardía. Las diferencias con nuestros datos pueden ser debidas a variaciones en la fertilidad del suelo, ya que se ha demostrado que la incorporación de nitrógeno puede incrementar el contenido de PB de la planta (Nelson y Moser, 1994). Edmisten *et al.* (1998) encontraron concentraciones de FND del 40,2 y 35,9%, de FAD del 22,5 y 20,6% y de LAD del 0,38 y 0,26% para los años 1982 y 1983, respectivamente, en cebada en estados de madurez probablemente más tempranos que los nuestros, ya que en el presente experimento los valores registrados fueron sensiblemente superiores.

Aunque en valores absolutos las diferencias entre balances de digestibilidad en la DMS y la DMO fueron pequeñas, éstas fueron estadísticamente significativas a favor del primer periodo ($P < 0,05$). Los cambios en la composición de las hojas y de los tallos, en especial de estos últimos (menores contenidos en PB y mayores en FND, FAD y LAD; Tabla 1) son seguramente los causantes (Nelson y Moser, 1994).

Las menores ganancias de peso obtenidas con la carga de 22 ovejas/ha en 28 días de aprovechamiento pueden ser debidas a que al final del periodo las ovejas consumían una dieta de peor calidad, ya que los contenidos de PB de hojas y tallos disminuyeron desde el 17,36 y 14,82 % al inicio del pastoreo hasta el 11,3 y 9,4% al finalizar el mismo, respectivamente (Figura 1a), mientras que los contenidos de FND de las hojas tendieron a aumentar (Figura 1b). Además, conforme avanzó el periodo de aprovechamiento disminuyó la proporción de hojas desde el 72,34 al 46,89% de la MS. Por otra parte, la altura de las plantas de cebada a los 28 días de pastoreo (menos de cinco cm en las cargas ganaderas de 30 y 45 ovejas/ha; Figura 2b) también pudo limitar la ganancia de peso de las ovejas, dada la baja densidad del cultivo que pudo comprometer el tamaño de los bocados. Por el contrario, y aunque a los 14 días de aprovechamiento las zonas más cercanas al bebedero tenían menos de siete cm de altura en las parcelas con las cargas alta e intermedia, las partes más alejadas contaban con una altura superior a los 10 cm (Figura 2a).

**¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. ¡Error!
No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.**

Figura 1. Evolución de la concentración en proteína bruta (a) y FND (b) de las hojas y tallos de la cebada verde a lo largo del periodo de aprovechamiento.

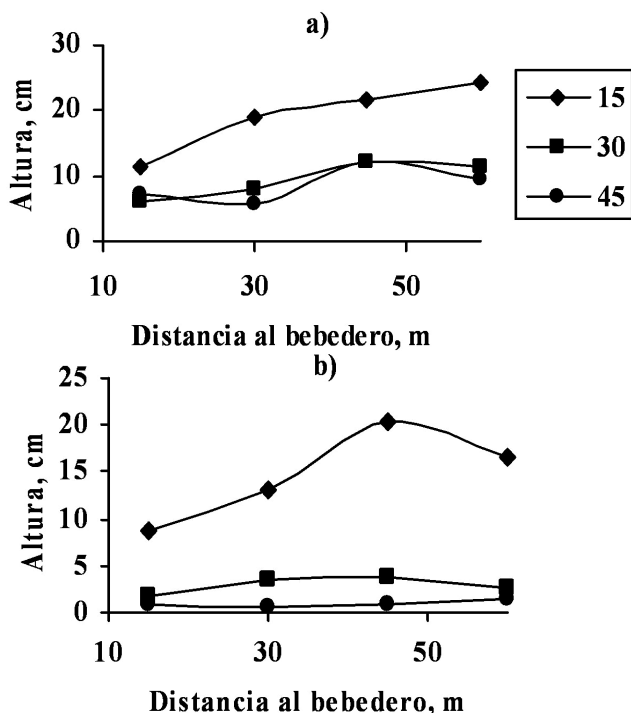


Figura 2. Evolución de la altura de las plantas de cebada verde en función de la distancia al bebedero y de la carga ganadera (15, 30 o 45 ovejas/ha) tras 14 (a) o 28 (b) días de aprovechamiento.

CONCLUSIONES

El valor nutritivo de la cebada verde utilizada como dieta de invierno para el ganado ovino en pastoreo empeora a partir del decimocuarto día de iniciado el pastoreo, disminuyendo la DMS y la DMO como consecuencia de un descenso en las concentraciones de PB y un aumento en las de los componentes de la pared celular (FND, FAD y LAD).

La carga ganadera óptima para obtener la máxima ganancia/oveja y día, y el mayor número de raciones, fue de 44 ovejas/hectárea durante un periodo de aprovechamiento de 14 días.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado con el proyecto de referencia AGL2001-02771.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC, (1990). *Official methods of analysis*, 14th Ed. Association of official analytical chemists. Washington (USA).

DELGADO, I.; VALDERRABANO, J.; GOMEZ, G., 1984. Interés forrajero de los cereales de invierno. Efecto de un despunte sobre la producción de grano. *Anales INIA, Serie Agrícola*, **25**, 115-128.

EDMISTEN, L. K.; GREEN, T. J.; MULLER, J. P.; BURNS, C. J., 1998. Winter annual small grain forage potential. II. Quantification of nutritive characteristics of four small grain species at six growth stages. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **29(7&8)**, 881-899.

EL SHATNAWI, J. M. K.; AL-QURRAN, L. Z.; EREIFEJ, K. I.; TURK, M., 2003. Defoliation of wall barley under sub-humid Mediterranean conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, **54(1)**, 53-58.

FANTOVA, E.; BUÑUEL, M.; BRU, C.; RIAGUAS, L.; VICENTE, O.; PARDOS, L., 2004. Resultados de gestión técnico económica en explotaciones de ovino de carne en Aragón con diferentes sistemas de pastoreo. *Producción Ovina y Caprina*, **XXIX**, 331-333.

HUSSAIN, A.; KHAN, S.; MUFTI, M. U.; BAKHSH, A., 2002. Introduction and use of oat cultivars in Pakistan. En: *Proceedings of the Fifth Meeting of the Temperate Asia Pasture and Fodder Network (TAPAFON)*, 1-10. Renewable Natural Resources Research Centre. Wangdue (Bhutan).

INE, 2004. <http://www.ine.es/inebase/>

JONES, R. J.; SANDLAND, R. L., 1974. The relation between animal gain and stocking rate: derivation of the relation from the results of grazing trials. *Journal of Agricultural Science*, **83(2)**, 335-342.

LISO, M.; ASCASO, A., 1969. Introducción al estudio de la evapotranspiración y clasificación climática de la Cuenca del Ebro. *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei*, **10**, 549.

NELSON, C. J.; MOSER, L. E., 1994. Plant affecting forage quality. En: *Forage quality, evaluation and utilization*, 115-154. Ed. G. C. FAHEY Jr., M. COLLINS, D. R. MERTENS, L. E. MOSER. American Society of Agronomy, Inc. Madison (USA).

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, **74(10)**, 3583-3597.

YAU, S. K., 2003. Yields of early planted barley after clipping or grazing in a semiarid area. *Agronomy Journal*, **95(4)**, 821-827.

EFFECTO DEL PASTOREO DE ALFALFA EN EL CEBO DE CORDEROS DE RAZA RASA ARAGONESA

M. JOY, I. DELGADO, F. MUÑOZ Y R. DELFA.

Unidad de Tecnología en la Producción Animal. CITA-Aragón. Apdo 727. 50.080-Zaragoza. mjoy@aragon.es

RESUMEN

Se estudia la viabilidad de la producción de corderos ligeros Rasa Aragonesa en pastoreo de la alfalfa sin o con suplementación (ALF y ALF+SUP) frente a sistema de producción tradicional que es el cebo intensivo a base de concentrado y paja (INT). Los resultados mostraron que la fecha en la que se realiza el aprovechamiento de pastoreo influye en la producción de la alfalfa, en la ingestión estimada y en la cantidad de rehusado de la parcela. La relación hojas:tallo siempre fue menor para las hojas, excepto en el primer aprovechamiento que presentó una proporción de hojas de 54%. Dicha relación fue disminuyendo paulatinamente hasta alcanzar valores de 35% en la última semana de experiencia. Las mayores ingestiones se observaron entre la 3ª y la 6ª semana de experiencia, momento en que la oveja se encuentra con unas necesidades elevadas y recupera su capacidad de ingestión. El contenido en proteína bruta fue elevado al inicio de la experiencia (29%) disminuyendo a medida que lo hacía la proporción de hojas en la planta. La ganancia media diaria de los corderos fue superior en el tratamiento INT con 244 g animal⁻¹ día⁻¹, seguido del ALF+SUP con 232, siendo el tratamiento ALF el que presentó unas GMD inferiores (217g animal⁻¹día⁻¹), aunque dichas diferencias no fueron significativas.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., producción de forraje, calidad, cordero.

EFFECT OF ALFALFA GRAZING ON PERFORMANCE OF GROWING RASA ARAGONESA LAMBS BREED

SUMMARY

Three livestock production systems were studied: grazing alfalfa (ALF), grazing alfalfa with barley supplementation (ALF+SUP) and indoor system (INT) where lambs had free access to commercial concentrate. Results showed that date of grazing had influence on alfalfa production, alfalfa refuse and intake. The relation leave:stem was greater for stem except at the first week of trial, with a gradual reduction of leaves as the trial progressed. Crude protein content was high always, with 29 % at the beginning of trial, decreasing as alfalfa crop development advanced, with 20,2% at July. The higher growth performance was observed INT treatment with 244 g animal⁻¹ day⁻¹ followed by ALF+SUP and ALF with 232 and 217 g animal⁻¹ day⁻¹, although the differences were no significatives (P>0.05).

Key words: *Medicago sativa* L., forage, quality, lambs

INTRODUCCIÓN

La alfalfa se caracteriza por presentar una elevada producción de materia seca y un alto valor nutritivo animal (Delgado *et al.*, 2004) lo que contribuye a su explotación y la convierte en uno de los cultivos forrajeros más importantes en España y especialmente en el Valle del Ebro. Además, la alfalfa es una leguminosa rica en proteína por lo que puede ser utilizada en las dietas de rumiantes como alternativa a la soja, leguminosa difícil de ser utilizada en determinados sistemas de producción como la producción ecológica. En ovino, los trabajos que estudian distintos sistemas de producción (pastoreo, intensivo, acabado en nave...) son numerosos (Alzón *et al.*, 2001; Gorraiz *et al.*, 2001; Santos-Silva *et al.*, 2002; Cañeque *et al.*, 2003) pero los resultados productivos y de características de la canal son desiguales e incluso en algunos casos contradictorios. Cuando se incluye un forraje en las dietas de cebo de corderos (Ely *et al.*, 1979; McClure *et al.*, 1994; 1995; Zervas *et al.*, 1999) se registra una reducción de la ganancia media diaria si se compara con las dietas del sistema intensivo (a base de concentrado y paja) aunque dicha disminución no siempre es significativa. En relación a ello, Zervas *et al.* (1999) concluyeron que el pastoreo es un sistema sostenible siempre que la oferta de forraje no sea limitante. Además, el aprovechamiento en pastoreo de la alfalfa para el engorde de corderos ha sido poco estudiado por lo que es necesario su estudio en la búsqueda de nuevas alternativas a la producción ovina. El objetivo del presente trabajo es estudiar la viabilidad de la producción de corderos ligeros Rasa Aragonesa en pastoreo de la alfalfa con o sin suplementación frente a sistema de producción tradicional que es el cebo intensivo a base de concentrado y paja.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la finca que dispone el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) en Zaragoza durante la primavera de 2004. Las características climatológicas del periodo de ensayos fueron: temperaturas medias máximas de los meses de abril, mayo, junio y julio, 19,4 °C, 24,4 °C, 29,1 °C y 31,9 °C, respectivamente; temperaturas medias mínimas, 6,4 °C, 11,0 °C, 14,6 °C y 16,3 °C, respectivamente; y las precipitaciones mensuales, 33,9 mm, 49,3 mm, 22,8 mm y 15,0 mm, respectivamente.

Se utilizó el rebaño de ovejas de raza Rasa Aragonesa, que se cubrieron en Octubre de 2003 para tener los partos agrupados a finales de marzo, momento en que la alfalfa empieza a crecer. Se utilizaron 48 ovejas (16 por tratamiento) de peso vivo medio de 50,0 ± 9,80 kg, madres de corderos de parto simple y se repartieron en tres tratamientos, siguiendo un modelo estadístico al “azar dirigido”, ya que se tuvo en cuenta el peso, la fecha de nacimiento y la edad de la madre para conseguir los lotes lo más homogéneos posibles y evitar así diferencia iniciales. Tras un periodo, de 5 a 7 días, posterior al parto, madres y crías se distribuyeron simultáneamente, a uno de los tres tratamientos siguientes:

1. Pastoreo en alfalfa de las ovejas con los corderos (ALF): las ovejas junto con los corderos pastaban siempre alfalfa y no recibieron ningún tipo de suplementación.
2. Igual que el anterior pero los corderos disponían de harina de cebada a libre disposición (ALF+SUP)

3. Cebo tradicional: Las ovejas salían a pastar sin las crías durante el día (8h día⁻¹) y por la noche se recogían en el aprisco junto con sus corderos donde recibían de mezcla completa comercial (Come-Rum®). Los corderos dispusieron desde el principio de concentrado comercial a libre disposición, además de la leche materna durante la tarde-noche (16 h día⁻¹) (INT) hasta que se realizaba el destete (45 ± 1.98 días).

La pradera de alfalfa cv 'Aragón' se sembró a una dosis de 25 kg ha⁻¹ el 25 de marzo de 2003. Como abonado de fondo se aportaron 400 kg ha⁻¹ de 15:15:15 (NPK), cantidad que se repitió en cobertera durante el 2004. Se utilizó una hectárea de alfalfa que se dividió en cinco parcelas, cada una de las cuales fue a su vez dividida en dos subparcelas con una superficie similar entre ellas (843 m² reales aprovechables subparcela⁻¹). El pastoreo se inició una semana después del parto el 14 de abril y finalizó el día el 13 de julio cuando los corderos alcanzaban los 22-24 kg de peso vivo (PV), momento en el que se sacrificaban y las madres salían de la experiencia. El pastoreo se realizó rotacionalmente y los animales de los tratamientos ALF y ALF+SUP permanecían una semana en cada subparcela. La carga ganadera fue 16,4 ovejas más sus crías por hectárea y año. Semanalmente, antes de que los animales entraran a pastorear la parcela, se estimaba la altura y la producción de materia seca mediante la siega 10 cuadros de 0,25 m² por subparcela que se desecaban en una estufa de ventilación forzada a 60°C hasta peso constante. Paralelamente, se muestreaban 20 plantas de alfalfa por subparcela para estudiar la proporción de tallos y hojas y su evolución en el tiempo. Tras el pastoreo, se estimaba la altura y la producción de rehusado, igual que en el caso de la disponibilidad (10 cuadros de 0,25 m²), para estimar mediante la diferencia (disponibilidad menos rehusado) la ingestión media por oveja. Las muestras obtenidas se molían a través de un tamiz de 1 mm de diámetro para los posteriores análisis químicos siguiendo la metodología de AOAC (1990). Semanalmente se pesaban las ovejas y los corderos para controlar la ganancia media diaria (GMD) a primera hora de la mañana. Los corderos se sacrificaban en el matadero experimental de la Unidad de Tecnología en Producción Animal del CITA. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis univariante por el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Producción de alfalfa y calidad

La disponibilidad semanal de alfalfa se representa en la Figura 1. Como la producción de alfalfa fue similar entre las parcelas destinadas al tratamiento ALF y ALF+SUPL se ha estudiado conjuntamente. La disponibilidad máxima de materia seca se registró en la 5ª semana de pastoreo (12 de mayo) con 3492 kg MS ha⁻¹ de media, seguido de 4ª (4 de mayo) y 9ª (9 de junio) semana, con unas producciones de 3400 kg MS ha⁻¹, las cuales fueron significativamente superiores (P<0,05) a los aprovechamientos iniciales (abril) y finales (finales de junio y principios de julio), coincidiendo el periodo con el máximo crecimiento diario de la alfalfa, ya determinado por Delgado *et al.* (2004) en la misma finca experimental. La altura de la alfalfa fue incrementado desde el inicio del pastoreo (14 de abril), con 29,1 cm, hasta alcanzar la altura máxima de 84,2 cm que se registró en el aprovechamiento del 9 de junio, siendo dichas diferencias significativas (P<0,05). La alfalfa experimenta en el valle del Ebro un incremento de la altura de la planta proporcional a la duración del día (Luna, 1996). En cuanto a la cantidad de rehusado obtenido semanalmente fue significativamente inferior (P<0,05) en los 3 aprovechamientos

iniciales (14 al 28 de abril), con cantidades entre 171 y 379 kg MS ha⁻¹, lo que está de acuerdo con la menor disponibilidad de alfalfa obtenida al inicio del pastoreo. A medida que la experiencia avanzaba los rehusados fueron más importantes debido a la reducción de la carga ganadera que se producía semanalmente ya que a medida que los corderos alcanzaban el PV de sacrificio las madres eran retiradas de la experiencia. Ello permitía que la disponibilidad de alfalfa fuera elevada en los siguientes aprovechamientos (cada 4-5 semanas se pastoreaba la misma parcela). La altura del rehusado también incrementó a medida que avanzaba la experiencia, oscilando entre 5,55 cm en el segundo aprovechamiento de abril y 43,4 cm en el aprovechamiento de julio, siendo dicha altura significativamente mayor (P<0,05) en los aprovechamientos de junio y julio frente a las restantes semanas. En cuanto a la ingestión estimada de alfalfa, se observó que durante la primera semana de experiencia (1,31 kg MS animal⁻¹ día⁻¹) fue significativamente inferior (P<0,05) a la registrada durante las semanas 3, 4 y 5, donde se estimó una ingestión de 1,95, 2,22, 2,25 kg MSI por animal y día, lo que concuerda con el incremento de las necesidades de la oveja que se registra en la lactación además del incremento de la capacidad de ingestión de la oveja.

La relación hojas:tallo de las muestras tomadas semanalmente a partir del 14 de abril mostró siempre que la proporción de hojas fue ligeramente inferior al de los tallos, excepto en la primera semana que fue a la inversa. Las proporciones de hojas observadas fueron entre 53,86 (primera semana de pastoreo) y 34,98 % (última semana de experiencia) (Figura 2). La calidad de la alfalfa se observó que el contenido en proteína bruta (PB) tuvo una evolución semejante al porcentaje de las hojas, las cuales son la principal fuente de dicho contenido mientras que los tallos son más ricos en fibra. Los mayores contenidos siempre se observaron la primera semana de aprovechamiento tras cada ciclo de crecimiento de la alfalfa (cada 4-5 semanas) con valores de 28,95, 29,21 y 25,15% en la primera, sexta y décima semana de pastoreo.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.
Figura 1: Disponibilidad y rehusado de alfalfa (kg MS ha⁻¹) e ingestión (kg MS anim⁻¹ día⁻¹) media de las parcelas utilizadas para el pastoreo de las ovejas y sus crías de los tratamientos de pastoreo de alfalfa y alfalfa más suplemento.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. ¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Figura 2: Contenido en proteína bruta (PB) (a) y evolución de la proporción de hoja:tallo (b) de la alfalfa pastoreada por ovejas Rasa Aragonesa y sus crías durante la primavera de 2004

Crecimiento de los corderos

Los primeros resultados mostraron que el tratamiento ALF con una alimentación de los corderos a base exclusivamente de leche de la madre y alfalfa presentaba una GMD de 217 g día⁻¹ que fue inferior, aunque no significativamente (P>0,05), a la registrada los dos

restantes tratamientos, en los que los corderos tenían libre disposición de cebada (ALF+SUP) o concentrado (INT), con una GMD de 232 y 244 g día⁻¹, respectivamente. El tiempo necesario para alcanzar el peso vivo de 22-24 kg fue de 87, 81 y 78 días (P>0,05) para los tratamientos ALF, ALF+SUP e INT, siendo dicha edad media de sacrificio siempre inferior al límite exigido por Ternasco de Aragón (90 días) (Tabla 1). Cuando se analizan las GMD por periodos (nacimiento-45 días y 45 días-sacrificio) (Tabla 1) se observa que los tratamientos de pastoreo de alfalfa (ALF y ALF+SUP) presentaron un crecimiento desde el nacimiento a los 45 días muy similar (208 y 211 g día⁻¹) e inferior (P<0,05) al registrado en este mismo periodo en el INT (262 g día⁻¹). Sin embargo, cuando se analiza al GMD del periodo de 45 días hasta sacrificio se observa que el tratamiento INT presentó un crecimiento intermedio entre el observado en ALF y ALF+SUP, aunque las diferencias no fueron significativas (P<0.1). Estos resultados están de acuerdo con Tort *et al.* (2004) y Sanz *et al.* (2005), que observaban que el pastoreo exclusivo sin ningún tipo de suplementación permitía una velocidad de crecimiento moderada mientras que los corderos con suplementación presentan unos crecimientos comparables a los registrados en los sistemas de cebo intensivos.

Tabla 1: Parámetros productivos de los corderos Rasa Aragonesa sometidos a tres sistemas de producción: alfalfa (ALF), alfalfa más suplementación (ALF+SUP) e intensivo (INT).

	ALF	ALF+SUP	INT	ES	Sig
PV (kg)					
Inicial	3,95	3,85	3,97	0,659	n.s.
45 días vida	13,24b	13,23b	15,91a	2,028	***
Sacrificio	22,5	23,2	22,8	1,363	n.s.
GMD lineal (g/día)					
Nacimiento-45 días	208b	211b	262a	0,068	*
45 días-sacrificio	228	283	237	0,076	0,09
Nacimiento-Sacrificio	217	232	244	0,046	n.s.
Días					
Nacimiento-sacrificio	87	81	78	12,91	n.s.

PV= peso vivo; GMD= ganancia media diaria.

Los crecimientos moderados observados en esta experiencia pudieron ser debidos a las elevadas temperaturas y el viento cálido que se registró durante el mes de junio en la finca experimental, con una media de 23,1 °C vs 21,8 °C (media del periodo 1989-2004 del que se disponen registros), lo que afectó negativamente en la actividad del cordero y a la ingesta.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales del presente trabajo, se puede concluir que el pastoreo de alfalfa sin suplementación permitió un crecimiento medio de los corderos que puede ser incrementado con suplementación, aunque dichos resultados no permiten conclusiones claras por lo que se debe seguir estudiando.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer al INIA por la financiación del proyecto RTA03-031, a E. Morago, J.A. Tanco, I. Escota, M.A. Tejero, J.M. Perez, T. Fustero, A. Legua, E. Echegoyen y F. Lahoz, por el apoyo técnico prestado durante el desarrollo experimental.

BIBLIOGRAFIA

ALZÓN, M.; ARANA, A.; SANTAMARÍA, C.; MENDIZABAL, J.A.; ERBURU, J.A.; EGUINOVA, P.; PURROY, A., 2001. Producción de corderos en praderas. I. Influencia sobre el desarrollo y metabolismo del tejido graso. IX Jornadas sobre producción animal. *ITEA*, Vol extra, num. 22, 634-636.

A.O.A.C., 1990. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. 15th edn. Arlington, USA.

CAÑEQUE, V.; VELASCO, S.; DÍAZ, M.T.; De HUIDOBRO F. P.; PÉREZ C.; ÑAUZURICA S. 2003. Use of whole barley with protein supplement to fatten lambs under different management systems and its effect on meat and carcass quality. *Anim. Res.*, **52**, 271-285.

DELGADO I.; MUÑOZ F.; JOY M., 2004. Determinación de la curva de crecimiento de la alfalfa. XLIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (S.E.E.P). *Pastos y Ganadería Extensiva*, 439-444

ELY, D.G.; GLENN, B.P.; MAHYUDDIN, M.; KEMP, J.D.; THRIFT, F.A.; DEWEESE, W.P.; 1979. Drylot vs pasture: early-weaned lamb performance to two slaughter weights. *J. Anim. Sci.*, **48 (1)**, 32-37

GORRAIZ, C.; INDURAIN, G.; VILLANUEVA, I.; GOÑI, V.; ALZUETA, M.J.; SARIÉS, V.; EGUINO, P.; BERIAIN, M.J.; PURROY, A., 2001. Producción de corderos en praderas. II. Influencia sobre la calidad de la carne. IX Jornadas sobre producción animal. *ITEA*, Vol. Extra, núm. 22, 637-639.

LUNA, L., 1996. Efecto de la altura y frecuencia del corte sobre la producción de forraje, la calidad y la movilización de reservas de la alfalfa cv. Aragón. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.

McCLURE, K.E.; VAN KEUREN, R.W.; ALTHOUSE, P.G., 1994. Performance and carcass characteristics of weaned lambs either grazed on chardgrass, ryegrass or alfalfa or fed all-concentrate diets in drylot. *J. Anim. Sci.* **72**, 3230-3237.

SANTOS-SILVA, J.; MENDES I.A.; BESSA, R.J.B., 2002. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. I. Growth, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science*, **76**, 17-25.

SANZ, A.; ALVAREZ, J.; BALMISSE, E.; DELFA, R.; REVILLA R.; JOY, M., 2005. Sheep production in Spanish dry mountain areas. 1. Effects of Spring management on ewe live weight, milk yield and lamb performance in Churra Tensina breed. *BSAS Annual Meeting*, 4-6 April 2005. York (UK). En prensa.

SAS Institute Inc. (1999) Version 8.1, Cary N.C. USA.

TORT S., DELFA R., BLERIOT G., BERGUA A., LAHOZ F., JOY M., 2004. Efecto del sistema de producción sobre el crecimiento y calidad de las canales de corderos Churro-Tensinos. *Producción ovina y caprina*, n° XXIX. *SEOC*, 113-115

ZERVAS, G.; HADJIGEORGIOU, I.; ZABELL, G.; KOUTSOTOLIS, K., TZIALA, C., 1999. Comparison of a grazing-with an indoor-system of lamb fattening in Greece. *Livestock Production Science*, **61**: 245-251.

CONDUCTA DE PASTOREO Y VARIACIONES DE PESO DE LOS HERBÍVOROS DOMÉSTICOS EN UN BREZAL-TOJAL PARCIALMENTE MEJORADO

K. OSORO¹, U. GARCÍA¹, B.M. JÁUREGUI¹, L.M.M. FERREIRA², M. OLIVÁN¹
Y R. CELAYA¹.

¹ SERIDA - Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. 33300 Villaviciosa, Asturias (España). ² CECAV - Departamento de Zootecnia, Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro. 5000-911 Vila Real (Portugal).

RESUMEN

Se estudió la conducta de pastoreo de los herbívoros domésticos y sus variaciones de peso en pastoreo multiespecífico sobre una parcela (22 ha) de brezal-tojal con un 23% de pradera de raigrás-trébol. Se manejaron de mayo a noviembre 5 yeguas, 5 vacas, 34 ovejas y 34 cabras con sus crías nacidas en invierno-primavera. Las yeguas en general dedicaron más tiempo a la actividad de pastoreo, mostrando un comportamiento principalmente pastador al igual que el vacuno y el ovino, a diferencia del caprino que dedicó mayor proporción del tiempo al pastoreo del matorral. El caballo y fundamentalmente el ovino incrementaron el tiempo dedicado al matorral a medida que disminuía la altura del pasto en la zona mejorada. El mayor nivel de solapamiento se dio entre vacuno y caballo. En el primer período de pastoreo (mayo-agosto), con una altura media del pasto superior a 5 cm, el ovino consiguió las mayores ganancias por UGM, siendo las del caballo próximas al vacuno; los menores incrementos correspondieron al caprino. En el segundo período (septiembre-noviembre) las variaciones de peso más favorables fueron las de los pequeños rumiantes, en especial las ovejas, que siguieron ganando peso, mientras que las otras especies perdían, sobre todo el vacuno. En el conjunto de la estación de pastoreo fue el ovino el de mejor comportamiento productivo por UGM y el caprino el peor, si bien el caprino es la especie que mejor se complementa con los otros herbívoros, pudiendo contribuir positivamente a la producción de éstos y a mantener altos niveles de biodiversidad mediante el control de la invasión de matorral.

Palabras clave: caballo, caprino, ovino, producción animal, vacuno.

GRAZING BEHAVIOUR AND LIVE WEIGHT CHANGES OF DOMESTIC HERBIVORES ON PARTIALLY IMPROVED HEATH-GORSE SHRUBLANDS

SUMMARY

The aim of this work was to study the grazing behaviour and live weight changes of domestic herbivores grazing in a mixed flock from May to November on a 22 ha plot with heath-gorse shrubland with 23% improved ryegrass-clover pasture. 5 mares, 5 cows, 34 ewes and 34 goats were managed with their breeding young animals born in winter-spring. The mares grazed for more time and showed mainly a grazer behaviour as well as cattle and sheep, contrary to goats that grazed for more time on the shrubland areas. Horses

and particularly sheep increased the grazing time on shrubland as the sward height on the improved area decreased below 5 cm. The greatest overlapping in the use of the different plant communities occurred between cattle and horses. In the first grazing period (May-August), with a mean sward height above 5 cm, sheep achieved the highest live weight gains per livestock unit while those of horses were near to cattle and those of goats were the lowest. In the last period (September-November) the small ruminants obtained the best live weight changes, specially the ewes which continued increasing their weight whereas the other species lost weight, with cows showing the greatest losses. In the whole grazing season, sheep had the best productive performance and goats the worse. Nevertheless goat was the species that best complemented with the others, which could contribute positively to the production of these livestock species and to biodiversity from the control of shrub encroachment.

Key words: animal production, cattle, goat, horse, sheep.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades vegetales pueden tener un grado de heterogeneidad importante en cuanto a sus componentes. Los herbívoros domésticos, en principio difieren en la capacidad de selección y preferencias por los diferentes componentes de las cubiertas vegetales. Por lo tanto parece claro que la utilización eficiente de las diferentes comunidades vegetales requiere los conocimientos del comportamiento de los herbívoros en pastoreo, y la respuesta de éstos reflejada en sus variaciones de peso.

El objetivo del presente trabajo es precisamente conocer dichas conductas y respuestas de vacas, yeguas, ovejas y cabras, todas ellas con crías nacidas en invierno-primavera, cuando son manejadas en un brezal-tojal con zonas mejoradas de pradera.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una parcela de 22 ha de brezal-tojal de las cuales 5 ha fueron mejoradas mediante roturación, fertilización y siembra de raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), localizada en la Sierra de San Isidro-Illano a 1000 m de altitud, durante 2004 se han manejado a la vez en pastoreo mixto 5 vacas, 5 yeguas, 34 ovejas y 34 cabras, todas ellas con crías nacidas en marzo-abril.

Controles

Presión de pastoreo: Se ha estimado determinando la altura media del pasto en la zona mejorada midiéndola cada 10 días mediante el “swardstick” (Barthram, 1986).

Conducta de pastoreo: Mensualmente se han realizado, durante uno o dos días consecutivos, observaciones de la actividad de pastoreo con controles cada 15 minutos desde el amanecer hasta el anochecer, determinando el tiempo que los animales dedicaron a los diferentes tipos de cubierta vegetal: pradera mejorada, matorral bajo (brezal-tojal), matorral alto (brezal de *Erica australis* subsp. *aragonensis*) y matorral desbrozado. Se

calculó el índice de similitud de Kulczyński para determinar el grado de solapamiento entre las distintas especies de herbívoros en la utilización de las diferentes cubiertas vegetales.

Variaciones de peso: Mensualmente se pesaban los animales para determinar la variación de peso y su evolución. Dichas variaciones se han calculado y comparado de diferentes formas:

- vacuno con caballar y ovino con caprino.
- por unidad de ganado mayor (UGM), multiplicando las variaciones de los pequeños rumiantes por 7, según las equivalencias establecidas por la UE.
- en porcentajes en función del peso vivo del animal al inicio.

El pastoreo para las madres se divide en dos períodos: finales de abril (27/4) a mediados de agosto (14/8) y de mediados de agosto (14/8) a finales de noviembre (24/11). Para las crías también se divide en dos períodos, pero éstos se extienden del 27/4 al 9/7 y del 9/7 al 17/9 para los corderos y cabritos y al 27/10 para los terneros y potros.

Análisis de los datos

Se ha realizado el análisis de varianza (SPSS, 1989) para estudiar el efecto del factor principal, especie, en las variables dependientes (variaciones de peso) estudiadas.

RESULTADOS

Disponibilidad de pasto

La altura media del pasto en la zona mejorada (Figura 1) se mantuvo por encima de los 6,0 cm hasta mediados de julio, alcanzando valores superiores a 10 cm entre mediados de mayo y mediados de junio.

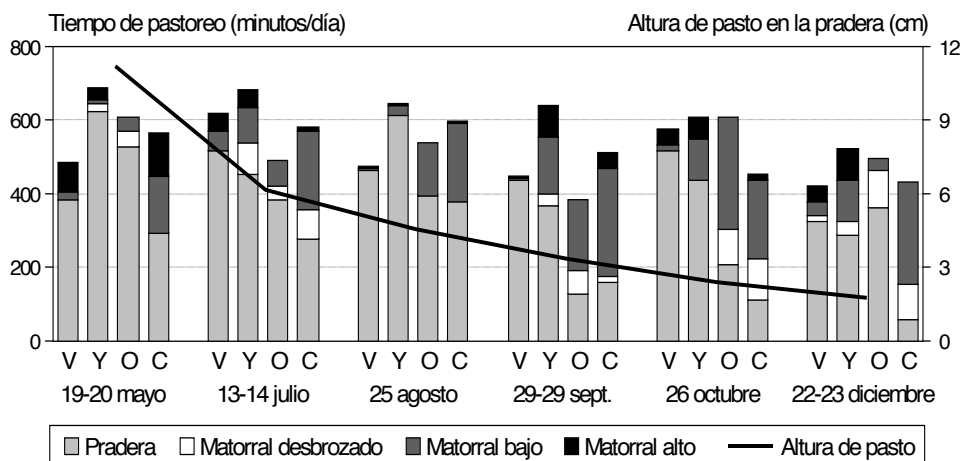


Figura 1. Tiempo de pastoreo de los herbívoros domésticos y su distribución por cubierta vegetal en distintos momentos de la estación de pastoreo (V: vacas; Y: yeguas; O: ovejas; C: cabras).

A partir de mediados de julio, la disponibilidad de pasto sembrado se redujo drásticamente, situándose la altura media entre los 4 y 5 cm hasta principios de septiembre, siendo a partir de dicha fecha inferior a los 4,0 cm y de tan sólo 2,0 cm en el mes de noviembre, época en la que excepto las cabras, las otras especies seguían insistiendo en pastar sobre la zona mejorada de pradera, como muestran los resultados de conducta.

Conducta de pastoreo

En la Figura 1 se puede observar el tiempo dedicado por las distintas especies estudiadas a la actividad de pastoreo, siendo en general claramente superior el tiempo de pastoreo de las yeguas al de los otros herbívoros en casi todos los controles.

Por lo que se refiere a la distribución del tiempo de pastoreo en las diferentes cubiertas vegetales, también se observaron significativas diferencias. El ganado vacuno y el caballo son los que mayor tiempo y porcentaje del tiempo dedican al pasto mejorado, mientras que el ganado caprino es con diferencia el que menor tiempo dedica al pastoreo de la zona mejorada. El ovino muestra un comportamiento intermedio entre el vacuno y el caprino. Las yeguas, si bien al principio muestran un comportamiento muy pastador al igual que el vacuno e incluso superior, se observa cómo a medida que avanza la estación de pastoreo aprovechan las diferentes cubiertas vegetales disponibles, manteniendo el mismo tiempo de pastoreo que el vacuno sobre la zona de pradera mejorada. El mayor tiempo del caballo en la zona no mejorada responde a la mayor actividad de pastoreo de esta especie frente al vacuno.

Variaciones de peso

Las variaciones de peso de las vacas (567 y -241 g/día) y de las yeguas (606 y -210 g/día) del período 1 y del período 2, así como del conjunto de la estación de pastoreo (176 y 200 g/día) no fueron significativamente diferentes. Las variaciones de las ovejas y de las cabras tampoco fueron significativamente diferentes en el período 1, pero en el período 2 y en el conjunto de la estación de pastoreo fueron significativamente ($p < 0,001$) mejores las de las ovejas, que ganaron 45 g/día frente a los 29 g/día de las cabras.

Por lo que se refiere a las ganancias de las crías, en el período 1 los potros llegaron a ganar (964 g/día) casi tanto como los terneros (1033 g/día), mientras que en el período 2 ganaron significativamente ($p < 0,01$) más los terneros (790 frente a 629 g/día) y en el conjunto de la estación de pastoreo también tendieron ($p < 0,07$) a ganar más (887 g/día) que los potros (756 g/día).

Las variaciones de peso de las madres por UGM no fueron significativamente diferentes para el período 1, mientras que para el período 2 y conjunto de la estación de pastoreo fueron significativamente ($p < 0,001$) más favorables las variaciones de las ovejas (Tabla 1). Por lo que a las ganancias de las crías por UGM se refiere, considerando una cría por madre incluso en el ovino y en el caprino, las producciones de cordero son las más altas en el período 1 y en el total del período de pastoreo con sus madres, las de los potros son menores que las de los terneros, aunque no significativamente diferentes y las de los cabritos son significativamente más bajas. Es en el período 2 en el que destacan significativamente ($p < 0,01$) las ganancias de los terneros respecto a las crías de otras especies (Tabla 1).

Tabla 1. Variaciones de peso de las diferentes especies por UGM⁽¹⁾.

Especie		Vacuno	Caballar	Ovino	Caprino	Sign.
Variaciones de peso (g/UGM/día)						
Madres	27/4 - 14/8	567	606	457	524	NS
	14/8 - 24/11	-241 b	-210 b	163 a	-142 b	***
	27/4 - 24/11	176 b	200 b	316 a	204 b	***
Crías	27/4 - 9/7	1033 ab	964 b	1238 a	653 c	***
	9/7 - 17/9 ⁽²⁾	790 a	629 b	602 b	585 b	**
	27/4 - 17/9 ⁽²⁾	887 ab	756 b	929 a	620 c	***

⁽¹⁾ variaciones individuales de ovinos y caprinos multiplicadas por 7, según equivalencia UE.

⁽²⁾ final de pastoreo 27/10 para terneros y potros. ** p<0,01; *** p<0,001; NS no significativo (p>0,05)

DISCUSIÓN

De los resultados presentados parece claro que es el ovino la especie de mayor capacidad de producción en las condiciones descritas. Ello se debe fundamentalmente a las variaciones de peso de las madres desde el momento en que la altura de las especies apetecibles de la zona mejorada se sitúa por debajo de los 5,0 cm. En trabajos previos, se ha comprobado la capacidad de las ovejas con cría de mantener su peso y condición corporal con un pasto de tan sólo 4,0 cm de altura (Osoro *et al.*, 2002) y de las ovejas sin cría de mantener su peso con tan sólo 2,0 cm de altura en comunidades constituidas por *Agrostis-Festuca-Nardus-Calluna* (Osoro *et al.*, 1999; 2000b).

Las variaciones más desfavorables del caprino frente al ovino han sido cuantificadas en trabajos previos (Osoro *et al.*, 2000a). Según Merchant y Riach (1994) y Osoro y Martínez (1995), la reducción en la altura del pasto en la zona mejorada afecta al caprino al igual que al vacuno, aunque sea una especie de significativo menor tamaño. No obstante, este efecto es menos acusado en el caprino, por su capacidad de aprovechar especies que forman el matorral del brezal-tojal, como se refleja en las diferencias en conducta de pastoreo. Estos datos nuevamente muestran al caprino como la especie que presenta menor nivel de solapamiento de su dieta con la de otros herbívoros (Figura 2), tal como ha sido comprobado en otras condiciones de vegetación bien diferente, como son las del pirineo aragonés (Aldezabal, 2001) y la sabana africana (Lechner-Doll *et al.*, 1995).

En resumen, el ovino es la especie más productiva y que mejor se adapta y el caprino la que mejor se complementa, si bien sus resultados productivos son los menos favorables. No obstante, es preciso determinar las ingestiones para afinar las diferencias en la eficiencia productiva en función de la cantidad de alimento, componentes y energía ingerida. Se dispone de las muestras vegetales y fecales recogidas en dos períodos con el fin de estimar y determinar dichas variaciones de la ingesta y parámetros de eficiencia.

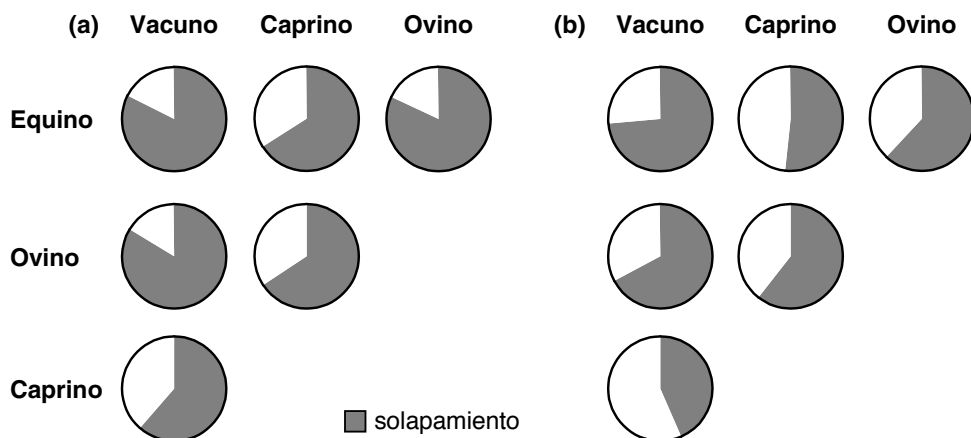


Figura 2. Solapamiento en la conducta de pastoreo entre las distintas especies de herbívoros pastando sobre brezales-tojales con un 23% de pradera de raigrás y trébol. (a) Mayo-agosto. (b) Septiembre-Noviembre.

CONCLUSIONES

En estas condiciones de brezal-tojal con 23% de pradera de raigrás-trébol, el ovino resultó la especie más productiva y el caprino la menos, aunque es esta especie la que mayor complementariedad presenta con los otros herbívoros domésticos en el uso de las distintas cubiertas vegetales, dándose el mayor nivel de solapamiento entre el caballo y el vacuno.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al personal de la finca de Illano por su trabajo y en especial a Arsenio por poner a nuestra disposición las yeguas y potros para el experimento. Este trabajo se integra en el proyecto AGL2003-05342 financiado por la CICYT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDEZABAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo central, Aragón). Interacción entre la vegetación supraforestal y los grandes herbívoros*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 317 pp. Zaragoza (España).

BARTHAM, G.T., 1986. Experimental techniques: the HFRO swardstick. En: *The Hill Farming Research Organisation Biennial Report 1984-85*, 29-30. H.F.R.O. Bush Estate, Penicuik, Midlothian, Escocia (RU).

LECHNER-DOLL, M.; HUME, I.D.; HOFMANN, R.R., 1995. Comparison of herbivore forage selection and digestion. En: *Recent Developments in the Nutrition of Herbivores*, 231-248. Eds. M. JOURNET, E. GRENET, M-H. FARCE, M. THÉRIEZ, C. DEMARQUILLY. INRA Editions. París (Francia).

MERCHANT, M.; RIACH, D.J., 1994. The intake and performance of cashmere goats grazing sown swards. *Grass and Forage Science*, **49**(4),429-437.

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., 1995. Grazing behaviour and performance of goats and sheep on natural and improved vegetation. En: *The Nutrition and Grazing Ecology of Speciality Fibre Producing Animals*, 109-125. Eds. J.P. LAKER, A.J.F. RUSSEL. Macaulay Land Use Research Institute. Craigiebuckler, Aberdeen (RU).

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 1999. Effects of genotype on the performance and intake characteristics of sheep grazing contrasting hill vegetation communities. *Animal Science*, **69**, 419-426.

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 2000a. The effect of grazing management of sheep and goats on animal performance and vegetation dynamics in partially improved heath-gorse vegetation. En: *Grazing Management*, 135-140. Eds. A.J. ROOK, P.D. PENNING. British Grassland Society Occasional Symposium N° 34. Devon (RU).

OSORO, K.; OLIVÁN, M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A., 2000b. The effect of *Calluna vulgaris* cover on the performance and intake of ewes grazing hill pastures. *Grass and Forage Science*, **55**, 300-308.

OSORO, K.; MARTÍNEZ, A.; CELAYA, R., 2002. The effect of breed and sward height on sheep performance and production per hectare during the spring and autumn in Northern Spain. *Grass and Forage Science*, **57**, 137-146.

SPSS, 1989. *SPSS for Windows, Release 5.0.1*. SPSS Inc. Chicago, Illinois (EE.UU.).

SESIÓN: **SISTEMAS AGROSILVOPASTORALES**

LOS PASTOS EN COMÚN Y LA POLÍTICA AGRARIA

S. ALONSO GONZÁLEZ

Gerencia de Catastro. C/ Hnos. Menéndez Pidal 3. 33005. Oviedo

Quiero en primer lugar agradecer a la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos la oportunidad de estar aquí con todos vosotros en esta jornada que tanta preocupación y satisfacción al mismo tiempo me produce.

Satisfacción porque la Sociedad haya contado conmigo para esta ponencia, y preocupación por estar dirigiéndome a unos expertos en una reunión científica, yo que ni soy científico ni experto en pastos. Reconozco que me comporté irreflexivamente cuando me comprometí con los organizadores para intervenir aquí ante todos vosotros, pero la verdad es que me animó el deseo de trasladaros mi conocimiento y mi experiencia en gestión y en diseño de políticas que, con una determinada óptica, contribuyan a la mejora de la explotación agrícola y ganadera en nuestro país.

En esta línea, quería dedicar mi intervención al estudio de las posibilidades y estímulos que la Política Agraria Común pone a nuestra disposición para intervenir con políticas activas de desarrollo y mejora de los pastos y de la ganadería que los aprovecha.

La situación de los montes y los pastos en común, englobando en esta denominación genérica a los montes comunales, vecinales en mano común, pro indivisos, etc., ha sufrido desde hace unos sesenta años grandes transformaciones, pasando de ser la piedra angular del sistema productivo de la ganadería de la mayoría de las zonas de montaña, a ser poco más que un bien mostrenco sin ningún tipo de aprovechamiento.

Los pastos en común constituían el imprescindible desahogo al minifundio de las explotaciones con unos mecanismos y normas de aprovechamientos complicados y no exentos de tensiones y conflictos, pero que funcionaban por la necesidad de utilizar lo más razonablemente posible esos recursos.

Diversos fenómenos alteraron esa situación, afectando negativamente la calidad y utilidad de esos pastos. Entre ellos, quisiera destacar la emigración, la disminución de la natalidad y el envejecimiento de la población, algunas actuaciones de la política forestal, los vaivenes productivos con la irrupción de la leche, y finalmente el grave despoblamiento de las zonas rurales

La liberalización de las Centrales lecheras y el sistema de pago de estas así como la posibilidad de intensificar las producciones, propició la extensión de este tipo de explotación láctea, incluso a territorios con clara vocación cárnica, alterando el aprovechamiento de los recursos puesto que se abandonaban los pastos y se centraba la producción de forrajes en prados y pradera más cercanos a la explotación y con producción durante más meses del año que los primeros.

La política forestal de los años cuarenta y cincuenta, se apoyó en la repoblación de muchas de estas propiedades comunes, produciéndose en algunos casos desalojos de terrenos con aprovechamiento de pastos de los vecinos, con restricciones al

aprovechamiento de ovino y caprino en las zonas repobladas y propiciando que los Ayuntamientos asumieran un mayor protagonismo cuando no la propiedad para suscribir el consorcio que regulaba el aprovechamiento futuro de esa riqueza.

Todo esto originó por una parte tensiones y conflictos, pero lo que me parece más grave, un alejamiento de la población de esos terrenos y de su aprovechamiento, llegándose al extremo de sentirse la población ajena a su propiedad y al despilfarro de recursos que suponía el grado de abandono en que se encontraban, pese a que se creaban en algunos casos pastizales para compensar a los ganaderos de la zona.

El despoblamiento del medio rural, acabó finalmente con el antiguo sistema de aprovechamiento de estos pastos en común, pues la disminución extrema de la población, supuso la quiebra de una sociedad con un sistema de vida y de relaciones muy antiguo pero muy estable. El abandono de estos aprovechamientos supuso una época negra para estos terrenos, pues la falta de aprovechamiento deterioró la calidad de estos pastos, propició la aparición de maleza y colaboró a la extensión de los incendios intencionados para aprovechar el rebrote

A mediados de los años ochenta y coincidiendo con la entrada en la Unión Europea con su sistema de cuotas lácteas, comienza una reducción de las explotaciones lecheras o mixtas en las zonas de montaña, con abandono en algunos casos o con una reconversión a carne de vacuno, pues el ovino y caprino, habían desaparecido prácticamente en nuestra región.

Es en ese momento cuando se comprende el potencial que supone esas grandes superficies de pastos desaprovechados para poner en marcha explotaciones de ganado de carne en régimen extensivo.

Comprendiendo la necesidad de estimular el aprovechamiento de estas grandes superficies de pasto para impulsar las explotaciones de ganado vacuno, lanar y caprino en régimen extensivo, desde la Administración regional se promueve la creación de grupos asociados o cooperativas, a las que tras la realización de procesos de formación se las apoya fuertemente para la transformación o puesta a punto de superficies de pastos abandonados para su explotación racional y con criterios de sustentabilidad.

Con independencia de la marcha de estas explotaciones, que en su condición de pioneras tuvieron que vencer resistencias locales, de titularidad de unos bienes abandonados, de cambio de sistema de ese aprovechamiento en común, de conocimiento del manejo del ganado, etc., lo que resulta incuestionable es que esas experiencias supusieron un cambio profundo en la mentalidad y en los objetivos futuros de los ganaderos de las zonas de montaña de Asturias, comenzando a aprovecharse no solo los pastos de los puertos, cuya utilización se había mantenido, sino también los de los terrenos comunes.

En este contexto se aprueba, por parte del Consejo y de la Comisión de la UE dentro de una de las reformas de la Política Agrícola Común y como una de las medidas de acompañamiento, el apoyo a las actividades agrarias respetuosas con el medio natural, llamadas comúnmente “medidas agroambientales”.

Esto permite que con fondos comunitarios y dentro de la PAC. se pongan en marcha en 1.995 unas ayudas que cumplen una doble finalidad, pues además de suponer un apoyo a la ganadería extensiva que aprovecha los pastos de montaña de una manera respetuosa con el medio natural, contribuyen a mantener la riqueza y la biodiversidad en esos pastizales

mediante un aprovechamiento racional. Igualmente con objeto de recuperar aquellos que por su abandono se habían perdido, se establecen ayudas para el desbroce y posterior aprovechamiento a diente, siempre que no se superen las cargas máximas establecidas.

Es decir, que a través de políticas y normas productivas, o mejor dicho de freno de la producción, de la PAC, se pueden desarrollar medidas que mejoren la calidad y diversidad de nuestros pastizales sin que ello suponga una merma de su capacidad de producción ni de los ingresos de nuestros ganaderos.

Esta política de la administración asturiana de incentivar con fondos comunitarios, nacionales y regionales la utilización y mejora de los pastizales en común de una manera generalizada, que ha permitido y servido de apoyo al fuerte incremento de la ganadería asturiana de vacuno de carne, así como un aumento importante de las superficies dedicada a pastos mediante desbroces manuales o con maquinaria, se prolonga desde comienzos de 1995 hasta ahora.

A raíz de una inspección de la Comisión y tras un debate con los funcionarios comunitarios sobre si un helechal se debería considerar pastizal o no, se decide por parte de la administración asturiana discriminar la capacidad de carga de acuerdo con la vegetación predominante en los espacios objeto de subvención, mediante la transformación de la superficie total en superficie equivalente a efectos de las ayudas agroambientales por la aplicación de una serie de coeficientes reductores según los diversos tipos de vegetación.

Este hecho, que supuso una enorme complicación administrativa por lo que conlleva en muchos casos de reducción de la superficie subvencionable y por lo tanto de subvención a percibir por los ganaderos, se apoya en los mapas de vegetación elaborados por el INDUROT para la Administración regional. Delimitada una superficie de aprovechamiento en común, se determinaron las superficies ocupadas por helechos, por brezo, por escobas, por arbolado, etc., etc., y cada una de estas superficies se multiplicaron por 0,40, 0,35, 0,30 o los valores que para cada tipo de vegetación se determinaron, obteniendo así la superficie equivalente que citaba anteriormente.

No quiero cansarles con problemas de gestión administrativa, sino hablarles de las enormes posibilidades de intervención que abre este tipo de actuaciones, pues por una parte combinan la aplicación de políticas comunitarias, actuaciones respetuosas con el medio natural, apoyo económico a nuestros ganaderos de carne, y además deja el campo abierto a la toma de decisiones sobre qué tipo de vegetación queremos y apoyamos en esos espacios de aprovechamiento en común, en qué espacios, con qué intensidad, qué tipo o especie de ganado etc., etc..

Tal vez se debería comenzar por realizar un estudio detallado de la evolución de la vegetación en esas grandes superficies, pudiendo aprovechar los mapas de vegetación antes citados, que en algunos casos tiene casi veinte años, comparándolos con los obtenidos por los vuelos para elaborar el SIGPAC tras una labor de apoyo de campo para lo que estoy seguro que se podría contar con la colaboración del Indurot. Este trabajo, apoyado por los mapas de cultivos y de clases agrológicas digitalizados, proporcionaría una base de enorme valor para todos los trabajos futuros de estudio y ordenación de nuestros espacios naturales y los pastos comunes y de montaña.

Este estudio nos permitiría conocer la evolución de nuestros pastizales durante estos años en los que tras un periodo de abandono y degradación en algunos casos, se ha reiniciado su utilización.

Igualmente y de acuerdo con los resultados obtenidos, se podrían establecer mecanismos correctores en aquellos caso en que se observe una tendencia no deseada de la vegetación, o de ciertos espacios en los que se busque una especial protección, bien a través de limitaciones o por estímulos especiales para la utilización de diversas especies de herbívoros sobre el mismo terreno de acuerdo con las experiencias de Koldo Osoro en Illano y en otros espacios de nuestra región.

Es decir, nos permitiría diseñar qué tipo de vegetación queremos en nuestros pastos de montaña, poner en marcha mecanismos y ayudas con fondos regionales, nacionales y comunitarios que estimulen económicamente este tipo de orientación a la vez que sirvan de apoyo a los ganaderos que contribuyan a este objetivo “agroambiental”.

LOS SISTEMAS GANADEROS DE MONTAÑA SON ACUMULADORES DE CAPACIDAD GESTORA

P. MONTSERRAT Y F. FILLAT.

Instituto Pirenaico de Ecología, Apdo 64 E-22700 Jaca (Huesca)

RESUMEN

El ganadero actúa sobre conjuntos de animales (rebaños, vacadas, dulas) copiando pautas procedentes seguramente del inicio de la domesticación de las manadas. El aprendizaje a lo largo de siglos lo reciben como una herencia y la intentan enriquecer con cada cambio generacional. Además, en las condiciones difíciles de la montaña, el comercio no alcanza la capacidad reguladora de las llanuras o de las zonas de gran comunicación y la vía de la eficacia se hace casi imprescindible. Físicamente, en todas las montañas se desmantelan sus cumbres exportando fertilidad a las llanuras y la organización de las comunidades que siguen explotándolas debe regular lo que va quedando. Se analizan los cambios de los últimos 50 años en la ganadería del Pirineo y Montes Cantábricos tipificando los recursos tradicionales que mejor los han soportado y se extraen pautas imprescindibles para las nuevas generaciones.

Palabras clave: autogestión, selección por comportamiento, Norte de España

THE MOUNTAIN GRASSLAND SYSTEMS OFFER AN ACCUMULATIVE CAPACITY OF MANAGEMENT

SUMMARY

The mountain farmers operate on whole of animals (flocks, herds, working herds) copying models coming surely from the beginning of domestication. The apprenticeship lengthwise of centuries was received as a heritage and they will to enrich through every generational change. Furthermore, in mountain difficulties the commerce do not rise a regulative capacity as on the plains or well communicated regions and therefore the efficiency way is nearly indispensable. Physically, the summits of all the mountains are eroded exporting fertility to the plains and the human community organisation must control the balance. The last 50 years changes on Pyrenean and Cantabrian farming systems are analysed typifying the best traditional resources to support them and some basic rules are summarized to the new generations

Key words: self management, ethological selection, Northern Spain

INTRODUCCIÓN

Sufrimos grandes cambios ambientales en pocos años y sus efectos se notan en cada montaña, pero lo más grave y general es comprobar la pérdida del impulso gestor ganadero por la deserción juvenil con vejez en aumento (Briand *et al.*; 1989; Montserrat, 2003); se derrumban las comunidades tradicionales invadidas ahora por un “turismo de ocio” que ocupa espacio y prados, sin contribuir, más bien comprometiendo un desarrollo rural correcto (Briand *et al.*, 1989).

La evolución ha sido rápida por deterioro de la cultura rural al llegar el tractor que desplazó mulas y bueyes, con abandono de prados, pastos y forrajes dedicados a la dula de trabajo; eran pastos que ahora servirían para el ganado de vida en la montaña (Montserrat, 1980,1997). Este suelo, estercolado con naturalidad durante siglos, conserva su materia orgánica, tiene mucha vida, y aún mejora si se usa bien (Montserrat, 1956a, b; Hermansen y Kristensen, 2004). Sin ninguna duda, los pastos forman sistema con el ganado, son dependientes (Montserrat, 1979). Fueron malas las roturaciones de pastos, pero es peor el abandono generalizado, esa falta de ganado que impide la recuperación del “suelo vivo” esencial en la montaña (Montserrat, 2001).

Estas consideraciones evidencian el problema: acaba un mundo tradicional que se adaptó paulatinamente por evolución continuada de hombres y animales a sus montañas (Montserrat, 1994) y llega otro mundo con ciudadanos especuladores que lo sustituyen y así desvían la tendencia natural. Se desmoronan estructuras que acumularon suelo y fertilidad por un uso correcto, con rebaños entrenados y pastores compenetrados, experimentados en su manejo desde la infancia. Ahora predominan los usos ajenos a la ganadería. El problema es grave y mencionamos tres ejemplos escogidos entre muchos parecidos.

Antecedentes: Tres ejemplos

Para situarnos comentamos unos sistemas de montaña organizados a lo largo de los siglos en montes alejados, y que ahora desaparecen.

A. Llánaves de la Reina (León) tenía 30 familias organizadas en el nacimiento del río Esla (León), a 1450m de altitud; era una maravilla de *cultura rural* con 600 vacas y sus crías. La comunidad tenía cohesión. Su pastor profesional recibía la visita diaria de un vecino. Regaban sus prados con aguas del Esla recién nacido y sus jóvenes cuidaban el prado de las viudas. Su término alcanzaba el Corisco, Peña Prieta, valle Naranco y por el Boquerón de Bobias subían al Alto Carrión o a Peña Prieta de Llánaves; estuvimos en 1951 y 1953 como botánico (Montserrat, 1983). Ahora todo son ruinas, brezales y turberas; se perdió una riqueza, un modo de vida enraizado, natural, y queda un paisaje desolado.

B. En Cantabria teníamos la *vaca tudanca* protegida por nuestros reyes como productora de un buey excepcional. Se desorganizaron sus vacadas por decisión de “técnicos foráneos” que rozaron, labraron, destruyeron “la casa” de la Tudanca, sus pastos con el seto forrajero de acebo y fresno. Aún vimos, años setenta, una hilera de vacas en la carretera, con una vieja como guía, que subían sin pastor después del invierno a Palombera en el Alto Campóo, para parir en el lugar donde nacieron, con seto del acebo recomido (Montserrat, 1983). Era lo que podemos llamar una “protocultura”, o comportamiento que perdimos sin aprovechar sus posibilidades gestoras y además los cruces con heterosis posible. La *Mancomunidad Campóo-Cabuérniga* conserva sus Ordenanzas antiquísimas,

revalidadas por los Reyes Católicos, que fueron eficaces para conservar su patrimonio hasta nuestros días (Montserrat y Fillat, 1980).

C. La Mancomunidad de Ansó-Fago en el Pirineo aragonés es ejemplo de cultura ganadera con trashumancia al Valle del Ebro (Fillat, 1980) que persistió hasta los años sesenta; ahora faltan rebaños y el pasto se llena de maleza, pierde calidad y belleza. Es un ejemplo de sistema tradicional sin evolucionar, que no aprovecha bien las posibilidades actuales. El problema tiene implicaciones complejas y dificultan esa evolución que podría mejorar el comportamiento de sus rebaños, hasta reducir el esfuerzo gestor.

ÁMBITO NATURAL DE NUESTRO ESTUDIO

Actuamos durante medio siglo como botánicos y especialistas en los pastos del norte peninsular (Montserrat y Fillat, 1990) y conocemos los mecanismos naturales que frenan la erosión; esa pérdida de fertilidad en las montañas. Veremos aspectos propios del **nivel mineral, suelo, pastos** y también un **gregarismo animal** que culmina en *cultura gregaria* (Dubost, 1981), la vida comunal naturalizada, arraigada en el solar de sus antepasados.

Nivel mineral. Los peñascos con cianofíceas fijan nitrógeno atmosférico (Körner, 1999). Los esquistos y rocas sedimentarias liberan arcilla. Sobre granitos predomina la materia orgánica con acidez y sin arcilla heredada de la roca madre (Soutadé, 1980). **Las plantas del llamado “Elynion”** cubren las crestas con suelo de humus y arcilla eólica; allí forman un pasto creador y conservador de suelo en lo más alto, pero se necesitan siglos de continuidad edafogénica (Braun Blanquet, 1948).

La última glaciación excavó circos y valles en U con paredes que dan grava en ladera con plantas y una trama de raíces bajo los pedruscos superficiales; resisten gracias a su adaptación antiquísima, tanto a ser aplastadas como a la rotura que aumenta el renuevo tierno; son plantas eficientes y rebrotan con facilidad (Körner, 1999). La naturaleza sabe compensar las pérdidas. En alta montaña hay plantas eficientes que resisten la explotación abiótica y además la del herbívoro, evitando la erosión.

Interesa el trabajo de un **pequeño roedor** (*Microtus sp.*) con sus galerías superficiales bajo la nieve y otras profundas que facilitan el desagüe *sin erosión* al fundir la nieve. Con *Festuca eskia*, acumulan un suelo profundo, lo airean para el *bioedafon* que “prepara” el abono para facilitar la renovación del pasto. En la parte baja de cada ladera disminuye la pendiente con agua edáfica y proliferación del cerrillo amargo (*Nardus stricta*) que indica un suelo sin oxígeno, inicial de la turbera. Por lo tanto la vida del suelo es importante (Montserrat, 1990) y el pastoreo la favorece, mientras su abandono propicia el deterioro. Las deyecciones fuerzan el renuevo, un pasto fresco y nutritivo.

El bardal, (*Quercus pyrenaica*) rebajado, casi como alfombra verde en montes del centro-oeste peninsular, destaca como pasto marginal a conservar mediante rebaños especializados que sustituyan al ganado de trabajo que los mantuvo rastrosos durante siglos (Montserrat y Fillat, 2004). Es una oportunidad perdida por un descuido de los gestores ganaderos en ambiente marginal.

Hay pastos abandonados, considerados “improductivos” y en ellos está el porvenir de valles y comarcas montañosas. Destacamos a continuación los temas relacionados con la pérdida de vida rural y los que indican una solución viable.

LA RUINA DEL MUNDO RURAL EN NUESTRAS MONTAÑAS

Es un abandono que aumenta sin cesar. Presentamos numeradas unas generalidades relacionadas con esa inquietud y así destacamos los hechos más perturbadores.

1. **Los conservacionistas.** Aumentan gracias a los medios de comunicación divulgadora y sus acciones provocan la reacción de quienes se consideran afectados. Conviene orientar tanta ilusión como tienen, ordenar su actividad.
2. **Ambiciones.** Las propias del edil educado para la ciudad pero desconectado de una vida rural en la montaña. Se vende *terreno público*, merman los pastos y su mal ejemplo expulsa los jóvenes ganaderos.
3. **Politización de los valles.** Hay ambiciosos que se apoyan en partidos políticos creados para gobernar la nación. Los intereses foráneos destruyen la cohesión cultural, el desarrollo *autogestionado* desde su base y además completo, sin partirse, evitando que los de montaña sean “pocos y mal avenidos”. El desarrollo autóctono entra en el sistema político general, pero no a la inversa. Cada cultura conserva otros valores adaptativos, como son las modalidades dialectales y folclóricas (Dendaletche, 1982).
4. **Mala organización y falta de servicios.** Están lejos los servicios de la ciudad y eso favorece la huida del joven, esa fuerza esencial para mantener la cultura ganadera.
5. **Aparente falta de porvenir.** No se cuida ese aspecto tan unido al usufructo de la *propiedad comunal* y a una *educación* apropiada que les abra perspectivas de futuro.

Encabezamos con letras lo positivo que romperá esa caída cultural gestora, abriendo las posibilidades para una ganadería de montaña “automatizada”, acumuladora de información gestora y además creadora de un paisaje bucólico, con los pastores renovados en su ambiente.

- a) **Proliferan los Parques y Reservas.** Desencadenarán la recuperación. Pretenden ahora conservar especies de vegetal o animal y olvidan al hombre organizado, el que sabía vivir “en grupo” y aprovechar los recursos de montaña (Montserrat, 2004); sin duda ese *pastor renovado* será *el guarda* para el Parque y además de lo suyo que por cierto es de todos. Ellos deben usufructuarlo y mejorarlo todo.
- b) **Educación adecuada.** Antes teníamos familias con muchos hijos que “vivían la gestión” contada por el abuelo; así conocían pronto sus pastos y montes. Ahora conviene imitar esa *familia-empresa* mediante una *guardería* con *escuela* especializada.
- c) **Creación de núcleos para servicios.** Es imparable la *invasión turística* y debemos ordenarla para salvar lo esencial de cada cultura ganadera. Conviene fomentar un *turismo integrado*, revitalizador que acerque los servicios a la montaña ganadera.

d) Divulgar la importancia de una recuperación. Se conservarán comunidades humanas que pueden desaparecer y además produciremos comida de calidad para turistas exigentes, con aumento de belleza en un *paisaje bucólico* de prados y pastos.

e) Un país culto no debe olvidar sus raíces. Hasta bajo perspectivas económicas convienen esos bienes ganaderos enraizados que aseguran alimento en las épocas difíciles, ya sea por la falta de turistas o por las catástrofes o guerras inesperadas

CAPACIDAD GESTORA DE LOS REBAÑOS

En lo comentado destaca una riqueza cultural (Montserrat, 1980) perdida por la deserción de jóvenes que no evolucionaron ni aprovecharon las posibilidades gestoras del rebaño mejorado, seleccionado por su gregarismo y en cada monte de la comunidad ganadera. Teníamos capacidad gestora por adaptación multiseccular de los rebaños y pastores que perdimos en pocos años seleccionando “individuos” por su estampa o para la cuadra; son animales que no conocen sus montes ni los recorrerán jamás con autonomía y eficacia por no haberlos preparado antes. Vislumbramos la selección del rebaño sin pastor y con el guía estimulado a distancia. Vimos unas dificultades y también oportunidades con perspectivas al aprovechar la riqueza gestora adquirida por adaptación multiseccular (Montserrat, 1999).

Destacamos las fuerzas naturales que actuaban en las manadas y fueron heredadas por los rebaños domesticados, con animales que se consideraban improductivos al compararlos con los de cuadra. Conviene una revisión de actitudes profunda, para fomentar la selección por comportamiento, con unos guías eficaces para la montaña.

CONCLUSIÓN

Urge un cambio de actitud que rejuvenecerá nuestro mundo rural y la ganadería de montaña. Persiste una predisposición genética en nuestras razas autóctonas y hay suelo vivo en la montaña con unos pastos aprovechables que aún mejorarán por el pastoreo eficaz, si acertamos en minimizar el esfuerzo del pastor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAUN BLANQUET, J., 1948. *La végétation alpine des Pyrénées Orientales*. CSIC, Estación de Estudios Pirenaicos, 320 pp. Barcelona (España).

BRIAND, F.; DUBOST, M.; PITT, D.; RAMBAUD, D., 1989. *Les Alpes, un système sous pression*. Imprimerie France Quercy 131 pp., Le Bourget-du-Lac (Francia).

DENDALETTCHE, C., 1982. *L'Homme et la Nature*. Berger-Levrault, 350 pp. París (Francia).

DUBOST, M., 1981. Les ovins en alpage, approche ethologique. En: *Recherches en Briançonnais*, 65-82. Ed. CEMAGREF, Grenoble (Francia).

FILLAT, F., 1980. *De la trashumancia a las nuevas formas de ganadería extensiva. Estudio de los valles de Ansó, Hecho y Benasque*, 620 pp. Tesis, Universidad Politécnica de Madrid (España).

HERMANSEN, J.; KRISTENSEN, T., 2004. Integrated Forage and Livestock Production. En: *Organic Farming. Science and practice for profitable livestock and cropping*, 61-72. Ed. A. HOPKINS. British Grassland Society. Reading (Reino Unido).

KÖRNER, C., 1999. *Alpine Plant Life. Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*. Springer, New York (EEUU).

MONTSERRAT, P., 1956a. *Consideraciones sobre la mejora de los prados en Seo de Urgel y valles próximos*. Cooperativa del Cadí, 66 pp. Seo de Urgel (España).

MONTSERRAT, P., 1956b. *Los pastizales aragoneses. Avance sobre los pastos aragoneses y su mejora*. Ministerio de Agricultura, 190 pp. Madrid (España).

MONTSERRAT, P., 1979. El sistema ganadero y las limitaciones energéticas. *Pastos* **9** (1) 28-33.

MONTSERRAT, P., 1980. Base ecológica de las culturas rurales. Ensayo sobre ecología del hombre integrado en su ambiente. En: *I Congreso Español de Antropología*, Vol I: 217-230, Barcelona (España).

MONTSERRAT, P., 1983. Las áreas de montaña y su gestión integral. En: *I Jornadas sobre Montes Comunes*, 119-124. Ed. Consejería de Agricultura. Oviedo (España).

MONTSERRAT, P., 1990. Interés del bioedafón en el pastoralismo vasco. En: *Actas de la XXX Reunión Científica de la S.E.E.P. - Ponencias y Comunicaciones*, 101-108. Ed. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. San Sebastián (España).

MONTSERRAT, P. 1994. La cultura en el paisaje. *El Camp*, **131** 235-249.

MONTSERRAT, P., 1997. El pastoreo que dinamizará un progreso sostenido. *Pastos*, **24**: 137-163.

MONTSERRAT, P., 1999. La gestión ambiental. Aspectos instintivos y culturales adquiridos por coevolución. En: *Homenaje a D. Angel Ramos, 1926-1999*, 1451-1462. Ed. E.T.S.I.M. Madrid (España).

MONTSERRAT, P., 2001. Importancia gestora y social del pastoralismo. *Archivos de Zootecnia* **50** 491-499.

MONTSERRAT, P., 2003. Aspectos ecológicos y culturales del dinamismo rural. *Monografías de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas Químicas y Naturales de Zaragoza* **24** 1-38.

MONTSERRAT, P., 2004. Naturalicemos, internalicemos la gestión en ambiente de montaña. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza* **59** 61-69.

MONTSERRAT, P. FILLAT, F., 1980. Evolución e importancia de la economía ganadera en el Campóo y montaña santanderina. En: *Coloquio Hispano-Francés sobre áreas de montaña*, Madrid, 215-228. Ed. CASA DE VELAZQUEZ. Madrid (España).

MONTSERRAT, P; FILLAT, F. 1990. The systems of grassland management in Spain. 37-70 En: *Managed grasslands*. Ed. A. BREYMEYER. Elsevier Science Publishers, Amsterdam (Holanda).

MONTSERRAT, P ; FILLAT, F, 2004, Pastos y ganadería extensiva. Evolución reciente de la ganadería extensiva española y perspectivas. En *Pastos y Ganadería Extensiva*.9-17. Ed. B. GARCIA CRIADO; A. GARCIA CIUDAD, B.R. VAZQUES DE ALDANA, I. ZABALGOGEAZCOA. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Salamanca (España).

SOUTADÉ, G., 1980. *Modelé et dynamique actuelle des versants supra-forestiers des Pyrénées Orientales*.. Imprimerie Cooperative du Sud-Ouest, 325 pp. Albi (Francia).

PROPUESTA DE DEFINICIÓN DE UNIDAD ANIMAL Y METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN, PARA SU APLICACIÓN EN SISTEMAS DE PASTOREO EXTENSIVO

N. MANDALUNIZ, R. RUIZ Y L. M. OREGUI.

NEIKER - Dep. Agrosistemas y Producción Animal. Apdo. 46 01080 Vitoria-Gasteiz.

loregi@neiker.net

RESUMEN

Las diferentes aportaciones y propuestas de definición de unidades de demanda en animales en pastoreo, junto a las distintas teorías sobre la capacidad de ingestión, han llevado a establecer la Unidad Animal (UA) para cuantificar la demanda que realizan los animales que utilizan recursos en pastoreo. Se define esta UA como la demanda de pasto equivalente a 10 kg de materia seca (MS)/día, que corresponde a la ingestión potencial de una vaca seca de 500 kg de PV (peso vivo). Una vez definida se establecen las ecuaciones de equivalencia en UA, para lo que se considerando la información existente sobre los factores que determinan la ingestión potencial de las distintas especies de rumiantes. En el caso del vacuno se proponen las ecuaciones $UA=0,00945*PV^{0,75}$, $UA=0,0100*PV^{0,75}$ y $UA=0,00945*PV^{0,75} + 0,02*1$ de leche, para vacas secas, gestantes y lactantes respectivamente. Para ovinos y caprinos secos y gestantes se propone una única ecuación $UA=0,0065*PV^{0,75}$, mientras que en el caso de animales en lactación se señalan una para cada especie, $UA=0,0065*PV^{0,75} + 0,065*1$ de leche, para el ovino y $UA=0,0065*PV^{0,75} + 0,0304*1$ de leche, en el caso del caprino

Palabras Clave: Unidad Animal; equivalencias, pastoreo extensivo.

ANIMAL UNIT DEFINITION PROPOSAL FOR IT USE IN EXTENSIVE GRAZING SYSTEMS AND METHODOLOGY OF EQUIVALENCIES CALCULATION

SUMMARY

Taking into account different definitions about units of animal demand in extensive or range animal systems a definition of Animal Unit (AU), as unit of animal demand in extensive livestock systems is proposed. The AU is equivalent to 10 kg of DM d⁻¹, which correspond to the estimated daily ingestion for a cow of 500 kg of LW. Considering this AU, and bearing in mind the influence of animal factors, as LW, pregnancy or milk production, on ingestion a set of equations for UA equivalencies estimation has been set up. For cows three equations, $UA=0,00945*PV^{0,75}$, $UA=0.0100*PV^{0,75}$ and $UA=0.00945*PV^{0,75} + 0,02*1$ of milk, for dry, pregnant and lactating cows, respectively, has been proposed. In sheep and goats the same equation, $UA=0.0065*PV^{0,75}$, is retained for dry and pregnant animals. For each of these species, a different equation is considered in lactating animals, $UA=0.0065*PV^{0,75} + 0.065*1$ of milk and $UA=0.0065*PV^{0,75} + 0.0304*1$ of milk, for sheep and goat respectively.

Key words: Animal Unit, Animal Unit equivalents, extensive grazing, range.

INTRODUCCIÓN

En un trabajo previo (Mandaluniz *et al.*, 2004) se analizaba la confusión existente respecto al concepto de carga ganadera, utilizando la Unidad de Ganado Mayor (UGM) como indicador de la presión o demanda que realizan los animales sobre recursos pastables. Esta confusión se debería principalmente a dos razones: i) la dificultad en disponer de una definición clara de la UGM: ii) a su empleo tanto como unidad de demanda de forraje, de utilización del terreno, de medida del efecto contaminante de la actividad animal, e incluso como unidad administrativa. Por ello, en la línea de lo indicado por otros autores (Scarnecchia, 1996), se planteaba la necesidad de definir una unidad animal como unidad de demanda ejercida por el ganado, para su utilización en producción extensiva. Igualmente se postulaba la denominación de Unidad Animal (UA) para evitar confusiones con el término UGM.



Figura 4.- Conceptos utilizados en producción animal extensiva y relacionados en distintos grados con la Unidad Animal (UA). Adaptado de (Scarnecchia, 1996).

Una definición clara de esta unidad resulta imprescindible en el estudio y gestión de los sistemas extensivos, así como en los trabajos de comparación entre ellos, al ser la demanda de forraje un concepto básico para la definición del resto de conceptos empleados en producción extensiva (Figura 1). Igualmente es importante en los procesos de modelización, cada vez más extendidos para el análisis y la gestión de los sistemas extensivos.

En la presente comunicación se aporta una posible definición de la Unidad Animal (UA) como unidad de demanda, y se establece el sistema de cálculo de equivalencias entre los principales rumiantes domésticos utilizados en sistemas extensivos.

DEFINICIÓN DE UNIDAD ANIMAL

La principal relación existente entre el pasto y el ganado es una relación oferta/demanda, es decir entre la cantidad de alimento que es capaz de proporcionar el pasto y la que es capaz de consumir el ganado que lo utiliza. Por consiguiente se precisa disponer de una magnitud que permita evaluar la demanda, determinada por la ingestión potencial, en las mismas unidades que las que se pueda definir la oferta, por ejemplo kg de Materia Seca (MS).

La ingestión de los animales, demanda, está condicionada tanto por las características del animal, como por las del pasto que utiliza (Figura 2). Sin embargo, el hecho de que la unidad que se establezca medirla y cuantificarla deba utilizarse en

condiciones muy diversas, plantea la necesidad de realizar un proceso de abstracción (Scarnecchia, 1995) la ingestión de las características del pasto, considerando exclusivamente los factores animales que lo determinan (Scarnecchia, 1985; Scarnecchia, 1986).

2.a

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

2.b

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Figura 2.- Ingestión (kg MS d⁻¹) en el ganado vacuno. 2.a Ingestión de forrajes de diferente valor energético por vacas de 500 kg de PV. 2.b Evolución de ingestión en función del peso, considerando un forraje con 1,3-1,4 Mcal/kg MS de Energía Neta de mantenimiento (ENm). (Ec. 1 Ingestión= $PV^{0,75}(0,0194 + 0,0545ENm)$ Ec. 2 Ingestión= $PV^{0,75}(0,0463 + 0,045ENm^2)/ENm$; Ec. 3 Ingestión= $PV^{0,75}(0,0384 + 0,045ENm^2)/ENm$ (NRC, 1987, 2000); INRA Ingestión= $95*PV^{0,75}/UE*1000$, siendo UE las unidades lastre del Forraje (Dulphy, 1987)

Esta abstracción de la ingestión respecto a las características del pasto exige definir un alimento tipo sobre el que relacionar la ingestión de los animales, de forma similar al proceso realizado en la conceptualización de la capacidad de ingestión (CI) del sistema de racionamiento del INRA (Dulphy *et al.*, 1987; Jarrige, 1988). Esta similitud plantea la posibilidad de utilizar la CI en la estimación de la demanda. Sin embargo, la CI tal como esta definida en el sistema de racionamiento INRA presenta dos problemas para su empleo en producción extensiva. El primero se relaciona con la utilización de tres unidades distintas para su cuantificación, según se trabaje en ovino (UEM), vacuno (UEB) o vacuno lechero (UEV). El segundo es que para su empleo en el análisis de la relación oferta/demanda es necesario poder cuantificar la oferta en unidades equivalentes (Valor Lastre del pasto). Sin embargo, para los pastos de montaña contar con este parámetro es difícil (Jarrige, 1988), no disponiéndose tampoco de metodologías accesibles para su estimación laboratorial (Demarquilly, 1981).

De las propuestas de definición de unidades de demanda animal existentes en la bibliografía destacan las realizadas por Scarnecchia y Kothmann (1982) y por Voisin, (1963). En la primera, a partir de la definición realizada por la Society of Range Management (1974), se propone como unidad animal (Animal Unit) “un animal con una demanda aproximada de 12 kg de MS/día”. Esta definición, al basarse en una doble abstracción, respecto al pasto utilizado y del animal que la realiza, facilita su extrapolación a situaciones diferentes, no estando tampoco está condicionada por los factores considerados en la definición de la ingestión, o por los sistemas de racionamiento utilizados. Sin embargo, la ausencia de referencias a un animal de características concretas dificulta su empleo (Hobbs y Carpenter, 1986), especialmente cuando se trata de utilizar en trabajos de extensión.

La propuesta de unidad de demanda de Voisin (1963), por el contrario, se basa en el consumo de una vaca de 500 kg de PV, no indicándose a cuanto equivale. Aunque un animal de estas características sería representativo del vacuno utilizado en regímenes extensivos, según este autor la ingestión potencial estaría únicamente determinada por el peso del animal, no teniendo en cuenta otros factores, por ejemplo la producción lechera, cuya incidencia es de sobra conocida.

Teniendo en cuenta este conjunto de aportaciones, así como la predicción de ingestión del ganado vacuno de carne (Dulphy *et al.*, 1987; NRC, 1997 y 2000), que se resume en la Figura 2, se propone como *Unidad Animal: la demanda de pasto equivalente a 10 kg de MS/día, y correspondiente a la ingestión potencial de una vaca seca y no gestante de 500 kg de PV.*

EQUIVALENCIAS EN UNIDADES ANIMALES DE ANIMALES DE DISTINTAS CARACTERÍSTICAS

En la definición de un sistema que permita establecer las equivalencias en UA de los animales de diferentes características que utilizan los sistemas extensivos, se han tenido en cuenta los efectos que el tamaño (PV), y el estado productivos, producción lechera y gestación, tiene sobre la ingestión. No se han incluido otros factores, como el sexo o la edad, cuya incidencia es mucho menor, además de resultar difíciles de diferenciar del efecto del PV (Jarrige, 1988; NRC, 1987).

Para la estimación de la demanda potencial de ganado vacuno en pastoreo se ha utilizado la siguiente ecuación de estimación de la ingestión:

$$I \text{ (kg MS d}^{-1}\text{)} = 0,0945 * PV^{0,75} \quad (1)$$

en la que I corresponde a la ingestión (demanda potencial de forraje) en kg MS d⁻¹, y PV^{0,75} al peso metabólico. Esta ecuación se deriva de la propuesta por NRC (2000) para vacuno de carne no gestante, y considerando una hierba con un contenido de 1,3 Mcal kg⁻¹ de Energía Neta de mantenimiento (ENm), la misma considerada en el establecimiento de la UA. Teniendo en cuenta, que según la definición propuesta una UA, equivale a 10 kg de MS: UA=I/10= 0,00945*PV^{0,75}. Por tanto en el ganado vacuno, seco y no gestante, 100 kg de PV^{0,75} equivalen a 0,945 UA.

En el caso de animales gestantes esta ingestión potencial, y por tanto su equivalencia en UA, se vería incrementada un 6% (NRC, 2000). En vacas lactantes la ingestión potencial se incrementaría en 0,2 kg MS kg⁻¹ de leche estándar (NRC, 1987), equivalente a 0,02 UA l⁻¹ de leche producida. Las ecuaciones de calculo de los equivalentes en UA para el ganado vacuno de distintas características se resumen en la Tabla 1.

En el ovino, la estimación de la ingestión potencial se ha realizado a partir de los datos aportados por (Dulphy *et al.*, 1987). Para ello se ha tenido en cuenta la relación entre la CI y la Peso Metabólico (PV^{0,75}) descrita por estos autores, y la ingestibilidad que de acuerdo a este sistema presentan los forrajes con una ENm similar a la considerada en la ecuación del vacuno (1), y calculada a partir de la información aportada en tablas (Jarrige, 1988). La ecuación resultante de estimación de la ingestión potencial en ovino es:

$$I \text{ (kg MS d}^{-1}\text{)} = 0,065 * PV^{0,75} \quad (2)$$

en la que I, y PV^{0,75} tienen el mismo significado que en la ecuación (1). Por consiguiente la equivalencia de UA en ovino sería: UA= 0,0065*PV^{0,75}, con un incremento de 0,65 UA por cada 100 kg de Peso Metabólico adicional en pasto. Al contrario que en vacuno, se considera que la ingestión en el ovino no se ve afectada por la gestación (Caja *et al.*, 2002).

En cuanto al efecto de la producción lechera, estos mismos autores consideran un incremento de la CI de 0,754 kg por litro de leche estandarizada a 5 MJ l⁻¹, equivalente a 0,065 UA l⁻¹, teniendo en cuenta las características del forraje tipo utilizado en la definición de la UA.

En la estimación de la capacidad de ingestión del caprino (Tabla 1) se han considerado los datos aportados en (Jarrige, 1988). Del análisis de los mismos se obtiene una capacidad de ingestión de aproximadamente 63 g de MS por kg PV^{0,75}, similar a la resultante en el ovino, por ello y para simplificar se propone emplear en el caprino la misma ecuación utilizada en el ovino: 0,0065UA/kg PV^{0,75}. Esta ecuación sería igualmente válida en caso de animales en gestación, ya que esta no afectaría a la ingestión (Jarrige, 1988). Este mismo autor señala un incremento de la ingestión por unidad de leche producida inferior a la observada del ovino, posiblemente relacionado con el menor contenido energético de la leche, y equivalente a 0,0304 UA kg l⁻¹.

Tabla 1.- Equivalencias de UA-día de distintas especies de rumiantes, en función de su tamaño y estado fisiológico, a partir de las ecuaciones propuestas en el texto.

PV (kg)	Equivalencia en UA-día		
	Secas	Gestación	Lactación*
Vacuno	0,00945*PV ^{0,75}	0,0100*PV ^{0,75}	0,00945*PV ^{0,75} + 0,02*1 de leche
300	0,68	0,72	0,83
400	0,85	0,90	1,00
500	1,00	1,06	1,15
600	1,15	1,21	1,30
Ovino	0,0065*PV ^{0,75}	0,0065*PV ^{0,75}	0,0065*PV ^{0,75} + 0,065*1 de leche
40	0,103	0,103	0,168
50	0,122	0,122	0,187
60	0,140	0,140	0,205
70	0,157	0,157	0,222
80	0,174	0,174	0,239
Caprino	0,0065*PV ^{0,75}	0,0065*PV ^{0,75}	0,0065*PV ^{0,75} + 0,0304*1 de leche
40	0,103	0,103	0,195
50	0,122	0,122	0,213
60	0,140	0,140	0,231
70	0,157	0,157	0,249
80	0,174	0,174	0,265

* Los cálculos de UA-día para lactación se han realizado considerando una producción de 10,0, 1,0 y 3,0 l d⁻¹ en vacuno ovino y caprino, respectivamente

CONCLUSIONES

Las aportaciones realizadas por otros autores sobre el significado de la demanda en producción extensiva, así como sobre la cuantificación de la ingestión, ha posibilitado establecer la Unidad Animal (UA), como unidad de demanda del forraje disponible en pastoreo extensivo, y que se define como “la demanda de pasto equivalente a 10 kg de MS/día, y correspondiente a la ingestión potencial de una vaca seca de 500 kg de PV”. La información sobre de la influencia de los distintos factores animales sobre la ingestión ha llevado a establecer un conjunto de ecuaciones para estimar las equivalencias en UA del ganado vacuno, ovino y caprino. En todas ellas se ha considerado el peso, peso metabólico, de los animales y su producción lechera, en el caso de animales de lactación, mientras que la posible influencia de la gestación se ha tenido en cuenta únicamente en el ganado vacuno. Una vez establecida la UA, como unidad de demanda, sería necesario aplicarla al resto de conceptos relacionados con la demanda ejercida por los animales en pastoreo y utilizados en producción animal extensiva.

AGRADECIMIENTOS

La presente comunicación se ha realizado en el marco del proyecto “RTA-02-086-C2” financiado por el INIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caja, G.; Bocquier, F.; Ferret, A.; Gasa, J.; Pérez-Oguez, L.; Plaixats, J.; y Oregui, L.M., 2002. Capacité d'ingestion des ovins laitiers: Effets des principaux facteurs de variation, En F. Barillet y F. Bocquier, eds. *Nutrition, alimentation et élevage des brebis laitières. Maîtrise des facteurs de production pour réduire les coûts et améliorer la qualité des produits*, Vol. Serie B, No 42, Options Méditerranéennes. CIHEAM, Zaragoza (España).

Demarquilly, C., 1981. *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. INRA ed., Paris (Francia).

Dulphy, J.P.; Faverdin, P.; Micol, D.; Bocquier, F., 1987. Revision du Système de Unités d'Encombrement (UE). *Bulletin Thechnique C.R.Z.V., Theix, INRA* 70:19-34.

Hobbs, N.T., Carpenter, L.H. 1986. Viewpoint - Animal-Unit Equivalents Should Be Weighted by Dietary Differences. *Journal of Range Management* 39:470-470.

Jarrige, R., 1988. *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*. INRA ed., Paris (Francia).

Society of Range Management, 1974. *A glosary of terms used in range management*. 3d edition. Society of Range Management, Denver (USA).

Mandaluniz, N.; Igarzabal, A.; Ruiz, R.; Oregui, L.M., 2004. Consideraciones sobre el concept de carga ganadera en los sistemas extensivos y silvopastorales En: B. García-Criado, A. García-Ciudad, B. Vazquez de Aldama, I. Zabalgogeoazcoa eds. *Pastos y Ganadería Extensiva. XLIV Reunión Científica de la S.E.E.P.*, Salamanca. 371-375.

NRC., 1987. *Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals*. National Research Council ed. National Academy Press, Washington, DC (USA).

NRC., 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. National Research Council ed. National Academy Press, Washington, DC (USA).

Scarnecchia, D.L., 1985. The Animal-Unit and Animal-Unit-Equivalent Concepts in Range Science. *Journal of Range Management* 38:346-349.

Scarnecchia, D.L., 1986. Viewpoint - Animal-Unit Equivalents Cannot Be Meaningfully Weighted by Indexes of Dietary Overlap. *Journal of Range Management* 39:471-471.

Scarnecchia, D.L., 1995. Viewpoint: The Rangeland Condition Concept and Range Science's Search of Identity: A Systems Viewpoint. *Journal of Range Management* 48:181-186.

Scarnecchia, D.L., 1996. Viewpoint: Concept design in range management science. *Journal of Range Management* 49:421-424.

Scarnecchia, D.L.; Kothmann. M.M., 1982. A Dynamic Approach to Grazing Management Terminology. *Journal of Range Management* 35:262-264.

Voisin, A., 1963. *Productividad de la hierba*. Tecnos, Madrid (España).

VALORACIÓN Y USO GANADERO DE PASTOS HERBÁCEOS MONTANOS EN LA TRANSICIÓN ATLÁNTICO-MEDITERRÁNEA DE NAVARRA

J.M. MANGADO¹, V. FERRER² Y A. IRIARTE².

¹ I.T.G. Ganadero. Avda. Serapio Huici, 22 Edif. Peritos. 31610 Villava Navarra (España).

² V.F. Consultoría de Estudios y Proyectos de Pastos. C/Batondoa 3. Entreplanta B. 31006 Burlada Navarra (España).

RESUMEN

En ésta comunicación se aportan datos recogidos entre los años 2002 y 2004 acerca del uso ganadero de los pastos de la Sierra de Andía (Navarra), en la transición entre las regiones atlántica y mediterránea. Se diferencian tres tipos de pasto (mesofítico, xerofítico y xero-mesofítico) dándose las superficies reales ocupadas, su valor pastoral y su valoración energética obteniéndose una constante de transformación en el entorno de 45.

Se aporta la metodología para la estimación de la producción energética total anual y el uso ganadero habido en estos años.

En función de las variaciones climáticas interanuales se estima que los pastos cubren entre el 55 y el 65% de las necesidades del ganado y se proponen fechas de entrada y salida del ganado de los pastos para mejorar la cobertura de las necesidades del ganado y la sostenibilidad de los pastos.

Palabras clave: valor pastoral, producción energética, período de pastoreo

CHARACTERIZATION OF MOUNTAIN GRASS-BASED PASTURES FROM THE ATLANTIC – MEDITERRANEAN TRANSITION OF NAVARRA AND APPLICATION FOR FEEDING PURPOSES

SUMMARY

The study characterized the pastoral value and livestock use of the “Sierra Andía” pastures during the period 2002-2004. These pastures are located between the Atlantic and Mediterranean biographic regions.

In the study, there were differenced three pastures (mesofitic, xerofitic and xeromesofitic). For each pasture the real land area, pastoral value and energetic value were calculated. The methods to estimate the total energy production per year and the livestock use are showed.

The first result of the study was to obtain a constant ($K=45$) among pastoral value and energy production. All the pastures supplied between 55% and 65% of animal needs depending on weather of each year.

As conclusion, there were proposed dates to in and to out the animals on pastures with the aim to better supply the feed needs of animals and to assure the sustainability of these pastures.

Key words: pastoral value, energy production, pasturage period.

INTRODUCCIÓN

Las Sierras de Urbasa y Andia, con una extensión de 16 120 ha y una altitud media de 900-1000 m.s.n.m., se sitúan en la Navarra media occidental en la transición entre las regiones biogeográficas atlántica y mediterránea. Su estructura actual es consecuencia de una actividad antrópica intensa ejercida desde tiempo inmemorial. Tradicionalmente se han dado aprovechamientos pascícolas, forestales, caza y de recogida de materiales diversos (helecho, nieve, estiércol, hojarasca). El uso ganadero de los pastos como base alimenticia estival ha sido muy intenso en los siglos pasados desarrollándose adaptaciones botánicas extraordinarias (Montserrat, 1989) de alto valor ecológico, paisajístico y económico. A su vez su naturaleza geológica y el relieve kárstico que las caracteriza alimenta un acuífero subterráneo de gran importancia para el abastecimiento de agua potable a numerosas poblaciones urbanas.

En la actualidad actividades como el turismo, el ocio, la espeleología y otras han irrumpido en el paisaje de estas Sierras.

Para preservar los valores ecológicos y de ordenar los usos tradicionales y modernos se declaró éste territorio como Parque Natural en 1997 y se elaboró el Plan Rector de Uso y Gestión de sus recursos aprobado en 2001. (Dpto. de Medio Ambiente, 2000).

El objetivo de este trabajo es validar un método de estimación energética de la oferta pascícola y detectar desequilibrios en su uso ganadero. Así se podrán proponer normas de uso que garanticen la eficiencia y sostenibilidad de los recursos pastables.

MATERIAL Y MÉTODOS

La caracterización de los pastos y la metodología de obtención de los datos de producción, calidad y valoración pastoral están descritos en Ferrer *et al.* (2005).

En la tabla 1 se resume la distribución de las superficies ocupadas por cada tipo de vegetación y su cobertura en la Sierra de Andia (Ferrer y Canals, 2001).

Para la estimación del valor energético de los diferentes tipos de pasto se utilizó la herramienta Prév Alim de INRA, caracterizando los pastos por su ecología, edad al rebrote, estado fenológico, contenido en materia seca, contenido en materia mineral, proteína bruta y fibra bruta, obteniendo la previsión de su valor energético en UFL por kg de materia seca de pasto. Con ello y con los datos de producción por año y por corte se obtuvo la producción energética unitaria para cada tipo de pasto. Extendiendo estos datos a la superficie herbácea de cobertura real de cada pasto se estima la producción energética total anual de los pastos de la Sierra de Andia.

A resultados de la aprobación del Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del PN de Urbasa-Andia en 2001 se creó el servicio de guardería de ganado, encargado, entre otras funciones, de recoger los datos de entradas y salidas de ganado, por especies y por paraje de pasto. En base a estas informaciones se ha obtenido la variación quincenal de presencia de ganado, por especies ganaderas, y la media de uso ganadero en los años de control 2002, 2003 y 2004.

Tabla 1. Tipos de vegetación, superficie y cobertura en la Sierra de Andia

	Tipo de vegetación	Superficie	Coberturas estratos				Pasto
			arbóreo	arbustivo	herbáceo	desnudo	
	Zonas excluidas al ganado	9,2 ha					---
ARBOLADO	Hayedo denso	528,8 ha	100	6,5	4,8	88,7	P1
	Plantación de coníferas	0,5 ha	100	0	0	100	---
MATORRAL	Enebral	235,5 ha		62,7	24,5	12,9	P3
	Espinar cerrado	26,9 ha	0	100	0	0	---
	Espinar abierto	40,8 ha	60	15,3	80,3	4,4	P1
	Brezal de <i>Erica vagans</i>	624,8 ha	0	40,3	56,4	3,3	P1
	Bojeral (<i>Buxus sempervivens</i>)	92,9 ha	0	60	5	35	P2
PASTIZAL	<i>Festuca ovina</i>	1557,5 ha	0	3	70,1	28,3	P2
	<i>Festuca rubra</i> y <i>Festuca ovina</i>	579,1 ha	0	5,6	88,5	5,9	P3
	<i>Festuca rubra</i> y <i>Agrostis capillaris</i>	354,1 ha	0	10,2	86,9	2,9	P1
	Improductivo afloramientos	322,7 ha					---
	TOTAL	4372,8 ha					

P1 paso mesófilo de *Festuca rubra* y *Agrostis capillaris*, P2 pasto xerófilo de *Festuca ovina*, P3 pasto xero-mesófilo de *Festuca rubra* y *Festuca ovina*

Se ha utilizado el criterio de Arandía y Mangado (2000) para la transformación de cabezas de ganado en unidades de ganado mayor (UGMs).

1 vaca raza pirenaica de 500 kg de peso vivo = 1 UGM

1 oveja raza latxa ó navarra de 50 kg de peso vivo = 0,18 UGM

1 yegua de 550 kg de peso vivo = 1,1 UGM

La estimación de las necesidades energéticas de mantenimiento de 1 UGM como la definida se ha hecho según INRA (1990), incrementando un 25% para cubrir los consumos energéticos debidos a la actividad física y al incremento de pérdidas calóricas por condiciones climáticas desfavorables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valor pastoral (VP)

Los resultados de producción energética media y valor pastoral para cada tipo de pasto se recogen en la tabla 2.

Tabla 2. Producción energética (UFL/ha año) y valor pastoral (VP) de los pastos de la Sierra de Andía

Tipo de pasto	UFL/ha año				VP
	2002	2003	2004	promedio	
P1	1393	1742	1558	1564,33	33,02
P2	752	916	705	791	18,29
P3	939	1324	933	1065,33	25,46

Los factores de conversión (K) de valor pastoral a producción unitaria energética anual son:

P1.- K = 47 con oscilación 53 – 42

P2.- K = 43 con oscilación 50 – 39

P3.- K = 42 con oscilación 52 – 37

En diversos trabajos citados por Ferrer (1999) se estima un valor K de 50 para pastos montanos situados entre 1000 y 1500 m de altitud. En nuestro caso éste valor se supera en los años climáticos más favorables y queda 6 puntos por debajo en la media de tres años en los más desfavorables. Son los pastos mesófilos, desarrollados sobre suelos de mayor fertilidad, los que más se acercan al valor K 50, mientras que los desarrollados sobre suelos de peores características, pastos xerófilos y meso-xerófilos, alcanzan un valor K por debajo de 45.

Producción energética (UFL/año)

En la tabla 3 se resume la superficie pascícola útil, para cada tipo de pasto, aplicando los porcentajes de cobertura herbácea a las áreas ocupadas por cada tipo de vegetación recogidas en la tabla 1 y se obtiene la producción energética por tipo de pasto y total.

Tabla 3. Producción energética total (UFL/ año) de los pastos de la Sierra de Andía

Tipo de pasto	Superficie útil (ha)	UFL/ha año	UFL total
P1	718,24	1564,33	1 123 564,38
P2	1096,45	791	867 291,95
P3	570,2	1065,33	607 451,17
TOTAL			2 598 307,5

Uso ganadero

En las Figuras 1, 2 y 3 se recoge gráficamente la evolución quincenal de la presencia de ganado caballar, ovino y vacuno en los pastos de la Sierra de Andía en los años 2002, 2003 y 2004. La variación interanual de presencia de ganado, por especies, es muy pequeña y no ajustada a las diferencias de oferta pascícola. El uso ganadero de las Sierras de Urbasa

y Andía es muy tradicional. Las explotaciones, que basan el mantenimiento estival de su ganado en estos pastos, no disponen de otros recursos alimenticios en el fondo de valle y la suplementación con alimentos comprados comprometería gravemente la rentabilidad de la actividad ganadera. Por ello prefieren que los animales pierdan condición corporal en el caso de que escasee la oferta, sabiendo que la podrán recuperar al bajar en otoño a los pastos de fondo de valle y durante el invierno con alimentación suplementaria, manejo que tienen más asumido los ganaderos.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

En 1998 la máxima presencia de vacuno era de 1450 cabezas disminuyendo en la actualidad a unas 1100 (25% menor); en ovino, en 1998, se alcanzaban 30 000 cabezas y 22 000 (26% menor) en la actualidad y en caballar 850 en 1998 frente a 1200 en la actualidad (40% mayor). Estas variaciones de censos habidas desde 1998 hasta el período recogido en este trabajo responden a la evolución general habida en estas tres orientaciones productivas. El PRUG del Parque Natural de Urbasa-Andía no contempla ninguna regulación de las cargas ganaderas en estos pastos ya que, como se recoge más adelante, por derecho, no existe limitación del número de cabezas que aprovechan estos pastos.

En 1998 los datos de presencia de ganado en la Sierra se obtuvieron por encuesta directa sobre los ganaderos y los datos que se recogen en esta comunicación son los aportados por el servicio de guardería de ganado, puesto en marcha con la aprobación del PRUG para las Sierras de Urbasa y Andía.

En la Figura 4 se recoge la evolución quincenal de UGMs presentes en los pastos de la Sierra de Andía entre 2002 y 2004 que confirma lo apuntado acerca de la escasa variación interanual de la carga pastante en esta Sierra.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Cobertura de las necesidades del ganado

En la Figura 5 se recoge, por años, la cobertura de las necesidades energéticas de mantenimiento del ganado que pasta en la Sierra de Andía.

Como se ha comentado anteriormente la presencia de ganado y por tanto sus necesidades energéticas de mantenimiento es bastante estable entre años. La mayor o menor cobertura de sus necesidades con la oferta pascícola depende de las características climáticas del año, pero, en todo caso, solamente cubre las 2/3 partes en los años favorables y en el entorno del 55% en los años desfavorables.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo.

Mangado *et al.* (2000) encontraron variaciones en la condición corporal del ganado vacuno durante su estancia en pastos montanos estivales, aunque en ese caso, al tratarse de ganaderos con un alto grado de profesionalidad, retiran el ganado antes de que el estado de carnes sea inferior al que tenían los animales al acceder a los pastos.

Esta movilización de reservas corporales que pone en práctica el ganado en los pastos estivales no conlleva afecciones sobre la estructura de los pastos ya que, aunque parece ser que esta baja cobertura de necesidades se repite sistemáticamente a lo largo de

los años en la Sierra de Andia, no se observan en ella daños por sobrepastoreo (denudación de suelo, alteración de la composición florística de los pastos).

Por otra parte, la recogida de censos y períodos de estancia en los pastos de la Sierra de Andia por parte del servicio de guardería de ganado, se hace previo a su entrada, estimando la fecha de salida, por lo que este dato, básico a la hora de estimar la carga ganadera y las necesidades a cubrir, puede llegar a sufrir fuertes variaciones en función de la oferta de pasto.

En el PRUG otorgado al Parque Natural de Urbasa-Andia se proponía un período máximo de aprovechamiento de los pastos comprendido entre el 1 de Abril y el 30 de Noviembre aunque en la actualidad todavía no se ha puesto en práctica debido a que por tradición y derecho el uso de los pastos de Urbasa y Andia “*pertenece a todos los navarros sin límite en el tiempo o número de cabezas, y sin pagar canon alguno*”.

Sería deseable que la entrada del ganado ocurriera cuando el pasto hubiera desarrollado superficie fotosintética suficiente como para asegurar una buena oferta de pasto y una acumulación de reservas a nivel radicular que asegurara su persistencia y un buen rebrote tras la primera defoliación. En las condiciones ecológicas de la Sierra de Andia, y con la salvedad de las variaciones climáticas interanuales, se estima que la fecha de entrada del ganado a los pastos debería retrasarse hasta la primera quincena del mes de Mayo. Teniendo en cuenta que a partir de finales de Noviembre no se dan condiciones para el desarrollo vegetativo de los pastos se considera ajustada la fecha de salida del ganado propuesta en el PRUG de Urbasa-Andia.

CONCLUSIONES

El método del valor pastoral como herramienta indirecta de valoración es válida. En pastos montanos de altitudes de 1000 – 1200 m el factor de conversión K se sitúa en el entorno de 45.

El ganado que utiliza pastos montanos estivales moviliza reservas corporales cuando la oferta de pasto no cubre sus necesidades energéticas de mantenimiento y de adaptación al pastoreo.

Se propone como período de pastoreo en la Sierra de Andia el comprendido entre la primera quincena de Mayo y finales de Noviembre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANDIA, A.; MANGADO, J.M., 2000. Uso ganadero de las Sierras de Urbasa-Andia (Navarra). Datos básicos para una propuesta de gestión sostenible. En: *3ª Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 709-715. Bragança (Portugal), A Coruña-Lugo (España)

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, 2000. *Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Urbasa y Andia*. Gobierno de Navarra. Pamplona.

FERRER, V., 1999. *Valoración y cartografía de la capacidad de uso ganadero de los recursos pascícolas de Navarra. Protocolo metodológico*. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra. Pamplona.

FERRER, V.; CANALS, R.M., 2001. *Tipificación, valoración forrajera y cartografía de los recursos pascícolas de las Sierras de Urbasa y Andia y el Monte Común de las Améscoas*. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra.

FERRER, V.; IRIARTE, A.; MANGADO J.M., 2005. Caracterización de pastos herbáceos montanos en la transición atlántico-mediterránea de Navarra. En: *Actas de la XLV Reunión Científica de la SEEP*. Gijón (Asturias).

INRA, 1990. *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Ed. Mundi-Prensa, 432 pp. Madrid (España)

INRA. *PrévAlim. Módulo de previsión del valor de los alimentos*. Paquete informático versión 2.70. Distribuido por Pascual de Aranda. Burgos (España)

MANGADO, J.M.; ERBURU, J.A.; AMEZTOY, J.M., 2000. Producción, calidad y uso ganadero de los recursos pascícolas de la facería de Sorogain (Navarra). En: *3^a Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 579-583. Bragança (Portugal), A Coruña-Lugo (España)

MONTSERRAT, P., 1989. Los rasos de Urbasa y su importancia en la práticamente del futuro. *Navarra agraria*, **40**, 48-51.

ESTRATEGIAS DE UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS PASTORALES POR EXPLOTACIONES OVINAS EN UN ESPACIO NATURAL PROTEGIDO: EL PARQUE NATURAL DE LA SIERRA DE GUARA (HUESCA)

E. MANRIQUE, A. M^a. OLAIZOLA Y A. AMMAR.

Dpto. Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet, 177.
50013 Zaragoza (España)

RESUMEN

Las formas de utilización agroganadera del territorio y la relatividad del concepto de recurso, son consecuencia de la organización económica y social. La contribución de los sistemas ovinos a la sostenibilidad del medio natural es reconocida como relevante; sobre todo en determinados espacios protegidos donde contribuyen a la gestión del territorio y en los que el abandono de la actividad puede determinar el aumento de los riesgos de degradación paisajística ligados a fenómenos de erosión y a incendios. Cincuenta y cuatro explotaciones ovinas (32651 cabezas) utilizan 37383 ha del Parque de Guara (PSCG) y su zona periférica (ZPP), en la provincia de Huesca. A partir de una tipificación previa de estas explotaciones mediante Análisis de Correspondencias Múltiples y Análisis Cluster con información obtenida mediante encuestas individuales, se ha estudiado la utilización de los recursos pastorales por 11 explotaciones representativas de los cuatro grupos diferenciados. Se analiza la incidencia de la localización y de los factores productivos en el calendario, tipo de recursos utilizados y estrategias de pastoreo en estas explotaciones.

Palabras clave: pastoreo, sistemas ovinos, gestión sostenible.

STRATEGIES IN THE USE OF GRAZING RESOURCES BY SHEEP FARMS IN A PROTECTED NATURAL SPACE: SIERRA DE GUARA NATURAL PARK (HUESCA)

SUMMARY

Agro-farming land use and the relativity of the resource concept are a consequence of economic and social organization. It is widely recognized that sheep farming systems make a significant contribution to the sustainability of natural environments, especially in certain protected spaces in which they contribute to land management and in which, the abandoning of this activity has an environmental effect due to an increase in the risk of land degradation by phenomena such as erosion and fire. Fifty-four sheep farms (32651 animals) use 37383 hectares of the Guara Park (PSCG) and its peripheral area (ZPP). Based on a previous typification of these farms by means of Multiple Correspondence Analysis and Cluster Analysis, the use of grazing resources by 11 representative farms from the four different groups, has been studied. An analysis is made of the incidence of location and productive factors on the grazing calendar, type of resources used and grazing strategies of these farms.

Key words: grazing, sheep farming systems, sustainable management.

INTRODUCCIÓN

Las diferentes actividades agroganaderas y las formas de utilización del territorio están condicionadas por muy diversos factores de distinto carácter que trascienden a las disponibilidades de recursos naturales. Las formas de explotación del territorio constituyen siempre formas sociales. La relatividad del propio concepto “recurso” es consecuencia de la organización económica y social (Manrique *et al.*, 2002). En el caso del ovino, distribuido por la casi totalidad del territorio aragonés, la disponibilidad de recursos forrajeros y pastorales contribuye a la localización de las explotaciones en menor medida que en el caso del vacuno; aunque estos recursos contribuyen a definir las características diferenciadas de los sistemas de producción que pueden considerarse formas de adaptación al medio natural (Manrique *et al.*, 2002).

La contribución de los sistemas ovinos a la sostenibilidad del medio natural es especialmente relevante en determinados espacios protegidos, en los que contribuyen, al margen de sus objetivos productivos y económicos, al mantenimiento del paisaje, a la reducción de los riesgos medioambientales y son un instrumento esencial para la gestión del territorio. Son conocidos los efectos medioambientales del abandono de las actividades ganaderas en áreas de pastos características (reducción de la biodiversidad, incremento de los riesgos de degradación del paisaje ligados a fenómenos como la erosión y los incendios, etc.) (Bernués *et al.*, 2004; Asensio y Casasús, 2004). La sostenibilidad de las explotaciones ovinas no puede asegurarse sin el incremento de la productividad y la mejora de las condiciones sociales del trabajo, objetivos dificultados por los limitados avances técnicos y las importantes restricciones derivadas del pastoreo y la utilización del trabajo. Los avances en la productividad dependerán de la capacidad para generar tecnologías ecológicamente adaptadas y viables económicamente. Con frecuencia las innovaciones técnicas plantean la existencia de una aparente contradicción entre la función medioambiental y el necesario incremento de productividad y rentas de las explotaciones.

En el marco de un proyecto cuyo objetivo es proveer de instrumentos para la toma de decisiones en la gestión sostenible de un Parque Natural y de evaluar prácticas ganaderas compatibles con la sostenibilidad de las explotaciones, se analizan en esta comunicación la incidencia de la localización y de la disponibilidad de factores productivos en los calendarios, tipos de recursos utilizados y estrategias pastorales de las explotaciones ovinas que utilizan el Parque de la Sierra y Cañones de Guara, situado en el Prepirineo oscense.

METODOLOGÍA

Se ha partido de una tipificación previa obtenida mediante Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y Análisis Cluster (AC) de un grupo de 54 explotaciones ovinas que utilizaban áreas del Parque (año 2000) (Bernués *et al.*, 2004). Los datos se obtuvieron mediante encuestas individuales que permitieron elaborar los indicadores utilizados (Tablas 1, 2, 3, 4). Una segunda y posterior encuesta, realizada a once explotaciones representativas de los cuatro grupos obtenidos mediante el AC (manejo pastoral de los rebaños, estacionalidad de aprovechamientos, distribución de la SAU, disponibilidad y características de los factores productivos, etc.) ha permitido analizar algunos factores que contribuyen a explicar el comportamiento pastoral de las explotaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ovino pasta en el Parque de Guara 37387 ha, de las cuales el 51% son pastos arbustivos, el 23,8% arbolado denso, cultivos el 14%, arbolado ralo 6,5% y los pastizales el 1,7%. El 3,3% son otras superficies (Asensio y Casasús, 2004).

Nueve de los once municipios que utilizan el Parque, se incluyen en un mismo Grupo 6 de la tipificación de la ganadería de rumiantes realizada por Broca *et al.* (2003); y caracterizado por su situación en áreas del Prepirineo de escasa superficie cultivada, bastante heterogeneidad agrícola y notable extensión ocupada por “pastos arbustivos prepirenaicos”. La ganadería ovina es predominante y bastante vinculada al aprovechamiento del monte aunque se beneficie también de los recursos agrícolas (Broca *et al.*, 2003). Esta caracterización genérica se adecua totalmente a las de las once explotaciones representativas analizadas.

Las explotaciones representativas del primer grupo (Tabla 1) se localizan en la zona este del área que presenta un potencial pastoral variable entre medio-alto (1), bajo-medio (2) y medio-alto-muy alto (3) (Asensio y Casasús, 2004). En las tres explotaciones se estabula permanentemente en un periodo invernal en relación con la meteorología. En la explotación (1) también se limita el pastoreo en verano por la escasez de recursos. En todas es importante el aprovechamiento de pastos arbustivos, con arbolado y barbechos; sobre todo en la (3). Asimismo, en todas se cultivan forrajes pero sobre todo alfalfa de secano. La superficie de SAU y de pastos arrendados aparecen muy relacionadas con la dimensión del rebaño. La mayor es la (2) (852 cabezas, 666 ha SAU y 1500 de pastos) frente a (1) y (3) con 520 y 438 cabezas y SAU en torno a 160 ha. Es también la explotación (2) la que presenta un menor porcentaje (20%) de superficie cultivada de SAU. Las tres explotaciones realizan trabajo a tiempo parcial pero la (1) es la de mayores disponibilidades de trabajo (164 ovejas por UTA) y la (3) la única con trabajo exclusivamente familiar. Únicamente la explotación (3) suplementa en aprisco con alimentos de volumen y algún concentrado. La (2) no suplementa. El mayor pastoreo de superficies espontáneas en la (3) aparece ligado a su menor dimensión de rebaño, a una mayor SAU cultivada y al alto potencial pastoral de la zona pese a sus escasas disponibilidades de trabajo. Tampoco resulta contradictorio con prácticas más intensivas en la alimentación en aprisco.

Las explotaciones representativas del segundo grupo (Tabla 2) aparecen al norte de la zona y fuera del Parque (4); al sur en el límite del mismo (5), y la (6) al sur-este, en el interior de los límites. La (4) utiliza una zona de potencial pastoral medio; la (6) medio-alto y la (5) medio, alto y muy alto (Asensio y Casasús, 2004). Sobre todo la (4) y la (6) utilizan todo el año pastos arbustivos y con arbolado y las tres presentan rebaños de gran dimensión: 980 cabezas la (4), 1258 la (6) y 1750 la (5). La (5) dispone de las menores superficies, tanto de SAU como de pastos; las mayores superficies cultivadas donde se centra el pastoreo (fuera del Parque) y es la única que estabula en invierno. Presenta el mayor potencial de trabajo (3 UTA frente a 2 UTA de las (4) y (6)) pero es también la única con un pastor asalariado. Sólo los titulares de la explotación (6) tienen actividad fuera de la misma. Las tres suplementan en aprisco; lo que indicaría, a pesar de su carácter extensivo, la escasez de los recursos por la gran dimensión del rebaño. Salvo la (5) “más agrícola”, utilizan además raciones integrales en aprisco; lo que relacionaría este avance técnico más con la insuficiencia de mano de obra que con las prácticas de pastoreo.

Tabla 1. Características de las explotaciones y calendario de aprovechamientos de los recursos forrajeros y pastorales en explotaciones representativas. (Grupo 1)

Grupo 1 (n= 16)

Variables	Clases	%	Rebaño que pasta	Recursos
SAU	<250	87,5	Todo. Sólo vacías en julio - agosto	Pastos arbu
	250-1400	12,5		Barbechos
	>1400	0		Rastrojeras
SAU en Parque	<10	6,3		Alfalfas
	10<55	0		Esparceta
	>55	93,8		Veza
SAU en Periferia	0	100		Estabul.
	<55	0		
	>55	0		
% cultivos/ SAU	<20	37,5		Todas
	20<40	62,5	Salvo en cría o lecheras	Barbechos
	>40	0		Rastrojeras
UG Ovino	<50	62,5		Alfalfas
	50<100	37,5		Praderas
	>100	0		Estabul.
UGO/ha	no comunal	43,8		
	Pastos	<0,01		
	Comunales	>0,01	18,8	
% pastos/ SAU	<55	18,8	Todas	Pastos arbu
	55<80	68,8	Salvo preparto/ cría (50 días); meteorología o falta pasto	Barbechos
	>80	12,5		Rastrojeras
				Alfalfa
				Esparceta
				Veza/Ray g.
				Estabul.

Explotación nº1 Paules de Sarsa												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pastos arbu	■	■	■	■	■							
Barbechos							■	■	■	■	■	■
Rastrojeras											■	■
Alfalfas				■	■	■	■					
Esparceta				■	■	■	■					
Veza												
Estabul.	■											■

Explotación nº2 Las Almunias de Rodellar												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pastos arbus/arbol	■	■									■	■
Barbechos							■	■	■	■		
Rastrojeras							■	■				
Alfalfas			■	■	■	■	■				■	■
Praderas			■	■	■	■	■				■	■
Estabul.	■											■

Explotación nº3 Bárcabo												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pastos arbu			■	■	■	■				■	■	■
Barbechos			■	■	■	■			■	■	■	■
Rastrojeras							■	■	■	■	■	■
Alfalfa				■	■	■	■					
Esparceta				■	■	■	■					
Veza/Ray g.												
Estabul.	■	■										■

Tabla 2. Características de las explotaciones y calendario de aprovechamientos de los recursos forrajeros y pastorales en explotaciones representativas. (Grupo 2)

Grupo 2 (n= 13)

Variables	Clases	%	Rebaño que pasta	Recursos	
SAU	<250	7,7	Dos rebaños: paridas estabuladas y resto	Pastos arbus/arbol Praderas Esparceta Estabul.	<p>Explotación nº4 Molino de Villobas</p>
	250-1400	38,5			
	>1400	53,8			
SAU en Parque	<10	53,8	<p>Explotación nº5 Coscollano</p>		
	10<55	7,7			
	>55	38,5			
SAU en Periferia	0	23,1	<p>Explotación nº6 Asque</p>		
	<55	38,5			
	>55	38,5			
% cultivos/ SAU	<20	100	Todo año	Pastos arbu	<p>Recursos</p> <p>Pastos arbus/arbol</p> <p>Praderas</p> <p>Esparceta</p> <p>Estabul.</p>
SAU	20<40	0	De 1º mayo a mediados septiembre	Barbechos	
	>40	0	Solo vacías	Rastrojeras	
	UGO Ovino	<50	15,4	Las de cría	
50<100		61,5	1-1,5 h. día	Avena	
>100		23,1		Almen/olivo	
UGO/ha	no comunal	46,2		Estabul.	
	Pastos Comunales	<0,01	53,8		
		>0,01	0		
% pastos/ SAU	<55	0	Todas salvo en lactación	Pastos	
	55<80	0		Arbu/arbol	
	>80	100		Barbechos	
				Ray gras	
				Avena	
				Alfa/Esparc	
				Girasol	
				Almen/olivo	
				Estabul.	

Las explotaciones representativas del grupo 3 (Tabla 3) están situadas en el oeste fuera del Parque, (7) y (8), y en el este (9) en su interior. Las primeras con un potencial pastoral bajo y la (9) medio y alto (Asensio y Casasús, 2004). La SAU de la (7) y (8) es eminentemente agrícola, con rebaños de 985 y 588 cabezas respectivamente; disponen de 2 y 1,8 UTA de las cuales el 50% y el 17% es asalariada. La explotación (9), de escasa SAU (66% de pastos), sólo mantiene un pequeño rebaño de 198 cabezas, una UTA familiar y trabajo a tiempo parcial. Esta explotación situada en un área de notable potencialidad pastoral, pero con desfavorables estructuras ganaderas, es la que menor vocación pastoral

presenta; a diferencia de las “más agrícolas”, mayores y con limitada fuerza de trabajo, que se basan en aprovechamientos de pastos arbustivos, barbechos y rastrojeras; los primeros en la explotación (7), la de mayor dimensión de las consideradas, son utilizados todo el año por la mañana.

También esta explotación es la que menos suplementación proporciona, si bien en todas se reduce casi a heno, paja y cebada.

Tabla 3. Características de las explotaciones y calendario de aprovechamientos de los recursos forrajeros y pastorales en explotaciones representativas. (Grupo 3)

Grupo 3 (n= 18)

Variables	Clases	%	Rebaño que pasta Recursos	Explotación nº7 Sabayés	
SAU	<250	33,3	: Pastos arbu Barbechos Rastrojeras		
	250-1400	61,1			
	>1400	5,6			
SAU en Parque	<10	16,7	. Todas, salvo cría (1 mes) Esparceta Veza Almendro Estabul.		
	10<55	77,8			
	>55	5,6			
SAU en Periferia	0	38,9	: Pastos arbu Barbechos Rastrojeras Vacías y parto/cría Ray gras Almen/olivo Estabul.		
	<55	50,0			
	>55	11,1			
% cultivos/SAU	<20	5,6	: Pastos arbu Barbechos Rastrojeras Vacías y parto/cría Ray gras Almen/olivo Estabul.		
	20<40	44,4			
	>40	50,0			
UG Ovino	<50	11,1	: Pastos arbu Barbechos Rastrojeras Vacías y parto/cría Ray gras Almen/olivo Estabul.		
	50<100	50,0			
	>100	38,9			
UGO/ha	no comunal	44,4	: Pastos arbu Barbechos Rastrojeras Vacías y parto/cría Ray gras Almen/olivo Estabul.		
	Pastos	<0,01			38,9
	Comunales	>0,01			16,7
% pastos/SAU	<55	50,0	: Pastos arbu Barbechos Rastrojeras Alfalfa Estabul.		
	55<80	50,0			
	>80	0			

Tabla 4. Características de las explotaciones y calendario de aprovechamientos de los recursos forrajeros y pastorales en explotaciones representativas. (Grupo 4)

Grupo 4 (n= 7)

Variables	Clases	%	Rebaño que pasta	Recursos	Explotación n°10 Bierge																																																																																																																								
SAU	<250	85,7	Rebaño que pasta: <i>Pastan vacías y preñadas</i>	<i>Pastos arbu</i> <i>Barbechos</i> <i>Rastrojeras</i> <i>Alfalfa</i> <i>Esparceta</i> <i>Almen/olivo</i> <i>Estabul.</i>	<table border="1"> <tr><th>E</th><th>F</th><th>M</th><th>A</th><th>M</th><th>J</th><th>J</th><th>A</th><th>S</th><th>O</th><th>N</th><th>D</th></tr> <tr><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td></tr> <tr><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td colspan="12">No estabula permanentemente</td></tr> </table>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	■	■	■	■	■	■						■	■	■									■	■							■	■	■	■						■	■	■					■					■	■	■					■	■																												■							■	■	No estabula permanentemente											
	E	F				M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																														
	■	■				■	■	■	■						■																																																																																																														
■	■												■	■																																																																																																															
									■	■	■	■																																																																																																																	
						■	■	■					■																																																																																																																
						■	■	■					■	■																																																																																																															
						■							■	■																																																																																																															
No estabula permanentemente																																																																																																																													
250-1400	14,3																																																																																																																												
>1400	0																																																																																																																												
SAU en Parque	<10	85,7																																																																																																																											
	10<55	14,3																																																																																																																											
	>55	0																																																																																																																											
SAU en Periferia	0	0																																																																																																																											
	<55	28,6																																																																																																																											
	>55	71,4																																																																																																																											
% cultivos/SAU	<20	0																																																																																																																											
	20<40	0																																																																																																																											
	>40	100																																																																																																																											
UGOvino	<50	57,1	Rebaño que pasta: <i>Pastan vacías: criando parcelas próximas valladas</i>	<i>Pastos arbu</i> <i>Barbechos</i> <i>Rastrojeras</i> <i>Avena/Ray</i> <i>Esparceta</i> <i>Past Sudán</i> <i>Almen/olivo</i> <i>Estabul.</i>	<table border="1"> <tr><th>E</th><th>F</th><th>M</th><th>A</th><th>M</th><th>J</th><th>J</th><th>A</th><th>S</th><th>O</th><th>N</th><th>D</th></tr> <tr><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>■</td><td>■</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="12">Excepcional sólo 20 días hielos</td></tr> </table>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	■	■	■	■	■						■	■	■	■								■	■	■						■	■	■	■				■	■													■	■					■																						■								■	■					■	■			Excepcional sólo 20 días hielos											
	E	F				M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																														
	■	■				■	■	■						■	■																																																																																																														
■	■											■	■	■																																																																																																															
								■	■	■	■																																																																																																																		
■	■																																																																																																																												
		■				■					■																																																																																																																		
									■																																																																																																																				
		■				■					■	■																																																																																																																	
Excepcional sólo 20 días hielos																																																																																																																													
50<100	28,6																																																																																																																												
>100	14,3																																																																																																																												
UGO/ha	no comunal	85,7																																																																																																																											
Pastos Comunales	<0,01	14,3																																																																																																																											
	>0,01	0																																																																																																																											
% pastos/SAU	<55	85,7																																																																																																																											
	55<80	14,3																																																																																																																											
	>80	0																																																																																																																											

Las dos explotaciones representativas consideradas en el cuarto grupo (Tabla 4) están situadas al sur y en el límite del Parque. El potencial pastoral de la (10) es medio y alto; mientras en la (11) es muy alto en general (Asensio y Casasús, 2004). Las dos explotaciones cuentan con un rebaño de parecida dimensión (452 y 491 cabezas) pero difieren sustancialmente. La (10), de gran dimensión de SAU (704 ha, 89% son superficies de pastos) cuenta con 2 UTA familiares y actividades a tiempo parcial. No arrienda otros pastos. La (11) mucho menor (132 ha) con la casi totalidad de la superficie cultivada (pastos 22% de la SAU), arrienda otros pastos, utiliza el comunal y dispone sólo de 1,4 UTA sin actividades a tiempo parcial. No estabulan salvo de forma excepcional. El calendario de pastoreo es semejante; pero la (11), con mayor superficie cultivada y menores recursos pastorales propios, presenta mayor orientación forrajera de su agricultura y mayor intensificación en la alimentación complementaria, incluso con el empleo de raciones completas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASENSIO, M^a.A.; CASASÚS, I., 2004. *Estudio del aprovechamiento ganadero del Parque de la Sierra y los Cañones de Guara (Huesca) mediante un sistema de información geográfica*. Ed. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 87 pp. Zaragoza (España)

BERNUÉS, A.; OLAIZOLA, A.M^a; CASASÚS, I.; AMMAR, A.; FLORES, N.; MANRIQUE, E., 2004. Livestock farming systems and conservation of Spanish Mediterranean mountain areas. The case of the “Sierra de Guara” Natural Park. 1. Characterisation of farming systems. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **62**, 195-198.

BROCA, A.; BARRANTES, O.; FERRER, C.; MANRIQUE, E., 2003. Tipificación de la ganadería de rumiantes de la provincia de Huesca, en función de los recursos pastables y forrajeros. En: *Actas XLIII Reunión Científica de la SEEP*, 779-785. Granada (España)

MANRIQUE, E.; OLAIZOLA, A.M^a; CHERTOUH, T., 2002. Los recursos pascícolas como factores de localización de sistemas ganaderos extensivos. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*. 615-620. Ed. C. CHAMORRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET, J. LLOVERAS. Lleida (España)

**ORGANIZACIÓN ESPACIAL DEL PASTOREO ESTIVAL LIBRE DE UNA
VACADA EN BACIBÉ (CASTANESA, PROVINCIA DE HUESCA):
SECUENCIA TEMPORAL Y COMUNIDADES VEGETALES IMPLICADAS**

C. FONDEVILLA¹, D. SANUY¹, F. FILLAT² Y J. AGUIRRE².

¹Escola Técnica Superior d'Enginyeria Agraria, Universitat de Lleida, Av. Rovira Roure 177; E-25198; Lleida. ²Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Apdo 64; E-22700 Jaca (Huesca).

RESUMEN

La evolución reciente en los pastos de verano del Pirineo lleva a la desaparición de los vaqueros. El pastoreo libre de las vacas dentro de cada unidad sigue una secuencia temporal condicionada por varios factores (volumen de la oferta, fase del desarrollo de las plantas) que interactúan con los ritmos diarios (zonas de sesteo y de abrevada, descanso nocturno) y con la propia composición de las comunidades vegetales. Estos patrones de comportamiento pueden ayudar a su gestión.

Se presenta el caso del pastoreo en la unidad de Bacibé (Montanuy) en el Pirineo Central aragonés. Se controlan las superficies ocupadas por vacas y yeguas mediante visitas a lo largo del período de pastoreo y se superponen a las ortofotos (escala 1:5000); se comparan con un mapa de vegetación ya existente de la zona (escala 1:50 000) y se interpretan las preferencias. Con el seguimiento temporal se resume el circuito general y se cuantifican superficies nuevas diarias según se trate de la zona preferida (25 ha/día) o de la más pobre (48 ha/día) para las 1280 cabezas del conjunto en pastoreo. La utilización total de la zona es del 47 %.

Palabras clave: preferencias, áreas de reposo, sectores

**SPATIAL ORGANIZATION OF A FREE SUMMER GRAZING HERD OF COWS
IN BACIBE (CASTANESA, HUESCA PROVINCE); TEMPORAL SEQUENCE
AND PLANT COMMUNITIES INVOLVED**

SUMMARY

The recent evolution of the Pyrenean summer pastures is going to the herdsman disappearance. The free grazing of cows in every unit follows a temporal sequence conditioned by several factors (volume of plant supply, plant development phase) interoperating with the daily rhythms (resting zones, water points) and with the plant community. These behaviour models can help to his management. The grazing case of the Bacibe (Montanuy) unit in the Aragonese Central Pyrenees is studied. Different visits during the grazing period to control the cows and mares zones were made and these surfaces were superposed to aerial orthophotographies (scale 1:5000); they were compared with an existing vegetation map (scale 1:50 000) of this zone and the preferences were interpreted. A general circuit was summarized following the temporal changes on the zones and a quantification of the new daily grazed surfaces was made according to the preferred ones (25 ha/day) or the less appreciated (48 ha/day) by the 1280 heads of the herd. 47 % of the zone was the real utilization.

Key words: preferences, resting areas, sectors.

INTRODUCCIÓN

La evolución ganadera de los últimos 20 años en los pastos de verano del Pirineo ha supuesto la casi desaparición de la vigilancia colectiva de yeguas y vacas (Pallaruelo, 1993), siendo cada ganadero el controlador de sus propios animales. En esos casos, la distribución espacial y temporal de los rebaños se organiza de manera semejante al comportamiento de las manadas salvajes (Bailey, 1984), con preferencia por determinadas zonas y claro rechazo hacia otras. La vegetación en oferta tiene una gran importancia pero también los condicionantes de accesibilidad, puntos de agua y zonas llanas de reposo. Indirectamente, los recorridos dentro de una gran zona resumen en cierta medida esas preferencias y se pueden cuantificar los cambios espaciales de los animales (Bernard-Brunet *et al.*, 1981). Con estas premisas, el objetivo del presente trabajo consiste en estudiar el pastoreo en semi-libertad de las vacas y yeguas de la montaña de Castanesa, en el Pirineo Central aragonés, interpretando la utilización espacial y los recorridos a través de un estudio previo de la vegetación que sirve para caracterizar las grandes áreas de distribución de las principales comunidades vegetales implicadas en el aprovechamiento pastoral.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio es la unidad de pastoreo de Bacibé (0° 36' longitud Este, 42° 33' latitud Norte, 397 ha, 1900-2900 m de altitud) del puerto de Castanesa (Ayuntamiento de Montanuy, provincia de Huesca) (Fig.1A). Las rocas duras (calizas, cuarcitas) se combinan con las blandas (pizarras y arcillas) discurriendo el barranco de Bacibé por la base de las pizarras de Sierra Negra, quedando en la umbría la mayor parte de materiales duros (calizas, cuarcitas y dolomías del Devónico Inferior) (Instituto Geológico y Minero de España, 2002).

Los pastos actuales ocupan las superficies ganadas por talas históricas al piso subalpino de pino negro (*Pinus uncinata*). El barranco principal de Bacibé separa claramente una unidad solana dominada por *Festuca paniculata* (*Phyteuma orbicularis* - *Festucetum festucetosum spadiceae*) de otra umbría, formada por un hipermosaico de *Polygono Trisetion* + *Nardion* + *Primulion intricatae* + *Elyno-Oxytropidetum halleri* (Carrera *et al.*, 1993b). En las cotas bajas, junto a las vecinas Bordas de Castanesa, domina *Chaerophyllum aureum* y *Trisetum flavescens*, en las zonas intermedias abunda *Festuca nigrescens* con *Nardus stricta* y *Trifolium alpinum* y, en el Collado de Bacibé, se extiende *Festuca eskia*. En las laderas altas de la umbría se distribuyen *Elynon*, con *Dryas octopetala* y *Kobresia myosuroides* y *Primulion*, con *Trifolium thalii* y *Festuca nigrescens*. En algunos collados erosionados de la solana se dan importantes superficies de *Festucetum gautieri* (Carrera *et al.*, 1993a). Simplificando: se da una cierta oposición entre *Festuca paniculata* de la solana y *Festuca nigrescens* de las distintas combinaciones de la umbría.

La montaña de Castanesa era pastada hace diez años por algo más de 10.000 cabezas organizadas en tres rebaños (Gabas, 2002), con el paso del tiempo han ido menguando hasta que en 2003 un solo rebaño sumaba 3.800 cabezas (Fondevilla, 2004). En 2004, las yeguas sumaban 100 cabezas y las vacas 1180 cabezas, el control es realizado por dos vaqueros procurando que los animales no salgan de la unidad de pastoreo, sin intervenir en los desplazamientos diarios.

De los 19 días que estuvieron las vacas y yeguas en el puerto de Bacibé se observó su distribución durante 9 días (agrupados en tres periodos de tres días cada uno) marcando los límites de las zonas ocupadas por cada conjunto sobre ortofotos a escala 1:5000 (Servicio de Ordenación del Territorio del Gobierno de Aragón, hoja 180, fotos 43 y 44). Se efectúa un recorrido diario de toda la superficie con el fin de localizar los animales y sus puntos de descanso. Las áreas se digitalizaron mediante el programa CartaLinx y se calcularon las diversas intersecciones mediante ArcView. Las observaciones en series de tres días permiten comparar la superficie de un día con la del anterior y por diferencia se averigua la zona nueva pastada ese día.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se dan las características de cada observación. Durante el primer día (18 de agosto) (zona próxima al refugio en Fig. 1A) el conjunto de vacas y yeguas ocupó sólo 5,43 ha correspondientes a la entrada en el puerto (2000-2050 m de altitud) y siendo la vegetación prácticamente una continuación de los prados de siega de la zona de las Bordas (dominio de *Chaerophyllum aureum* y *Trisetum flavescens*). El segundo día (19 de agosto) pastaron principalmente la zona comprendida entre las majadas 2 y 3 y ocuparon un total de 25,60 ha de un pasto con abundante *Festuca nigrescens*; en el lago de Bacibé alcanzaron ya los 2300 m de altitud. Frecuentaron 2 majadas, una en la parte baja (2, en Fig. 1B) y otra en los alrededores del propio lago (3, en Fig. 1B). El tercer día (20 de agosto), el corredor del día anterior se fragmenta en dos unidades, que generan dos nuevas zonas en la parte baja (desde la majada 2) y 4 en la alta, desde el lago; los puntos de sesteo son ya 4 y la superficie total ocupada es de 27,12 ha, de las que 25,37 ha son zonas de nueva ocupación. El día 22 la exploración de nuevos territorios cambia hacia la solana en la que se pastan 3 nuevas zonas a partir de la majada 5 y se cubre una superficie total de 54,17 ha. El día 23 se repiten casi las situaciones anteriores y se puede comprobar que de las 58,30 ha totales, sólo 25,10 son de nuevo pastoreo. Al día siguiente (24 de agosto) se distribuyen los animales por todas las zonas ya exploradas ocupando un total de 86,46 ha, de las que 49,85 corresponden a zonas no pastadas antes; en esos tres días el cambio de vegetación ha sido importante con la incorporación de las solanas (domino de *Festuca paniculata*). En el tercer periodo de observaciones, el día 5 se desplazan los animales hacia el este, en la solana de enfrente de la zona de inicio y la superficie total ocupada es de 61,86 ha. Sobre esa misma zona se insiste al día siguiente (día 6) en algunos sectores que suman 33,41 ha. El día 7 es el último día y los animales se han concentrado ya junto a la valla electrificada del final del puerto y sólo ocupan 1,68 ha que sirven prácticamente como área de reposo.

En la Fig.1A se resumen las superposiciones de las observaciones efectuadas y de las áreas que se ocuparon. La parte central fue pastoreada durante 7 días y sus alrededores concentraron la mayor actividad. Una segunda zona importante se encuentra por encima de la anterior, en los alrededores del lago de Bacibé y estuvieron los animales hasta 5 días pastando allí. La tercera unidad de la umbría está un poco por debajo del lago, a su izquierda y fue visitada durante 4 días. Al otro lado del barranco, ya en la solana, sólo las dos zonas más occidentales fueron pastadas hasta 3 días, mientras en el resto los animales estuvieron uno o dos de los 9 días de observación. Durante esos dos últimos días en la solana hubo una clara separación de vacas y yeguas, ya que mientras las vacas pastaban la gran superficie de la solana con base en la majada 6, las yeguas seguían en las zonas de la umbría ya pastadas en días anteriores.

Tabla 1. Características de las observaciones.

.5	Zonas (n°)	Majadas (n°)	Altitudes (m)	Superficie (ha)	Sup. "nueva" (ha)	Comentarios
18/08/04	1	1	2000-2050	5,43		1 ^{er} día de pastoreo
19/08/04	1	2	2050-2300	25,60	25,60	umbría
20/08/04	6	4	2050-2400	27,12	25,37	umbría
22/08/04	4	5	1900-2400	54,17		umbría y solana
23/08/04	5	5	1900-2400	58,30	25,10	umbría y solana
24/08/04	1	4	1900-2400	86,48	49,85	umbría y solana
05/09/04	3	5	1900-2150	61,86		umbría (y) solana (v)
06/09/04	4	5	1900-2100	33,41		umbría (y) solana (v)
07/09/04	1	1	1900-1950	1,68		último día

(y) = yeguas; (v) = va

En la Fig. 1B se resume (flechas grandes y negras) la secuencia del pastoreo con los sucesivos cambios desde la majada 1 a la 6 y vuelta al inicio; durante los 19 días de pastoreo, el recorrido se inicia en las cotas bajas de 2000 m, ascienden prácticamente el segundo día hasta la zona del lago de Bacibé (2300 m de altitud) y se alcanzan los 2400 m tanto en la umbría como en la solana, iniciándose después el descenso por la solana hasta regresar a las zonas bajas iniciales. Además (flechas pequeñas y de tono gris), se esquematizan los desplazamientos diarios desde cada majada a las zonas de pastoreo vecinas, observándose que las distancias son cortas. El conjunto ocupado por la superposición de todas las zonas es de 187,58 ha que representan un 47,30 % de la superficie total de la unidad de Bacibé (396,59 ha) y las intensidades de pastoreo y frecuentación son muy distintas en la umbría y en la solana.

DISCUSIÓN

Los animales en libertad eligen claramente los pastos de la umbría frente a los de la solana, de acuerdo con la calidad expresada en los inventarios y en el mapa de vegetación; la interacción de la abundancia de leguminosas de la umbría con los materiales calizos de esa margen derecha del barranco de Bacibé explicaría dicha preferencia en animales que conocen muy bien la zona (Bailey, 1984). Realizan un recorrido general que finaliza de nuevo en la zona inicial, prácticamente el día anterior a su salida de la unidad, lo que evidencia una cierta distribución del total del territorio en áreas que se van pastando a un ritmo que finaliza justamente en los límites de la unidad, el día antes de su salida; con ello la superficie total visitada es del 47 %. Simultáneamente los puntos de descanso desde los que organizan los desplazamientos diarios se reparten de acuerdo con el recorrido general y tienen siempre cerca puntos de agua suficientes, como en el caso del lago o de las fuentes de la umbría (zona conocida como "de las nueve fuentes") y que escasean, en cambio, en la solana. Si los alrededores de las 6 majadas los consideramos "sectores" de pastoreo en el sentido de los especialistas alpinos (Savini *et al.*, 1993), podemos suponer que con 6 completan el pastoreo de la unidad de Bacibé que formaría la "partida" pastada durante los 19 días de agosto-setiembre, dentro del "puerto" de Castanesa.

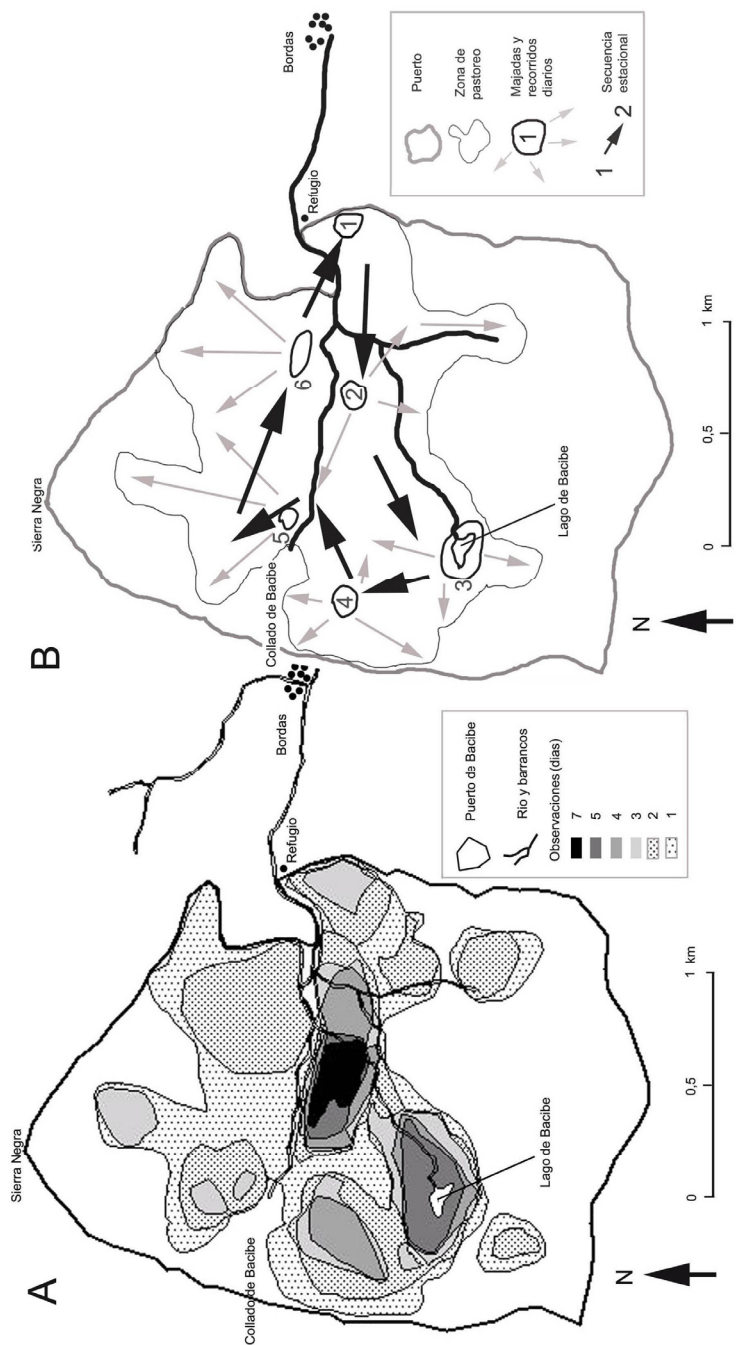


Fig 1. Características del pastoreo

A-Intensidad de ocupación de las diversas zonas y B- secuencia de los recorridos

Las superficies nuevas pastadas en la umbría son sorprendentemente parecidas (en torno a las 25 ha), de algo más de la mitad de las exploradas en la solana (48,90 ha) y hay como una cierta insistencia por los sitios ya visitados en años anteriores (alrededores de las majadas); además, la permanencia de las yeguas en la umbría cuando las vacas exploraban las nuevas superficies de la solana también indicaría ese interés por los rebrotes de zonas ya comidas (Drent y van der Wal, 1999) y que sólo las yeguas podrían apurar por su eficaz dentadura. Se ocupan grandes áreas sólo durante escasos días (días 24 y 5) pero este patrón de ensanchar el área posiblemente se hubiese acentuado si el período hubiese sido más largo y, como consecuencia, probablemente hubiese sido algo mayor el porcentaje de utilización de la superficie total de Bacibé.

CONCLUSIONES

1. Las áreas más pastadas coinciden con las de mayor calidad alimenticia y mejor comunicadas con los puntos de agua y las zonas de reposo.
2. Los animales pastando áreas conocidas ajustan sus desplazamientos y el aprovechamiento del puerto al tiempo disponible para ello, de modo que no es necesario recoger animales dispersos por la partida ganadera.
3. Las superficies nuevas pastadas en la zona pobre son casi el doble de grandes (49 ha) que en la rica (25 ha).
4. Se advierte un cierto patrón de utilización repetitiva de sectores estiva tras estiva. Las yeguas continúan pastando en zonas de las que ya se han marchado las vacas.

AGRADECIMIENTOS

Hemos contado con la inestimable ayuda de los ganaderos de Castanesa y con la experiencia de José en Bacibé y en el resto del puerto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILEY, J. A., 1984. *Principles of Wildlife Management*. Jhon Wiley and Sons. 373 pp. New York (EEUU).

BERNARD-BRUNET, J.; DUBOST, M.; JOUGLET, J. P., 1981. Le fonctionnement d'un système pastoral: le Lautaret, estive 1978. En: *Recherches en Briançonnais*: 139-189. Ed. CEMAGREF, CNRS, Université Paris 7, Université de Grenoble 1, Université de Paris 10, Grenoble. (Francia).

CARRERA, J.; CARRILLO, E.; MASALLES, R. M.; NINOT, J. M.; VIGO, J., 1993a. El Poblament Vegetal de les Valls de Barravés i de Castanesa. I Flora i Vegetació. *Acta Botanica Barcinonensia* **42**: 392.

CARRERA, J.; CARRILLO, E.; MASALLES, R. M.; NINOT, J. M.; VIGO, J., 1993b. El poblament vegetal de les Valls de Barravés i de Castanesa. II- Mapa de Vegetació. *Acta Botanica Barcinonensia* **43**: 32 + mapa.

DRENT, R. H.; VAN DER WAL, R., 1999. Cyclic grazing in vertebrates and the manipulation of the food resource. En: *Herbivores: Between Plant and Predators*. 271-299. Ed. H. Olf, V. K. Brown, and R. H. Drent. Blacwell Science. British Ecological Society, Oxford. (Reino Unido).

FONDEVILLA, C., 2004. *Estudi de l'aprofitament ramader de la muntanya de Castanesa. Cas particular de Bacibé*. 130 pp. Universitat de Lleida, ETSEA. Dept. Producció Animal, Lleida.

GABAS, E., 2002. El aprovechamiento ganadero en la montaña de Castanesa. 180 pp. Universitat de Lleida. ETSEA. Area de Produccio Vegetal. Lleida.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 2002. Mapa Geológico de España. Benasque. 180. Ministerio de Industria y Energía, Madrid.

PALLARUELO, S., 1993. *Cuadernos de la trashumancia. 6 Pirineo aragonés*. 130 pp ICONA, Madrid. (España).

SAVINI, I.; LANDAIS, E.; THINON, P.; DEFFONTAINES, J.P., 1993. L'organisation de l'espace pastoral: des concepts et des représentations construits à dire d'experts dans une perspective de modélisation. En: *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer*: 137-160. Ed. P. Landais. INRA, París. (Francia).

RELACIONES ENTRE EL ÍNDICE ESPECTRAL DE VEGETACIÓN NDVI Y LA COBERTURA VEGETAL EN PASTOS DE PUERTO DEL PIRINEO OCCIDENTAL¹

A. CAMPO, R. GARCÍA-GONZÁLEZ, A. MARINAS Y M. GARTZIA.

Instituto Pirenaico de Ecología CSIC, Apdo. 64, 22700 Jaca (España)

RESUMEN

En los pastos de puerto de alta montaña la cobertura total de la vegetación condiciona fuertemente la capacidad de carga. En grandes superficies a menudo es difícil evaluar esta variable con precisión. Las técnicas de teledetección vía satélite que incorporan sensores espectrales para establecer índices de vegetación, se han demostrado muy útiles para paliar este problema. En este trabajo se calcularon índices de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) a partir de tres escenas espectrales de un puerto del Pirineo occidental y se relacionaron con la cobertura vegetal establecida a partir de un mapa de vegetación escala 1:5000. Se pretende encontrar un modelo de predicción generalizable que permita la clasificación por clases de cobertura vegetal de los pastos de puerto pirenaicos a partir de imágenes de satélite. De las tres escenas satelitales (junio93, agosto91 y octubre99), la que mejor discriminó los intervalos de cobertura fue la de agosto91. Se tomaron tres métodos de clasificación de los NDVI y se analizó su correspondencia con la clasificación de coberturas establecida en el mapa 1:5000. Ninguno de ellos proporcionó una clasificación satisfactoria. Se concluye que son necesarios nuevos ensayos de clasificación reduciendo los intervalos de cobertura, utilizando más bandas espectrales y ensayando sistemas de clasificación supervisados.

Palabras clave: teledetección, índices satelitales, mapa vegetación, SIG

RELATIONSHIP BETWEEN NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) AND TOTAL PLANT COVER IN PYRENEAN SUMMER PASTURES

SUMMARY

In alpine pastures total vegetation cover greatly determines livestock carrying capacity, but vegetation cover is frequently difficult to assess accurately in large pastoral surfaces. Vegetation index derived from satellite remotely sensed data has been proved to be useful to cope with this problem. We have estimated NDVI for a summer pastoral unit in

¹ Este trabajo ha sido financiado por los proyectos REN2002-03827 del Plan Nacional I+D+I y 059/2002 del Organismo Autónomo de Parques Nacionales.

the Pyrenees (Puerto de Aisa) from three satellite images. We aim to relate NDVI with total vegetation cover intervals established from a vegetation map (1:5000) of the study area. August91 was the satellite image that gave better discrimination of total vegetation cover intervals. In this image we carry out three classification methods of NDVI and we test their adjustment to the cover intervals of vegetation map. Any of them provide a good adjustment. We conclude that new assays reducing cover intervals, using all spectral bands and NDVI supervised classification methods are necessary to improve prediction of vegetation cover from satellite images.

Key words: remote sensing, spectral indexes, vegetation map, alpine pastures.

INTRODUCCIÓN

Una de las variables que más fuertemente condiciona la productividad de los puertos de alta montaña es la cobertura vegetal. En estas áreas la proporción de roca y suelo desnudo suele ser alta. Las fuertes pendientes a menudo provocan el deslizamiento y la pérdida de suelo, reduciendo la cobertura vegetal. Todo ello conduce a que la proporción de pastos densos suele ser baja y concentrada en los fondos de valle. El porcentaje de superficie de estos pastos de alta cobertura (>75%) condicionará la capacidad de carga y el valor pastoral del puerto o unidad pastoral.

En superficies pastorales de gran extensión, resulta a menudo difícil, o incluso imposible, realizar determinaciones de campo suficientemente representativas, tanto de la cobertura como de la productividad. Las técnicas de teledetección vía satélite, que incorporan sensores espectrales para establecer índices de vegetación, se han demostrado muy útiles para paliar este problema (Pickup *et al.*, 1993; Paruelo y Golluscio, 1994; Roderick *et al.*, 2000; Campo *et al.*, 2004). El objetivo de este trabajo ha sido utilizar un índice de vegetación (NDVI), calculado a partir de las bandas espectrales proporcionadas por el satélite Landsat, para relacionarlo con la cobertura vegetal de los pastos de un puerto del Pirineo occidental. Intentamos encontrar un modelo predictivo que nos permita una clasificación por coberturas vegetales de nuevas unidades pastorales, a partir de las imágenes de satélite. Discutimos la utilidad, tanto de la fuente de los datos como de algunos métodos clasificatorios, para conseguir una relación aceptable entre NDVI y cobertura vegetal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio es el Puerto de Aisa situado en el Pirineo occidental español, con una superficie de 1241 ha y un rango altitudinal de 1550 a 2680 m. El puerto es utilizado por ovejas y vacas, y la carga ganadera actual es de 0,94 UGM ha⁻¹ durante los tres meses de verano. La vegetación es la típica de los pastos supraforestales del Pirineo calizo (Remón y Gómez, 1989). Los cantiles y pedrizas con baja cobertura (<10%) ocupan un 41% de la superficie, los pastos densos (>75%) un 30% y los de cobertura intermedia un 29%. Para esta zona se disponía de un mapa de vegetación (García-González *et al.*, 1991), que ha sido reelaborado y digitalizado a partir de una nueva ortofoto pancromática a escala 1:5000 y verificaciones en campo. La leyenda básica de este mapa está constituida por 29 asociaciones fitosociológicas o mezclas de ellas. Los datos de recubrimiento o cobertura

vegetal proceden de dos fuentes independientes. La que llamamos *recubrimiento de inventarios*, procede de una base de datos elaborada por el grupo de pastos del Instituto Pirenaico de Ecología de Jaca para calcular el valor ecológico de las comunidades de pastos pirenaicas (Gómez-García *et al.*, 2001). De esta base extrajimos 964 inventarios fitosociológicos (propios y publicados) correspondientes a las comunidades del área de estudio. En dichos inventarios, además de la abundancia de las especies, figura el recubrimiento que el autor asigna a la parcela del inventario. A partir de los inventarios de una misma comunidad elaboramos el inventario tipo que es la media de dichos inventarios. El recubrimiento medio por comunidad que figura en su inventario tipo es el que hemos llamado *recubrimiento de inventario*.

Una segunda estimación de la cobertura vegetal se ha hecho a partir del mapa de vegetación de la zona de estudio. Basándonos en su aspecto en la foto aérea y en las comprobaciones de terreno, cada unidad fitosociológica ha sido clasificada en uno de los siguientes intervalos de cobertura: 0-10%, 10-50%, 50-75% y 75-100%. El reducido número de clases disminuye los errores de asignación y son suficientes para fines de valoración pastoral o productiva. Por medio de un sistema de información geográfico, los polígonos fueron reclasificados en una nueva capa que llamamos *coberturas foto aérea* y es la que hemos considerado como la “verdad terreno”.

A partir de tres escenas espectrales correspondientes a junio93, agosto91 y octubre99 de los satélites Landsat 5TM y 7ETM, se calculó el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), que es una buena estimación de la productividad y de la cobertura vegetal (Paruelo y Golluscio, 1994). Las correcciones de las escenas satelitales se realizaron en un trabajo previo (Campo *et al.*, 2004). Con los valores de NDVI se creó una nueva capa digital con un tamaño de píxel de 30 m. Se calcularon los valores medios de NDVI por cada intervalo de cobertura y se comprobó la normalidad de los datos por medio de tests de Kolmogorov-Smirnov. Los valores de NDVI de las diferentes escenas de satélite se analizaron mediante ANOVAS para evaluar cual proporcionaba una mayor discriminación.

Para establecer relaciones entre NDVI y las coberturas vegetales se solaparon los mapas temáticos respectivos utilizando el programa ArcGis y se generaron 1000 puntos al azar por cada clase de cobertura. Se ensayaron diferentes procedimientos para clasificar los píxeles de las capas del NDVI. El método A consistió en establecer cuatro intervalos usando como límites los valores intermedios entre las medias de los NDVI correspondientes a las clases de cobertura de la foto aérea. Se prefirió este método, en lugar de utilizar límites de confianza, para que la clasificación abarcara a todos los píxeles. Con el método B la clasificación de los NDVI se realizó utilizando la herramienta de las rupturas naturales del programa ArcGis. Este método clasifica los valores basándose en discontinuidades de la distribución y en la homogeneidad de las varianzas de los intervalos establecidos. El método C consistió en una clasificación no supervisada del tipo isodata (Chuvieco, 2002) realizada con el programa Erdas. A través de los 4000 puntos generados al azar, se analizó el grado de concordancia entre los cuatro intervalos creados con cada método y los intervalos de las coberturas de foto aérea. La proporción de píxeles correctamente clasificados se examinó por medio de tests de chi-cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los recubrimientos medios de los inventarios tipo resultaron positivamente correlacionados ($P < 0,01$; $n=29$) con los NDVI medios de cada comunidad vegetal en las tres escenas de satélite, lo cual plantea la posibilidad de utilizar las rectas de regresión como herramientas de predicción. Los recubrimientos medios de los inventarios también están correlacionados con las coberturas establecidas por foto aérea (Figura 1). Sin embargo, parece que los primeros podrían estar sobreestimados en relación a los segundos, especialmente los valores bajos. Así, las comunidades de gleras (pedrizas) y *Festucion scopariae* presentan un recubrimiento medio en los inventarios de 17% y 45%, cuando estimaciones de campo señalan valores de 8% y 30% respectivamente (Marinas *et al.*, 2002; Marinas *et al.*, 2005). Los roquedos o cantiles (*Saxifragion mediae*) presentan un recubrimiento medio en los inventarios de 25% ($n=118$) lo cual parece sobreestimado si se extrapola a grandes superficies. Por ello, sin desechar la posibilidad de su uso futuro tras correcciones específicas, hemos preferido utilizar las coberturas de foto aérea como referente (verdad terreno) para este trabajo.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. Figura 1.- Relación entre recubrimiento medio de inventarios y cobertura de foto aérea de las comunidades vegetales ($n = 29$).

En la figura 2 se representan los valores medios del NDVI para cada intervalo de cobertura de foto aérea en las tres escenas de satélite consideradas. Las distribuciones de los NDVI por intervalos de cobertura superaron la prueba de normalidad y de homogeneidad de varianzas. Los anovas resultaron significativos ($P < 0,001$) en las tres escenas. Los NDVI de las coberturas intermedias (10 – 50% y 50 – 75%) no presentan diferencias significativas en Octubre99, pero sí en Junio93 y Agosto91 (test a posteriori de Tuckey). En Junio93 y Octubre99 el NDVI medio del intervalo 50 -75% resultó mayor que el del intervalo 10 – 50%, contrariamente a lo esperado. Solo en el mes de Agosto las medias por intervalo siguieron un orden creciente con los intervalos y difirieron significativamente entre si (Figura 2). Por esta razón los métodos clasificatorios ensayados posteriormente se realizaron solo con la escena de Agosto91. Clark *et al.* (2001) encontraron también mayor precisión para caracterizar comunidades vegetales en escenas de satélite de agosto en relación a las de junio. El mosaico de plantas verdes y secas posiblemente es mayor en agosto y esto podría producir una mayor separabilidad espectral de ciertas coberturas vegetales.

¡Error! No se pueden crear objetos modificando códigos de campo. Figura 2.- Valores medios de NDVI e intervalos de confianza al 95% para cada intervalo de cobertura vegetal y escena de satélite.

En la figura 3 se representa la distribución de los píxeles de cada grupo clasificatorio de los valores de NDVI, en los intervalos de coberturas de foto aérea según los tres métodos expuestos en el apartado anterior. Esperamos que los valores bajos de NDVI (grupos 1 y 2) se correspondan con coberturas vegetales bajas (0 – 10% y 10 -50%), e inversamente, los valores altos de NDVI (grupos 3 y 4) lo hagan con coberturas altas (50 – 75% y 75 – 100%). Como puede observarse la correspondencia no es demasiado buena, especialmente en los intervalos de cobertura intermedios. En el mejor de los casos solo el 70% de los píxeles resultó correctamente clasificado. Los test de chi-cuadrado revelaron diferencias significativas entre los valores observados y esperados tanto para una precisión del 97% como para el 85% en los tres métodos ($P < 0,001$; g.l.=15). Una posible causa de la falta de precisión podría ser la diferencia de escalas entre las imágenes satelitales y la de las comunidades vegetales. En trabajos similares el grado de precisión de la imagen “verdad terreno” suele ser mayor que el de la imagen espectral (Paruelo y Golluscio, 1994). Por otra parte, la mayor imprecisión en la clasificación se produce en las dos clases de cobertura intermedia, lo cual sugiere la conveniencia de agruparlos en una sola clase de cobertura (de 10 a 75%) en futuros ensayos. Dicho intervalo sería igualmente útil a efectos pastorales, ya que como se ha mencionado, la capacidad de carga depende más de la proporción de pastos de alta cobertura de la unidad pastoral.

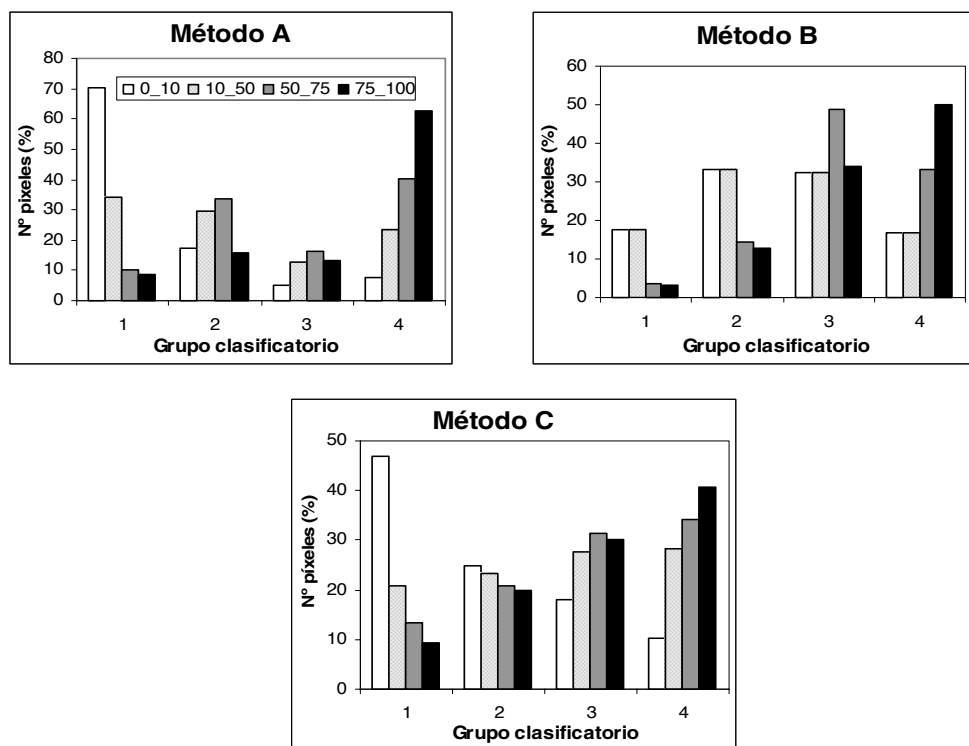


Figura 3.- Distribución de los píxeles de cada grupo clasificatorio en los intervalos de cobertura de foto aérea (verdad terreno). Método A: intervalos entre medias; Método B: rupturas naturales; Método C: clasificación no supervisada tipo isodata.

CONCLUSIONES

Nuevos análisis parecen necesarios para mejorar las posibilidades de predicción de los índices de vegetación satelitales con respecto a la cobertura vegetal. Además de las correcciones mencionadas en el artículo, parece conveniente ensayar también otros índices o utilizar todas las bandas espectrales combinadas en sistemas de clasificación supervisados (Chuvieco, 2002).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPO, A.; MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; GARTZIA, M., 2004. Relaciones entre NDVI, variables topográficas y vegetación en pastos supraforestales del Pirineo. En: *Territorio y medio Ambiente. Métodos Cuantitativos y Técnicas de Información Geográfica*. 131-143. Ed. C. CONESA *et al.* Universidad de Murcia. (España).

CHUVIECO, E., 2002. *Teledetección ambiental*. Editorial Ariel, S.A. 685 pp. Barcelona. (España).

CLARK, P.E.; SEYFRIED, M.S.; HARRIS, B., 2001. Intermountain plant community classification using Landsat TM and SPOT HRV data. *Journal of Range Management*, **54**, 152-160.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GOMEZ, D.; REMÓN, J.L. 1991. Application of vegetation maps to the study of grazing utilization: a case in the Western Pyrenees. *Phytocoenology*, **3**, 251-256.

GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; REMÓN, J.L., 2001. Una valoración ecológica de los pastos de montaña de los Pirineos. En: *Biodiversidad en Pastos*, 201-208. Ed. CIBIO. Generalitat Valenciana. Alicante. (España).

MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ-GARCÍA, D., 2002. Valoración forrajera de los pastos de *Festuca gautieri* (Hackel) K. Richt en el Pirineo aragonés. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*. Actas de la XLII R.C. de la SEEP. 251-256. Ed. C. CHOCARRO *et al.* Universitat de Lleida. (España)

MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; GARTZIA, M.; CAMPO, A., 2005. Valor ecológico y pastoral de las gleras calizas (*Iberidion spathulatae* Br.-Bl. 1948) en el Pirineo aragonés. En: *Producciones Agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural*. Actas de la XLV Reunión Científica de la SEEP. Gijón (En prensa).

PARUELO, J.M.; GOLLUSCIO, R.A., 1994. Range assessment using remote sensing in Northwest Patagonia (Argentina). *Journal of Range Management*. **47**, 498-502.

PICKUP, G.; CHEWINGS, V.H.; NELSON, D.J., 1993. Estimating changes in vegetation cover over time in arid rangelands using Landsat MSS data. *Remote Sens. Environ.* **43**, 243-263.

REMÓN, J.L.; GÓMEZ, D., 1989. Comunidades vegetales y su distribución altitudinal del Puerto de Aisa. *Acta Biologica Montana*. **9**, 283-290.

RODERICK, M.L.; CHEWINGS, V.; SMITH, R.C.G., 2000. Remote sensing in vegetation and animal studies. En: *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*, 205-226. Ed. L.'T. MANNETJE, R.M. JONES. CABI Publ. Wallingford (Reino Unido).

EFFECTOS DEL PASTOREO DE VACUNO Y OVINO CON O SIN CAPRINO SOBRE LA VEGETACIÓN DE ZONAS DESBROZADAS DE BREZAL-TOJAL

R. CELAYA, U. GARCÍA, B.M. JÁUREGUI Y K. OSORO.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Apdo. 13 - 33300 Villaviciosa, Asturias (España)

RESUMEN

Se estudió la dinámica vegetal de zonas desbrozadas de brezal-tojal en el occidente asturiano bajo distintos manejos en dos años de pastoreo. Los tratamientos, repetidos dos veces, consistían en dos especies animales, vacuno u ovino, pastando en rebaños monoespecíficos o mixtos con caprino. Las ocho parcelas tenían un tercio de la superficie con pradera mejorada de raigrás-trébol, consistiendo la superficie restante en un brezal-tojal desbrozado mecánicamente el año anterior.

El rebrote del tojo (*Ulex gallii*) en dichas zonas desbrozadas resultó mayor en las parcelas con rebaños monoespecíficos respecto a las de pastoreo mixto, si bien las diferencias en cobertura no llegaron a ser significativas. La altura del tojo resultó significativamente afectada a partir del segundo año, siendo la mayor en las parcelas de vacuno y la menor en las de ovino + caprino. La cobertura de las herbáceas tras los dos años de pastoreo era mayor con la presencia del caprino respecto al pastoreo monoespecífico y en los tratamientos de ovino respecto a los de vacuno. Se constata la escasa utilización que hace el vacuno de este tipo de vegetación y el papel del caprino en el control de la acumulación del tojo.

Palabras clave: manejo de pastoreo, rebaño mixto, tojo, utilización.

EFFECTS OF CATTLE AND SHEEP GRAZING WITH OR WITHOUT GOATS ON VEGETATION OF CLEARED AREAS OF HEATH-GORSE SHRUBLAND

SUMMARY

Vegetation dynamics of cleared areas of heath-gorse shrubland were studied in west Asturias under different grazing managements during two years. The treatments, replicated twice, consisted of two livestock species, cattle or sheep, grazing in single or mixed flocks with goats. Eight experimental plots had one third of the total surface improved (ryegrass-clover sward) and the other two thirds with mechanically cleared shrubland.

The regrowth of gorse (*Ulex gallii*) in such cleared areas was greater in the plots grazed by single flocks compared to mixed grazing with goats, although the differences in cover did not reach significance. The height of gorse was significantly affected since the second year, with the highest values in the cattle (single grazing) treatment and the lowest in sheep + goat treatment. The cover of herbaceous species after the two grazing seasons was greater under mixed grazing than under single grazing, and in sheep treatments compared to cattle treatments. Therefore this study points out the poor utilization in this type of vegetation by cattle and the role that goats achieve in the management of these vegetation communities with presence of gorse.

Key words: gorse, grazing management, mixed flock, utilization.

INTRODUCCIÓN

En muchas zonas desfavorecidas de la zona occidental cantábrica ocupadas por brezales-tojales se está procediendo a su transformación por desbroce, siembra de especies pratenses, etc., para una mejor utilización de estas zonas por el ganado y buscar la viabilidad de las explotaciones. Sin embargo, no todas las especies animales tienen la misma capacidad para aprovechar la vegetación natural de matorral, aunque ésta sea desbrozada para incrementar la disponibilidad de herbáceas respecto a leñosas, siendo claramente más eficientes los pequeños rumiantes como el ovino y sobre todo el caprino que el vacuno (Osoro *et al.*, 2000). Siendo actualmente mayoritario el ganado vacuno en estas zonas, en contra de los usos tradicionales, se hace necesario establecer manejos alternativos que aumenten la eficiencia de utilización de las áreas que no llegan a transformarse en pastos sembrados, además de diversificar la producción y frenar la acumulación de biomasa combustible.

El objetivo de este trabajo es estudiar la dinámica vegetal en zonas desbrozadas de brezal-tojal cuando son pastadas por ganado vacuno u ovino en rebaños monoespecíficos o mixtos con caprino, disponiendo de pastos mejorados adyacentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

La finca experimental se encuentra a 1000 m de altitud en la sierra de San Isidro, concejo de Illano (Asturias). El sustrato geológico lo forman pizarras del Ordovícico, dando lugar a suelos ácidos y pobres en nutrientes. Las precipitaciones registradas en la misma finca llegaron a 1505 y 1996 mm anuales, siendo las temperaturas medias de 10,0 y 10,8 °C en 2002 y 2003 respectivamente. El estudio se llevó a cabo en una ladera con vegetación de brezal-tojal (*Halimio alyssoidis-Ulicetum gallii*) orientada al Oeste. En el 2001 la parte inferior de la ladera fue roturada, fertilizada y sembrada con raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) mientras que la parte superior fue desbrozada mecánicamente mediante una desbrozadora de cadenas.

Diseño experimental y manejo de los animales

Se establecieron ocho parcelas de entre 0,9 y 2,7 ha, todas con un tercio de su superficie con pradera mejorada y dos tercios de zona desbrozada. Se estudiaron cuatro tratamientos con dos repeticiones según la especie animal y el manejo de pastoreo o tipo de rebaño (Tabla 1): vacuno solo (V), vacuno con caprino (V+C), ovino solo (O) y ovino con caprino (O+C). Los tratamientos experimentales se mantuvieron durante dos años consecutivos (2002 y 2003), siendo el pastoreo desde abril hasta octubre.

Los vacunos utilizados, de raza Asturiana de los Valles, fueron animales jóvenes (terneros pasteros destetados) en 2002 y vacas con sus terneros del año en 2003. Las ovejas, de raza Gallega, y las cabras, de raza Cachemir, pastaron con sus crías nacidas en marzo-abril hasta julio, cuando se destetaban las crías, permaneciendo hasta el final de la estación de pastoreo sólo los animales adultos. Las cargas ganaderas establecidas fueron de 10 madres con cría por hectárea en el caso de los pequeños rumiantes y de 1,5-1,7 añejos o 1,1 vacas con cría por hectárea en el caso del ganado vacuno. La proporción de cabras en los rebaños mixtos fue de 1:1 en O+C y de 8 cabras por vaca adulta en V+C (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental, superficie de cada parcela y número de animales.

	Repetición 1				Repetición 2			
	V	V+C	O	O+C	V	V+C	O	O+C
Superficie (ha)	1,8	2,7	0,9	1,8	2,7	2,7	0,9	1,8
Animales ⁽¹⁾								
2002	3 t	4 t + 25 c	9 o	9 o + 9 c	5 t	4 t + 25 c	9 o	9 o + 9 c
2003	2 v	3 v + 25 c	9 o	9 o + 9 c	3 v	3 v + 25 c	9 o	9 o + 9 c

⁽¹⁾ t: terneros añojos; v: vacas con cría; o: ovejas con cría; c: cabras con cría

Muestras

Se controló la composición botánica en las zonas desbrozadas por medio del “point quadrat” (Grant, 1981), registrándose 500 contactos por parcela a lo largo de cinco transectos permanentes de 15 m para determinar la cobertura y altura media de los distintos componentes vegetales. Los controles se realizaron al inicio (abril-mayo) de cada estación de pastoreo de 2002 y 2003, y otra vez en mayo de 2004.

Además de las mediciones de altura obtenidas con el “point quadrat”, se midió la altura del tojo (*Ulex gallii*), especie dominante en la cubierta, cada 15-20 días a lo largo de la estación de pastoreo de 2003 y en mayo de 2004 mediante un “swardstick” (Barthram, 1986), tomando 100 medidas al azar por parcela.

Coincidiendo con los controles de los transectos, se cortaron 5 muestras de 1,0 m x 0,2 m por parcela de la fitomasa aérea, las cuales se separaron en tojo, brezos y herbáceas antes de secarlas a 80 °C en una estufa de aire forzado y obtener su peso seco.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en cada parcela se sometieron a análisis de varianza para estudiar los efectos de la especie animal (vacuno frente a ovino), el tipo de rebaño (monoespecífico frente a mixto con caprino) y su interacción, utilizando el programa SPSS (SPSS, 1989).

RESULTADOS

Cobertura vegetal

Al año siguiente del desbroce, en abril de 2002, el tojo (*Ulex gallii*) era la especie dominante con una cobertura media de 34% en las ocho parcelas (50% de las plantas vivas). Los brezos sólo ocupaban un 5% mientras que el conjunto de las herbáceas alcanzaba el 29% de media. La materia muerta cubría un 31% debido a la gran cantidad de restos vegetales que quedaron tras el desbroce, siendo el 1% restante suelo desnudo.

El incremento del porcentaje de tojo de 2002 a 2004 (Figura 1) fue mayor en los tratamientos de pastoreo monoespecífico (de 34 a 45%) que en los de pastoreo mixto (de 33 a 37%), aunque la diferencia no llegó a ser estadísticamente significativa debido a la gran variabilidad entre parcelas y al escaso número de grados de libertad, con sólo dos datos (repeticiones) por tratamiento. Apenas hubo diferencias entre los tratamientos de vacuno y los de ovino. El porcentaje de cobertura de los brezos se incrementó en las parcelas de

vacuno (3,5 puntos en V; 1,0 en V+C), mientras que en las de ovino se redujo (0,3 en O; 2,1 en O+C), siendo esta diferencia significativa ($P<0,05$).

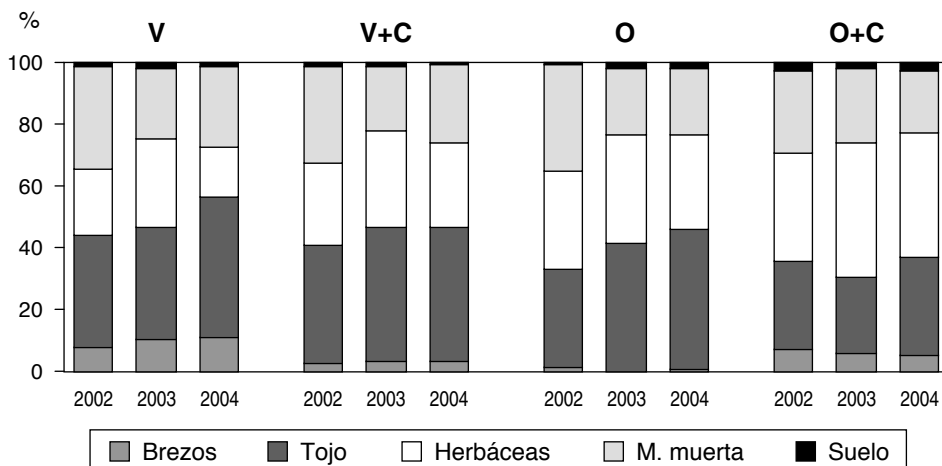


Figura 1. Cobertura vegetal en zonas desbrozadas de brezal-tojal pastadas por vacuno u ovino, en rebaños monoespecíficos o mixtos con caprino.

El porcentaje de herbáceas se incrementó tras el primer año de pastoreo, de 2002 a 2003, en todos los tratamientos, sin que hubiera diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, de 2003 a 2004, la reducción en la cobertura de herbáceas resultó mayor ($P<0,10$) con pastoreo monoespecífico que con pastoreo mixto, así como en las parcelas de vacuno frente a las de ovino. El porcentaje de materia muerta se redujo en todos los tratamientos, hasta un 21-26% en mayo de 2004 (Figura 1).

Altura del tojo

La altura media del tojo en los transectos (mediciones con “point quadrat”) se incrementó significativamente de 2002 a 2004 en los tratamientos de pastoreo monoespecífico respecto a los de pastoreo mixto ($P<0,05$), y en los de vacuno respecto a los de ovino ($P<0,10$), variando dicha altura de los 5 cm de media en 2002, a los 15,1 cm en V, 11,3 cm en O, 10,4 cm en V+C y 8,8 cm en O+C en 2004.

En las mediciones con el “swardstick” también hubo diferencias significativas en la mayoría de los controles a partir de mayo de 2003, aunque la interacción especie animal x tipo de rebaño también resultó significativa, al ser las diferencias entre los rebaños simples y mixtos más acusadas en los tratamientos de vacuno que en los de ovino (Figura 2), lo que evidencia la mayor participación del ovino en el control del tojo frente al vacuno.

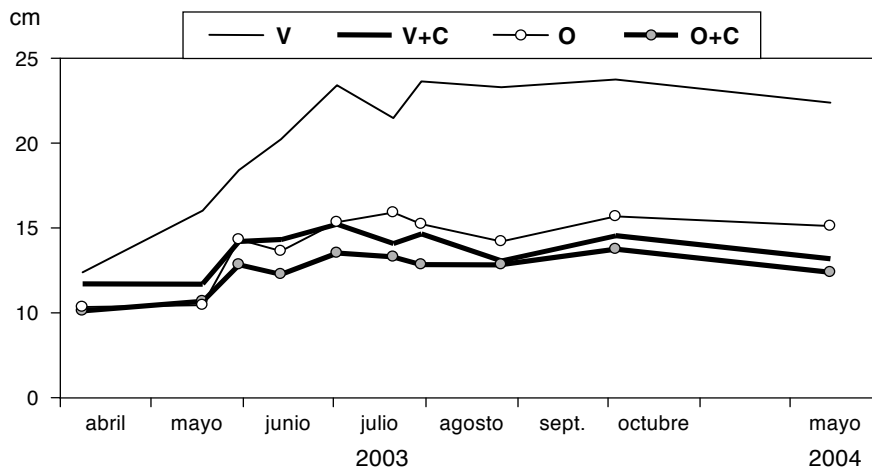


Figura 2. Altura del tojo en zonas desbrozadas de brezal-tojal durante el segundo año de pastoreo (2003) con vacuno u ovino, en rebaños monoespecíficos o mixtos con caprino.

Biomasa

Dado que las muestras de 2004 aún no han sido procesadas en su totalidad, sólo se dispone de datos de 2002 y 2003. Debido a la variabilidad que presentaban las distintas parcelas para un mismo tratamiento, no se han observado diferencias significativas en las cantidades de biomasa ni en su composición, salvo en el caso del porcentaje de brezos que en 2003 tendía a ser mayor en las parcelas de vacuno respecto a las de ovino ($P < 0,10$). No obstante, se puede apreciar en la Figura 3 que tras sólo un año de pastoreo, el porcentaje de herbáceas tiende a incrementarse más en los tratamientos con presencia de caprino respecto a los del pastoreo monoespecífico, mientras que el porcentaje de tojo se redujo considerablemente en V+C respecto a V.

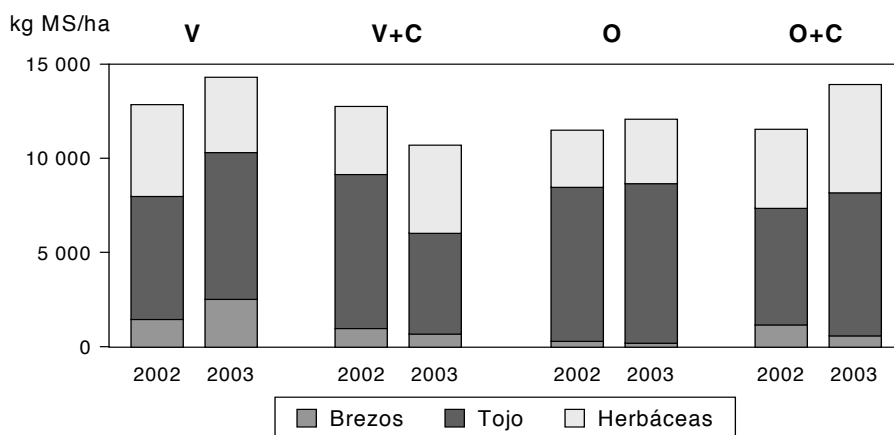


Figura 3. Biomasa vegetal en zonas desbrozadas de brezal-tojal pastadas por vacuno u ovino, en rebaños monoespecíficos o mixtos con caprino.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran los efectos de la presencia del caprino en el rebaño sobre el rebrote de las zonas desbrozadas de brezal-tojal, manteniendo un mayor control de las matas leñosas y del tojo en particular, y posibilitando una mayor presencia de las herbáceas en la cubierta respecto a rebaños monoespecíficos de vacuno u ovino. Estos resultados concuerdan en general con trabajos previos realizados en la misma finca con caprino y ovino sobre zonas desbrozadas de parcelas parcialmente mejoradas (Osoro *et al.*, 2000; Celaya y Osoro, 2002), así como sobre zonas de brezal-tojal previamente quemadas (Jáuregui *et al.*, 2005).

En pastizales de Nueva Zelanda se ha comprobado que el tojo (*Ulex europaeus*) es seleccionado en mayor grado por el caprino que por el ovino (Clark *et al.*, 1982; Radcliffe, 1986). En nuestras condiciones, también se estimaron mayores porcentajes de tojo en la dieta del caprino que en la del ovino (Oliván *et al.*, 1997), mientras que en el caso del vacuno apenas lo consume cuando dispone de praderas mejoradas (Celaya *et al.*, 2003).

CONCLUSIONES

El rebrote del tojo en las zonas desbrozadas de matorral se controló mejor cuando fueron aprovechadas por rebaños mixtos donde se integraba el ganado caprino, sobre todo con ovino. La escasa utilización que ejerce el vacuno sobre estas zonas hace que en pocos años se conviertan en tojales cerrados, en detrimento de la eficiencia de utilización de los recursos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al personal de la finca del Carbayal por su buena labor. Este estudio se engloba en el proyecto RTA01-014-C2-1 financiado por el INIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTHAM, G.T., 1986. Experimental techniques: the HFRO swardstick. En: *The Hill Farming Research Organisation Biennial Report 1984-85*, 29-30. H.F.R.O. Bush Estate, Penicuik, Midlothian, Escocia (RU).

CELAYA, R.; OSORO, K., 2002. Efecto de la proporción de ovinos y caprinos en el rebaño sobre la dinámica vegetal de brezales-tojales parcialmente mejorados. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes. Actas de la XLII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 537-542. Eds. C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET, J. LLOVERAS. Edicions de la Universitat de Lleida. Lleida (España).

CELAYA, R.; OLIVÁN, M.; MARTÍNEZ, M.J.; MOCHA, M.; MARTÍNEZ, A.; GARCÍA, U.; OSORO, K., 2003. Selección de dieta de ovinos, caprinos y vacunos en pastoreo mixto sobre matorrales de brezal-tojal con praderas mejoradas. En: *Pastos, desarrollo y conservación, XLIII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 487-493. Eds. A.B. ROBLES, M^AE. RAMOS, M^AC. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ, J. BOZA. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla (España).

CLARK, D.A.; LAMBERT, M.G.; ROLSTON, M.P.; DYMOCK, N., 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **42**, 155-157.

GRANT, S.A., 1981. Sward components. En: *Sward measurement handbook*, 71-92. Eds. J. HODGSON, R.D. BAKER, A. DAVIES, A.S. LAIDLAW, J.D. LEAVER. British Grassland Society. Hurley, Maidenhead, Berkshire (RU).

JÁUREGUI, B.M.; CELAYA, R.; GARCÍA, U.; OSORO, K., 2005. Sucesión de un brezal-tojal quemado experimentalmente sometido a pastoreo con pequeños rumiantes. En: *XLV Reunión Científica de la S.E.E.P.* Gijón, Asturias (España).

OLIVÁN, M.; OSORO, K.; CELAYA, R., 1997. Selección de dieta del ovino y caprino en comunidades de brezal-tojal parcialmente mejoradas. *ITEA, VII Jornadas sobre Producción Animal*, Vol. Extra N° **18**, 278-280.

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A.; ZORITA, E., 2000. Pastoreo de las comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, **30(1)**, 3-50.

RADCLIFFE, J.E., 1986. Gorse - a resource for goats? *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **14**, 399-410.

SPSS, 1989. *SPSS for Windows, Release 5.0.1*. SPSS Inc. Chicago, Illinois (EE.UU.).

EFFECTOS DE LA RAZA Y LA CARGA GANADERA SOBRE LA CUBIERTA VEGETAL EN BREZALES-TOJALES PASTADOS POR CAPRINO

R. CELAYA, B.M. JÁUREGUI, U. GARCÍA Y K. OSORO.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
Apdo. 13 - 33300 Villaviciosa, Asturias (España)

RESUMEN

Durante tres años se estudió la dinámica vegetal de brezales-tojales del occidente asturiano bajo tres tratamientos (repetidos tres veces) de pastoreo con caprino, de raza autóctona con carga ganadera alta y de raza cachemir con carga alta o baja. Las cabras autóctonas redujeron más la presencia de las matas leñosas que las cabras cachemir, defoliando de manera más acusada sobre todo los brezos altos (*Erica australis* y *E. arborea*). La presencia de especies herbáceas se incrementó más con el pastoreo de las cabras autóctonas. Dentro de los tratamientos de raza cachemir, las cargas altas redujeron más la presencia de leñosas respecto a herbáceas que las cargas bajas. Los mayores índices de diversidad se observaron en el tratamiento de raza cachemir con carga alta y los menores en el de raza cachemir con carga baja donde la dominancia de los brezos y del tojo apenas fue alterada tras los tres años de pastoreo, limitando la presencia de otras especies. Los valores de diversidad en el tratamiento de raza autóctona resultaron intermedios.

Palabras clave: cachemir, composición botánica, diversidad, fitomasa.

EFFECTS OF BREED AND STOCKING RATE ON THE VEGETATION CANOPY IN HEATH-GORSE SHRUBLANDS GRAZED BY GOATS

SUMMARY

Vegetation dynamics of heath-gorse shrublands of west Asturias were studied during three years under three grazing treatments (replicated three times) with goats: local breed at high stocking rate, cashmere breed at high stocking and cashmere at low stocking rate. Local goats decreased more the abundance of woody plants than the cashmere ones, particularly in the case of the tall heaths (*Erica australis* and *E. arborea*) which were browsed more intensively. The presence of herbaceous species in the canopy was more increased under local goat grazing. Among the cashmere treatments, the high stocking rate lead to greater decreases in the abundance of woody plants than the low stocking rate. The highest diversity indexes were observed in the cashmere treatment at high stocking rate and the lowest in the cashmere at low stocking rate treatment, where the dominance of heaths and gorse was not almost changed after the three grazing seasons, restraining the presence of other species. Diversity values were intermediate in the treatment with local breed at high stocking rate.

Key words: botanical composition, cashmere, diversity, plant biomass.

INTRODUCCIÓN

Los brezales son comunidades vegetales leñosas que ocupan grandes extensiones por toda la zona cantábrica debido a la deforestación y al abandono de las tierras, sobre todo en las zonas más desfavorecidas. Según datos facilitados por el INDURROT, en Asturias cubren un 21% de la superficie total, 14% los brezales-tojales y 7% los brezales rojos, constituyendo un foco de incendios de alto riesgo (Marquín *et al.*, 2003). Su escaso valor nutritivo limita la producción animal y la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas localizadas en estas zonas. Se ha comprobado la mayor eficiencia del ganado caprino frente al vacuno y al ovino en la utilización de los brezales-tojales, controlando la acumulación de biomasa leñosa e incrementando la presencia de plantas herbáceas en la cubierta (Celaya, 1998).

El objetivo de este trabajo es estudiar la dinámica vegetal de los brezales-tojales pastados por dos razas de caprino, autóctonas y cachemir, además de estudiar los efectos de la carga ganadera en el caso de las cabras cachemir.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

La finca experimental se encuentra a 950 m de altitud en la sierra de San Isidro, concejo de Illano (Asturias). El sustrato geológico lo forman pizarras del Ordovícico que dan lugar a suelos ácidos y pobres en nutrientes. Las precipitaciones registradas en la misma finca fueron de 1700 mm anuales, con una temperatura media de 10,2 °C. El estudio se llevó a cabo sobre un brezal-tojal (*Halimio alyssoidis-Ulicetum gallii*) con presencia de brezo rojo (*Erica australis* subsp. *aragonensis*).

Diseño experimental

Sobre nueve parcelas de 0,6 ha se establecieron tres tratamientos de pastoreo con tres repeticiones: cabras autóctonas de tronco celtibérico (44 kg de peso vivo) a carga alta (AA), cabras de raza cachemir (35 kg) a carga alta (CA) y cabras cachemir a carga baja (CB). Los animales, 7 por parcela en AA, 8 en CA y 4 en CB, pastaron sobre las parcelas durante tres años consecutivos, de julio a octubre de 2002, de mayo a noviembre de 2003 y de junio a octubre en 2004, a 12,5 y 6,7 cabezas/ha en carga alta y baja respectivamente.

Muestreos

En cada parcela se estableció un transecto permanente de 50 m a lo largo del cual se realizaron dos contactos cada 10 cm (1000 contactos por transecto) mediante un "swardstick" (Barthram, 1986), anotándose la especie, estado fenológico y altura. Además se realizó un muestreo al azar con el mismo aparato tomando 100 registros por parcela. Estos muestreos se realizaron al inicio y final de cada estación de pastoreo con un control intermedio en agosto en 2003 y 2004. Con estos datos de composición botánica se calculó el índice de diversidad de Shannon para cada parcela y muestreo como $H' = - \sum p_i \log_2 p_i$, siendo p la proporción en vivo de cada especie i del total de contactos sobre plantas vivas, y el índice de uniformidad de Pielou como $U = H'/\log_2 s$, siendo s el número de especies vivas presentes.

En 2003, coincidiendo con los controles anteriores, se cortaron 5 muestras de 1,0 m x 0,2 m por parcela de la fitomasa aérea, las cuales se separaron en tojo, brezos y herbáceas antes de secarlas a 80 °C en una estufa de aire forzado y determinar su peso seco.

En junio de 2003 se cortaron 20 ramas de brezos altos (*Erica australis* o *E. arborea*) en otros tantos arbustos elegidos al azar en cada parcela, además de otras 20 en zonas adyacentes excluidas del pastoreo. Se midió su longitud máxima (altura) y el diámetro en la base. Tras su separación en partes verdes y leñosas se secaron a 80 °C para obtener el peso seco de cada componente.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza con la parcela como unidad experimental (3 datos por tratamiento), para estudiar los efectos de la raza en los tratamientos con carga alta (AA frente a CA), y de la carga en los tratamientos de raza cachemir (CA frente a CB), utilizando el programa estadístico SPSS (SPSS, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de la cubierta

La frecuencia de las matas leñosas (partes vivas) se redujo de manera más acusada en los tratamientos de raza autóctona que en los de raza cachemir (Tabla 1, Figura 1), sobre todo en el caso de los brezos, pues no hubo diferencias significativas debidas a la raza en lo que al tojo se refiere. El porcentaje de brezos bajos (*Erica umbellata*, *E. cinerea*, *Calluna vulgaris*, *Daboecia cantabrica*) se redujo de un 40% en julio de 2002 hasta un 15-19% en octubre de 2004 en las parcelas pastadas por cabras autóctonas, mientras que en las pastadas por cabras cachemir a carga alta (CA) se redujo a 28-29%. Los brezos altos (*Erica australis* subsp. *aragonensis* y *E. arborea*) fueron defoliados más intensamente por las cabras autóctonas que las cachemir, aunque las diferencias en su porcentaje de frecuencia sólo se hicieron patentes en el muestreo al azar, pues su presencia en los transectos resultó más variable entre las repeticiones. El porcentaje de otras matas vivas (*Halimium alyssoides*, *Genistella tridentata*, *Lithodora prostrata*, *Thymelaea coridifolia*) llegó a reducirse por debajo del 1% con cabras autóctonas, siendo mayor su abundancia con cabras cachemir.

Como consecuencia de la mayor intensidad de utilización, el porcentaje de materia muerta se incrementó más en los tratamientos de raza autóctona, hasta cerca de un 50% en octubre de 2004, que en los de raza cachemir (40%), estando constituida sobre todo por las ramas muertas de las leñosas. También se incrementó más el porcentaje de herbáceas (la mayoría gramíneas como *Pseudarrhenatherum longifolium* y *Agrostis curtisii*) con el pastoreo de cabras autóctonas (11,3 puntos en los transectos y 28,0 al azar de julio de 2002 a junio de 2004) que con las cabras cachemir (3,4 y 13,6 puntos).

Estas diferencias serían resultado de la distinta conducta selectiva de las dos razas. En un estudio previo realizado en parcelas parcialmente mejoradas de la misma finca (CIATA, 1997) se estimaron mayores porcentajes de matas leñosas en la dieta de cabras autóctonas (65-70%) que en las cachemiras (40%).

Tabla 1. Efectos de la raza y de la carga sobre la composición de brezales-tojales pastados por caprino (muestreo al azar). AA: autóctonas carga alta; CA: cachemir carga alta; CB: cachemir carga baja.

(% frecuencia)	AA	CA	CB	Raza		Carga	
				<i>e.s.d.</i>	sign	<i>e.s.d.</i>	sign
Matas vivas							
Julio 2002	85,0	87,7	88,3	4,94	NS	4,35	NS
Octubre 2002	68,3	78,3	85,3	6,18	NS	5,82	NS
Mayo 2003	46,0	63,7	78,0	3,43	**	4,14	*
Agosto 2003	44,0	63,3	73,7	5,49	*	5,88	NS
Octubre 2003	36,7	64,3	77,0	2,87	***	4,37	*
Junio 2004	31,0	56,7	79,7	2,79	***	5,68	*
Agosto 2004	32,3	55,7	75,3	8,01	*	7,41	<i>P</i> <0,1
Octubre 2004	27,3	50,3	74,0	2,21	***	2,73	***
Herbáceas							
Julio 2002	13,0	9,7	7,3	4,63	NS	3,64	NS
Octubre 2002	6,3	8,0	5,0	3,97	NS	3,96	NS
Mayo 2003	33,3	27,0	13,3	5,92	NS	4,60	*
Agosto 2003	13,3	7,7	8,7	1,25	*	2,43	NS
Octubre 2003	10,3	4,3	6,3	2,21	<i>P</i> <0,1	2,36	NS
Junio 2004	41,0	23,3	13,0	5,08	*	3,62	*
Agosto 2004	21,3	11,0	8,7	2,91	*	2,47	NS
Octubre 2004	17,0	8,7	8,0	3,48	<i>P</i> <0,1	2,40	NS
Mat. muerta							
Julio 2002	1,7	1,7	3,7	1,11	NS	1,11	NS
Octubre 2002	23,7	12,0	7,7	3,89	*	2,11	NS
Mayo 2003	19,3	8,3	8,0	4,57	<i>P</i> <0,1	4,30	NS
Agosto 2003	13,3	7,7	8,7	5,50	<i>P</i> <0,1	5,11	<i>P</i> <0,1
Octubre 2003	52,0	29,7	15,3	3,38	**	2,81	**
Junio 2004	27,3	18,0	6,7	6,17	NS	5,38	NS
Agosto 2004	45,7	30,7	15,7	9,53	NS	9,29	NS
Octubre 2004	53,3	40,0	17,7	4,45	*	2,26	***

e.s.d.: error estándar de la diferencia de medias; sign: significación para 1/4 grados de libertad; * *P*<0,05; ** *P*<0,01; *** *P*<0,001; NS: no significativo (*P*>0,10); *P*<0,1 es *P*>0,05 y *P*<0,10.

En cuanto al efecto de la carga en los tratamientos de raza cachemir, el porcentaje de matas vivas durante el intervalo global (de julio 2002 a octubre de 2004) se redujo significativamente más en CA (de 69 a 45% en transectos, de 88 a 50% al azar) que en CB (de 79 a 72% en transectos, de 88 a 74% al azar). Asimismo, los porcentajes de materia muerta y de herbáceas se incrementaron más con carga alta (Tabla 1, Figura 1).

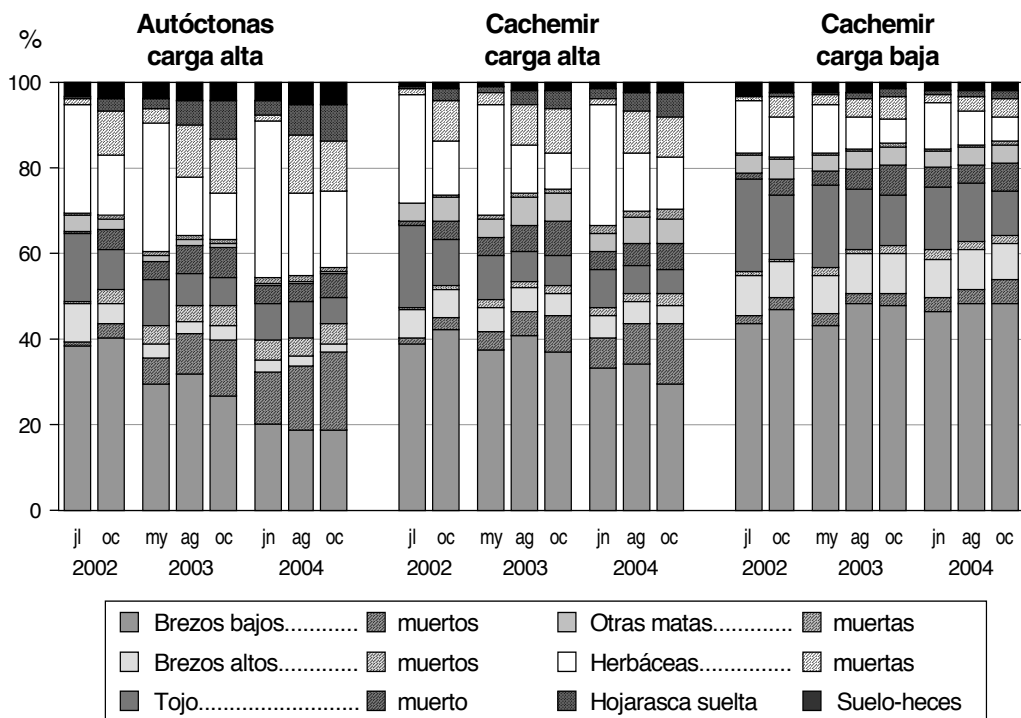


Figura 1. Evolución de la composición de la cubierta vegetal (porcentajes de frecuencias en transectos de 50 m) en brezales-tojales pastados durante tres años por cabras de raza autóctona a carga alta, o de raza cachemir a carga alta o baja.

Altura de la cubierta

No se observaron grandes diferencias en la altura de las matas vivas entre las dos razas a carga alta, si bien dicha altura siempre se mantuvo más baja, sobre todo con respecto a la de las herbáceas, con las cabras autóctonas que con las cachemir. Dentro de éstas, la altura de todos los componentes de la cubierta se redujo más con carga alta que con baja.

Fitomasa

Durante 2003, las cantidades de fitomasa resultaron menores en las parcelas pastadas por cabras autóctonas que en las pastadas por cabras cachemir a carga alta similar, siendo significativa ($P < 0,05$) la diferencia en agosto. De mayo a octubre el porcentaje de tojo respecto a brezos disminuyó más en el tratamiento AA que en CA, mientras que el porcentaje de herbáceas resultó mayor en AA que en CA, con diferencias significativas en octubre ($P < 0,05$) (Figura 2).

La cantidad de fitomasa fue menor en CA que en CB, siendo mayor el porcentaje de herbáceas en CA (10-14%) que en CB (6-7%), aunque estas diferencias no llegaron a ser significativas en ninguno de los tres muestreos, dada la variabilidad entre repeticiones y escaso número de grados de libertad.

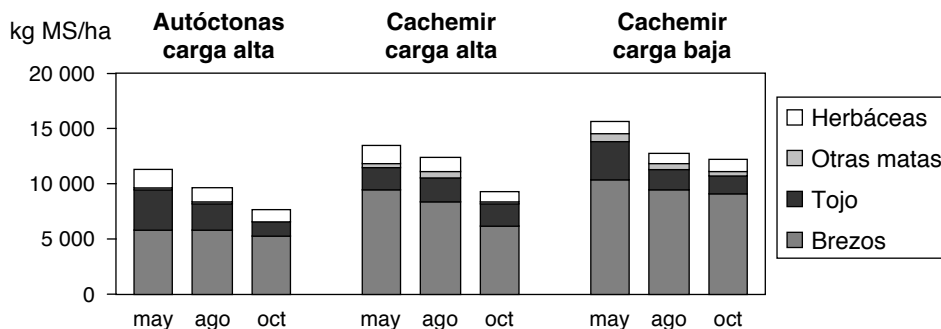


Figura 2. Evolución durante 2003 de la fitomasa y su composición en brezales-tojales pastados por cabras de raza autóctona a carga alta, o de raza cachemir a carga alta o baja (medias de tres parcelas por tratamiento).

Brezos altos

Como se ha comentado anteriormente, los brezos altos sufrieron una defoliación más intensa por parte de las cabras autóctonas que por las cachemir, resultando en características diferentes de sus ramas. Éstas, tras un año de pastoreo, en junio de 2003, eran algo más bajas y con menor diámetro basal en AA que en CA, aunque sin diferencias significativas. Sin embargo, el peso de las ramas era significativamente menor ($P < 0,1$) en AA (64 g MS) que en CA (89 g MS), siendo altamente significativa la diferencia en el porcentaje en peso de hojas y brotes verdes, 2% en AA frente a 8% en CA ($P < 0,001$) (Tabla 2).

Tabla 2. Efectos de la raza y de la carga sobre las características de las ramas de los brezos altos tras un año de pastoreo con caprino (junio 2003).

AA: autóctonas carga alta; CA: cachemir carga alta; CB: cachemir carga baja.

	AA	CA	CB	Sin pastar	Raza		Carga	
					e.s.d.	sign	e.s.d.	sign
Altura (cm)	75,3	80,4	83,5	121,9	8,10	NS	8,69	NS
Diámetro basal (cm)	1,45	1,57	1,56	1,74	0,066	NS	0,041	NS
Peso total (g MS)	64,5	89,3	100,1	182,6	9,60	$P < 0,1$	11,78	NS
Partes verdes (%)	2,2	8,0	13,6	24,7	0,63	***	2,53	$P < 0,1$

e.s.d.: error estándar de la diferencia de medias; sign: significación para 1/4 grados de libertad;

*** $P < 0,001$; NS: no significativo ($P > 0,10$); $P < 0,1$ es $P > 0,05$ y $P < 0,10$.

Las diferencias a causa de la carga fueron menores. La defoliación de estas ramas fue mayor con carga alta que con baja, resultando en menor peso total (NS) y menor porcentaje de partes verdes ($P<0,1$) en CA que en CB. En las zonas no pastadas, estos arbustos tenían una mayor altura (122 frente a 84 cm; *e.s.d.* 12,2 $P<0,1$), diámetro basal (1,74 frente a 1,56 cm; *e.s.d.* 0,026 $P<0,05$), peso total (183 frente a 100 g; *e.s.d.* 16,1 $P<0,05$) y porcentaje de brotes verdes (24,7 frente a 13,6%; *e.s.d.* 5,04 NS) que los del tratamiento de baja carga (CB).

Diversidad

La diversidad florística en general disminuyó de primavera a otoño en todos los años y tratamientos. Los mayores índices de diversidad se observaron en CA y los menores en CB, siendo en general intermedios en AA, tanto en el muestreo al azar como en los transectos (Figura 3). Estas diferencias se debieron sobre todo a diferencias en la uniformidad de la cubierta, más que a diferencias en el número de especies vegetales observadas, 36 en total.

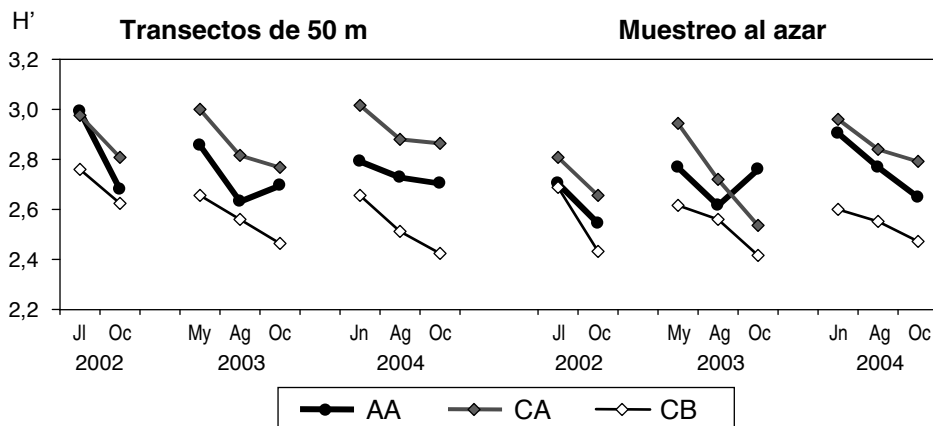


Figura 3. Índices de diversidad florística (H' Shannon) en brezales-tojales pastados durante tres años por cabras de raza autóctona a carga alta (AA), o de raza cachemir a carga alta (CA) o baja (CB) (medias de tres parcelas por tratamiento).

CONCLUSIONES

Las cabras autóctonas utilizan los brezos con mayor intensidad que las cabras cachemir, dando lugar a mayores incrementos en la presencia de herbáceas en la cubierta, así como de la materia muerta. La carga baja con cabras cachemir dio lugar a mayores porcentajes de leñosas y menores índices de diversidad que la carga alta.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al personal de la finca del Carbayal por su buen hacer en el manejo de los animales y en la toma de muestras. Este estudio se integra junto a los realizados en otros países europeos en el proyecto de la UE FORBIOBEN QLK5-CT-2001-30130.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTHAM, G.T., 1986. Experimental techniques: the HFRO swardstick. En: *The Hill Farming Research Organisation Biennial Report 1984-85*, 29-30. H.F.R.O. Bush Estate, Penicuik, Midlothian, Escocia (RU).

CELAYA, R., 1998. *Dinámica vegetal de pastos y matorrales de la montaña cantábrica sometidos a diferentes estrategias de pastoreo por rumiantes*. Tesis doctoral. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo.

CIATA, 1997. *Investigación Agroalimentaria, Memoria CIATA 1996*. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA), Consejería de Agricultura del Principado de Asturias, 181 pp. Villaviciosa, Asturias (España).

MARQUÍNEZ, J.; MENÉNDEZ, R.; LASTRA, J.; FERNÁNDEZ, E.; JIMÉNEZ-ALFARO, B.; WOZNIAK, E.; FERNÁNDEZ, S.; GARCÍA, J.; GARCÍA, P.; ÁLVAREZ, M.A.; LOBO, T.; ADRADOS, L., 2003. *Riesgos naturales en Asturias*. Principado de Asturias, INDUROT, KRK Ediciones, 133 pp. Oviedo (España).

SPSS, 1989. *SPSS for Windows, Release 5.0.1*. SPSS Inc. Chicago, Illinois (EE.UU.).

EFFECTO DEL ENCALADO Y DE LA DOSIS DE LODOS DE DEPURADORA URBANA SOBRE LOS NIVELES DE POTASIO EN SUELO Y PLANTA EN UN SISTEMA SILVOPASTORAL

M.L. LOPEZ DIAZ¹, A. RIGUEIRO RODRIGUEZ² Y M.R. MOSQUERA LOSADA².

¹ Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. Campus de Lugo. 27002. Lugo (España)

² Departamento de Biología y Producción de los Vegetales. Centro Universitario de Plasencia. Universidad de Extremadura. 10600. Plasencia-Cáceres (España)

RESUMEN

El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto que produce la aplicación de cal y de lodos de depuradora en el contenido de potasio en el suelo y en el pasto. El experimento se realizó en Lugo, en un suelo muy ácido ($\text{pH} \leq 5$) y pobre en nutrientes. En octubre de 1997 se estableció una pradera formada por *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens* bajo una plantación de *Pinus radiata* de cinco años de edad y con una densidad de 1667 pies/ha. El aporte de cal redujo la cantidad de potasio intercambiable en el suelo, pero no varió la proporción de este elemento en el pasto. La fertilización, tanto orgánica como mineral, mejoró el contenido de potasio del pasto en algunos muestreos con respecto a donde no se fertilizó.

Palabras clave: agroforestal, suelos de monte, fertilización

EFFECT OF LIME AND SEWAGE SLUDGE APPLICATION ON SOIL AND PLANT POTASSIUM LEVELS IN A SILVOPASTORAL SYSTEM

SUMMARY

The objective of this experiment was to test the effect of lime and sewage sludge application in soil and plant potassium content. The experiment was realized in Lugo, in a very acid soil ($\text{pH} \leq 5$) and nutrient poor soil. In October 1997, a grass mixture was sowed with *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* and *Trifolium repens* under a *Pinus radiata* five years old plantation, with a density of 1667 trees/ha. Liming reduced exchangeable potassium in soil, but did not vary his proportion in pasture. Organic and inorganic fertilization improved potassium content in soil and pasture in some samplings compared to no fertilization treatment.

Key words: agroforestry, mountain soil, fertilization

INTRODUCCIÓN

Debido a la aplicación de la Directiva del Consejo Europeo 91/271/CEE, en los últimos años se ha incrementado de manera importante la producción de lodos en los diversos países de la Unión Europea, lo cual, unido a las mayores limitaciones que han sido establecidas para su eliminación, hace que sea necesario dar una salida alternativa a estos lodos que resulte acorde con la línea Comunitaria vigente. El Plan Nacional de lodos (2001-2006) pretende favorecer la opción que considera más sostenible y que sería su aplicación al suelo con fines de fertilización, debido a su contenido en materia orgánica y nutrientes, entre ellos nitrógeno, fósforo y potasio, que de otra forma se perderían e incluso podrían causar problemas de contaminación. El uso de estos fangos en sistemas silvopastorales podría ser una buena forma de mejorar las características edáficas de los suelos de monte y, por tanto, su productividad, a la vez que se eliminaría este residuo de forma más rentable y menos traumática para el medio. El principal inconveniente de estos residuos es su contenido en metales pesados, que pueden provocar problemas de toxicidad e incluso llegar al hombre a través de la cadena trófica (Rigueiro *et al.*, 2002), lo que motivó la regulación de su uso como fertilizante por parte del Ministerio de Agricultura y Alimentación a través del R.D. 1310/1990.

El potasio es un elemento esencial y primario para las plantas y los animales que presenta gran movilidad para pasar del suelo a las plantas, por lo que es frecuente que, en un suelo rico en potasio, éstas absorban una cantidad superior a sus necesidades. Es lo que se denomina “consumo de lujo”, típico en leguminosas, que puede ser contraproducente para la producción, debido a que puede provocar antagonismo con otros elementos, como son el Ca, Mg, Fe y Zn, hasta el punto de producir deficiencias de ellos (Guerrero, 1996). Este problema se acentúa si se aplican dosis elevadas de nitrógeno, que darán lugar a un crecimiento intenso del pasto, principalmente en el caso de las gramíneas (Simpson, 1986). La fertilización potásica tiene efectos positivos sobre el contenido de trébol en el pasto, con lo que disminuye la necesidad de abonos nitrogenados y aumenta la calidad de la pradera, además de mantener una producción más uniforme a lo largo del año (Frame, 1990). El objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto que produce la aplicación de cal y de lodos de depuradora en el contenido de potasio en el suelo en forma intercambiable y en el pasto.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se realizó sobre un terreno de monte situado en Lugo (Galicia), a una altitud de 510 m.s.n.m, con una precipitación media anual de unos 1083 mm, y bajo una plantación de *Pinus radiata* de cinco años de edad, con una densidad de 1667 pies/ha. Los análisis de suelo al inicio del ensayo indicaron que se trataba de un suelo muy ácido (pH en agua 4,97), con un elevado contenido de nitrógeno (0,52%) y materia orgánica (12,32%) y pobre en fósforo (0,03%) y en bases intercambiables (K: 0,13 cmol(+)/kg; Ca: 1,35 cmol(+)/kg; Mg: 0,41 cmol(+)/kg; Na: 0,49 cmol(+)/kg). El ensayo comenzó en octubre de 1997. Se estableció un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones sobre 27 parcelas. En cada una de las parcelas (de 96 m²) se aplicó la fertilización empleada normalmente en la zona para la instalación de praderas, que consiste en el aporte de 120 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 200 kg K₂O ha⁻¹. A continuación, se procedió a la siembra de la siguiente mezcla de especies: 25 kg/ha de *Lolium perenne* L. cv 'Brigantia', 10 kg/ha de *Dactylis glomerata* L. cv 'Artabro' y 4 kg/ha de *Trifolium repens* L. cv 'Huia'. Los tratamientos ensayados consistieron en la aplicación de 3 dosis de lodos de depuradora urbana que

equivalían al aporte de 160 (L1), 320 (L2) y 480 (L3) kg N/ha y año, respectivamente, además de un tratamiento control de no fertilización (NF), los mismos tratamientos complementados o no con cal (2,5 t caliza/ha), y la fertilización comúnmente aplicada en la zona (500 kg 8:24:16/ha, MIN). Las enmiendas calizas se realizaron al mismo tiempo que la siembra, mientras que los tratamientos de fertilización se aplicaron en mayo de 1998 y en marzo de 1999. El lodo empleado, que procedía de una planta de depuración de aguas urbanas situada en Lugo, presentaba un porcentaje de materia seca del 25%, pH 7 y unos contenidos medios de nitrógeno y potasio de 2,31% (N) y 1,53 cmol/kg (K), respectivamente. Los valores de metales pesados del lodo y suelo estaban muy por debajo de los niveles establecidos por la legislación española para la aplicación de estos residuos con fines agrícolas (RD 1310/1990). La dosis de lodo de depuradora se basó en su contenido en nitrógeno. El aprovechamiento del pasto se realizó mediante siega. Previamente, se llevaron a cabo ocho muestreos de suelo (a 5,5 cm de profundidad) y pasto, coincidentes en el tiempo, que tuvieron lugar en julio y diciembre de 1998 y en mayo, julio y noviembre de 1999. El contenido de potasio en suelo y pasto se midió con el espectrofotómetro VARIAN 220FS mediante emisión atómica, según la metodología propuesta por el fabricante (VARIAN, 1989), tras realizar una extracción con cloruro bórico 0,6 N (Guitián y Carballás, 1976) y una digestión microkjeldahl (Castro *et al.*, 1990), respectivamente. Todos los datos se analizaron estadísticamente mediante un ANOVA, y las medias fueron separadas mediante el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos de potasio en forma intercambiable (figura 1) se encuentran cercanos al intervalo detectado por Calvo de Anta *et al.* (1992) como habitual en los suelos de la zona (0,15-0,30 cmol(+)/kg), siendo menores de 0,2 cmol(+)/kg, límite establecido por Buol *et al.* (1981) como indicativo de la existencia de déficit para las plantas, lo que ayudaría a explicar la escasa presencia de leguminosas, que se ven muy favorecidas por la presencia de este elemento en el suelo (Mosquera y González, 2003). Los valores de potasio en el pasto encontrados en este ensayo (0,13-1,90%) (figura 2) fueron similares a los detectados por Whitehead (1995) y García *et al.* (1986), estos últimos en suelos de monte de Galicia. En la mayoría de los casos, se obtuvo un forraje con contenidos en potasio mayores a los requeridos para el mantenimiento del ganado equino (NRC, 1989), caprino (Lamand, 1981), ovino (NRC, 1985) y vacuno (NRC, 2000) (0,4-0,6%) hasta julio de 1999, fecha a partir de la cual en la mayoría de los casos los valores fueron frecuentemente menores del 0,4%.

El aporte de cal redujo la cantidad de K extraída mediante Cl_2Ba en julio de 1998 de 0,12 a 0,06 cmol(+)/kg. Esto podría explicarse porque el incremento del pH que provoca el lodo, reduce el porcentaje de saturación de aluminio en el complejo de cambio, que pasa a ser ocupado por cationes básicos, como Ca y K, entre los que existe un fuerte antagonismo, lo cual hace que el K se mueva a lugares más débilmente ligados, con lo que se favorece su lavado (Barber, 1995). A pesar de ello, no se obtuvieron resultados significativos del aporte de caliza respecto al contenido de potasio en el pasto, al igual que señalaron Stevens y Laughlin (1996), quizás debido a que las especies que forman parte del pasto (mayoritariamente monocotiledóneas) son pobres en este elemento (Hopkins *et al.*, 1994).

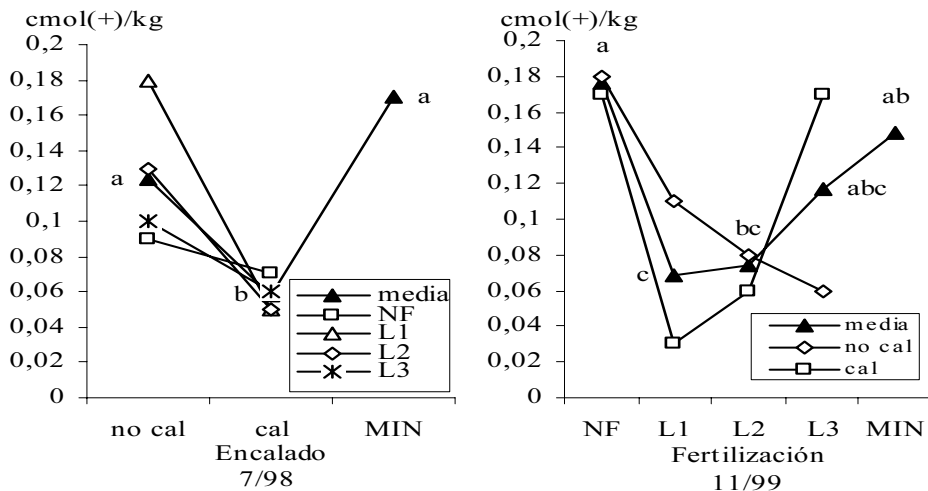


Figura 1. Contenido de potasio intercambiable (cmol(+)/kg) en el suelo. NF: no fertilización; L1: dosis baja de lodo (0,16 t N/ha); L2: dosis media de lodo (0,32 t N/ha); L3: dosis alta de lodo (0,48 t N/ha); MIN: 500 kg/ha 8:24:16; no cal: no encalado; cal: 2,5 t/ha CO₃Ca. Letras distintas indican medias significativamente diferentes entre tratamientos de cal (7/98) o de fertilización (11/99).

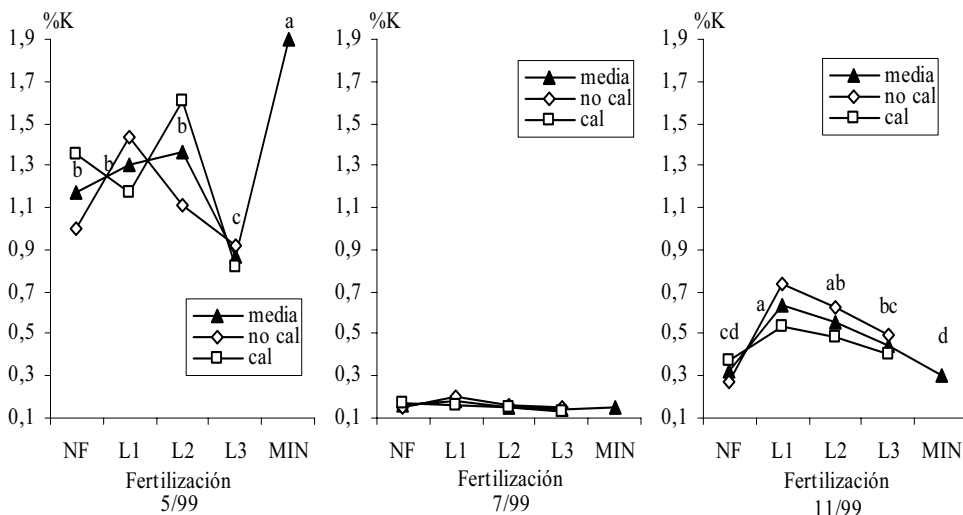


Figura 2. Contenido de potasio (%K) en el pasto. NF: no fertilización; L1: dosis baja de lodo (0,16 t N/ha); L2: dosis media de lodo (0,32 t N/ha); L3: dosis alta de lodo (0,48 t N/ha); MIN: 500 kg/ha 8:24:16; cal: 2,5 t/ha CO₃Ca. Letras distintas indican medias significativamente diferentes entre tratamientos de cal (7/98) o de fertilización (11/99).

Por otra parte, también se produjo un descenso en la cantidad de potasio intercambiable en las parcelas fertilizadas con lodo (figura 1). Esta respuesta podría explicarse por el incremento en la producción primaveral que produjo el lodo en otoño de 1999. En cambio, el pasto cosechado en esa fecha en las parcelas que recibieron lodo presentó contenidos de potasio superiores al resto, como también observaron Tiffany *et al.* (2000), lo que parece indicar una mejora en la disponibilidad de este elemento en el suelo. Este incremento en la concentración de K en el pasto resultó inversamente proporcional a la dosis aplicada, de forma que con el tratamiento L3 se obtuvieron resultados similares al tratamiento de no fertilización. En el resto de los muestreos realizados no se observaron respuestas significativas al aporte de lodo. Esta ausencia de respuesta podría ser debida a la mayor presencia de especies sembradas observada con la fertilización orgánica, las cuales presentan, generalmente, menores contenidos de este elemento que algunas especies adventicias presentes (Hopkins *et al.*, 1994). También contribuye a explicar este efecto el incremento de producción que ocasionaron los lodos, proporcional a la cantidad empleada, que provoca un efecto de dilución de este nutriente en el forraje.

La fertilización inorgánica incrementó los valores de potasio en pasto en mayo de 1999, al igual que obtuvieron Babnik *et al.* (1996), a pesar de que no se observaron variaciones significativas en el potasio extraído en el suelo mediante Cl_2Ba respecto a donde no se fertilizó. La mejora en el contenido de potasio en el pasto con el tratamiento mineral es consecuencia de los elevados aportes que se realizan con este tratamiento, que no provocan un crecimiento paralelo en términos de producción.

CONCLUSIONES

El aporte de cal en el primer año del ensayo redujo la cantidad de potasio intercambiable en el suelo, pero no varió la proporción de este elemento en el pasto. La fertilización, tanto orgánica como mineral, mejoró el contenido de potasio del pasto y su disponibilidad en el suelo en algunos muestreos con respecto a donde no se fertilizó.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por la Xunta de Galicia y la CICYT. Los autores desean agradecer también a Divina Vázquez Varela, Teresa Piñeiro López y Javier Santiago-Freijanes por la ayuda prestada en los análisis de laboratorio y campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOE del 1/11/1990. R.D. 1310/1990 del 29 de Octubre 1990.
- BABNIK, D.; ZNIDARSIC-PONGRAC, V.; VERBIC, J.; VERBIC, J., 1996. The effect of fertilization on the concentration of mineral elements in grasses, forbs and legumes from the permanent karst grassland. *Grassland and Land use systems* 16th, 373-376.
- BARBER, S.A., 1995. Soil nutrient bioavailability. A mechanistic approach. John Wiley and Sons.
- BUOL, S.W.; HOLE, F.D.; MCCRACKEN, R.J., 1981. Génesis y clasificación de suelos. Ed. Trillas.

CALVO-DE-ANTA, R.; MACÍAS, F.; RIVEIRO CRUZ, A., 1992. Aptitud agronómica de la provincia de La Coruña (cultivos, pino, roble, eucalipto y castaño). Univ. Santiago de Compostela

DOCE nº L 135 del 30/05/1991. Directiva 91/271/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

FRAME, J., 1990. Exploiting grass/white clovers swards. I. Agronomy. Training course at Koldkaergard, Landboskle, Aarhus, Denmark, 1-25.

GARCÍA, P.; MOMPIELA, F.A.; MOSQUERA, A., 1986. Efectos del encalado sobre la composición química de praderas establecidas en terrenos a monte. II. Mg, Na, K, Al y Cu. *Investigación Agraria: Prod. Sanid. Anim.*, **1 (3)**, 147-158.

GUERRERO, A., 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ed. Mundi-Prensa

GUITIÁN, F.; CARBALLÁS, T., 1976. *Técnicas de análisis de suelos*. Ed. Pico Sacro. Santiago de Compostela (España).

HOPKINS, A.; ADAMSON, A.H.; BOWLING, P.J. 1994. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2. Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co and Mo in herbage at a range of sites. *Grass and Forage Science*, **49**, 9-20.

LAMAND, M., 1981. Metabolis et besoins en oligoelements des chèvres. En: Proc. Int. Conf. Nutrition et Systemes d'Alimentation. Tours (Francia)

MOSQUERA-LOSADA, M.R.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A., 2003. Fertilización nitrogenada y potásica en pradera mixta: I. Efectos sobre la composición botánica, el contenido en proteína y el nivel de macroelementos. *Pastos XXX (2)*, 241-260.

NRC, 1985. Nutrient requirements of sheep. The National Academic Press.

NRC, 1989. Nutrient requirements of horses. The National Academic Press.

NRC, 2000. Nutrient requirements of beef cattle. The National Academic Press.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2000. Plan nacional de lodos (2000-2006).

RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; AMADOR-GARCÍA, A.; MOSQUERA-LOSADA, M.R., 2002. Characterisation of dairy and municipal sewage sludge as fertilisers. En: *VII European Society for Agronomy Congress*, 399-400.

SIMPSON, K., 1986. Abonos y estiercoles. Ed. Acribia, S.A.

STEVENS, R.J.; LAUGHLIN, R.J., 1996. Effects of lime and nitrogen fertilizer on two sward types over a 10-year period. *Journal of Agricultural Science*, **127**, 451-461.

TIFFANY, M.E.; MCDOWELL, L.R.; O'CONNOR, G.A.; NGUYEN, H.; MARTIN, F.G.;

VARIAN, 1989. Analytical methods. VARIAN (eds.). Australia.

WHITEHEAD, D.C., 1995. *Grassland Nitrogen*. CAB Internacional.

LAS ÁREAS PASTO-CORTAFUEGOS COMO EXPERIENCIA DE SELVICULTURA PREVENTIVA EN LOS ESPACIOS FORESTALES Y AGROFORESTALES MEDITERRÁNEOS: 1. DISEÑO

J. RUIZ-MIRAZO¹, A.B. ROBLES, M.E. RAMOS Y J.L. GONZÁLEZ-REBOLLAR.

Estación Experimental del Zaidín (CSIC). Profesor Albareda, 1; 18008 Granada.

¹jabier.ruiz@eez.csic.es

RESUMEN

Un área pasto-cortafuegos es un sistema silvopastoral en el que se combinan acciones selvícolas de prevención de incendios con un uso ganadero que realiza la labor de mantenimiento. Adicionalmente, propicia externalidades positivas en el entorno rural donde se ubican. En esta comunicación presentamos el diseño y primeros pasos de un proyecto de investigación encaminado a evaluar las posibilidades de este sistema en Andalucía. Se ha diseñado un área pasto-cortafuegos experimental (45 ha), se ha estimado la producción de pasto, entre 1168 y 2192 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (según zonas) y realizado ensayos de siembra con especies forrajeras, destinadas a mejorar la calidad de los pastos.

Palabras clave: sistema silvopastoral, incendios forestales, multifuncionalidad.

GRAZED FUELBREAKS AS A FIRE PREVENTIVE MEASURE IN MEDITERRANEAN FOREST LAND: 1. DESIGN

SUMMARY

A grazed fuelbreak is a silvopastoral system in which fire preventive silviculture is combined with grazing. It provides many positive outputs for the forest and the rural communities. We explain the design and first steps of our research, which intends to evaluate the possibilities of establishing grazed fuelbreaks in Andalucía. We have designed the experimental grazed fuelbreak (45 ha), estimated the pasture production (between 1168 and 2192 kg of dry matter per hectare per year) and started experimenting with sowing different fodder species to improve pasture's quality.

Key words: silvopastoral system, forest fire, multifunctionality

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales constituyen uno de los problemas que mayor atención reciben en el ámbito de la gestión y conservación de los montes españoles. Las tareas de detección, control y extinción han tenido una progresión espectacular en los últimos veinte años y, a excepción de algunos años particularmente críticos, se ha ido obteniendo una mejora de los resultados en las sucesivas campañas. La profesionalización de los medios humanos y la mejora de los medios técnicos, fruto del progresivo incremento presupuestario, han sido la base de este éxito, que coloca a España entre los países del mundo más desarrollados en el sector.

Sin embargo, las estadísticas revelan que el incremento de gasto de los últimos años no se está traduciendo en una mejoría proporcional de los resultados. En la actualidad, la ampliación de las dotaciones para la detección, control y extinción de los incendios forestales no está permitiendo superar un aparente techo en los resultados. En relación con esta realidad, los expertos apuntan hacia la selvicultura preventiva como una herramienta auxiliar para proseguir la disminución de la superficie forestal afectada. No se trataría tanto de sacrificar parte de los medios de extinción como de potenciar programas complementarios de selvicultura preventiva.

Las áreas cortafuegos son una superficie relativamente ancha en la que la vegetación natural se modifica para conseguir otra vegetación de menor biomasa o menos inflamable (Vélez, 2000). Por motivos principalmente económicos (falta de recursos para actuar en toda la superficie) y ecológicos (respeto de la estructura del bosque), suelen ser actuaciones localizadas, en forma de bandas, ubicadas en lugares accesibles en los que resulta más sencillo dificultar la propagación del fuego.

El modelo de áreas pasto-cortafuegos que presentamos en esta comunicación podría definirse como "áreas cortafuegos con arbolado abierto sujetas a un mantenimiento basado en el pastoreo". Se trata, por tanto, de sistemas silvopastorales cuyo objetivo más visible es constituirse en zonas adecuadas para facilitar el control y extinción de los incendios que pudieran suceder en el monte en el que se enclavan.

No obstante, la integración de los aspectos ganaderos con la selvicultura preventiva ofrece unas ventajas mucho más amplias que el mero ahorro en los costes de mantenimiento de un área cortafuegos convencional, ya que incrementa la multifuncionalidad del bosque, proporciona empleo en el medio rural, cumple una función ecológica, revaloriza el recurso forestal para las poblaciones locales, fomenta la corresponsabilidad en la conservación del recurso y promueve un uso ganadero extensivo compatible con la conservación de la naturaleza (Ruiz Mirazo, 2004).

Creemos, por tanto, que las áreas pasto-cortafuegos constituyen una propuesta integradora, con muchos elementos de interés.

En la XXXIX Reunión de la SEEP, con el título "Las áreas pasto-cortafuegos entre las prácticas de gestión y protección de los espacios forestales mediterráneos", nuestro grupo comunicó a la Sociedad de Pastos el interés de replantear la selvicultura preventiva de tal forma que se recuperara la histórica integración entre la ganadería y los montes (González Rebollar *et al.*, 1999). En la actualidad, con el apoyo de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, hemos iniciado una línea de investigación que evaluará las posibilidades de esta propuesta. Siguiendo los pasos de nuestra aludida comunicación,

iniciamos hoy aquí un compromiso informativo con la SEEP, que pretendemos ir manteniendo en años sucesivos. Esta primera comunicación recoge el diseño y los primeros pasos de nuestro estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entorno físico

Nuestro estudio se está desarrollando en la finca Cortijo Conejo y Albarrán, propiedad de la Junta de Andalucía, situada en los altiplanos de Guadix-Baza, en la provincia de Granada. En este territorio de orografía llana, cuya altitud ronda los 1100 m, las condiciones climáticas son extremas. Su aislamiento del mar y el estar confinada entre grandes montañas provoca una continentalidad acusada y una intensa sombra de lluvias en la zona, arrojando una media anual de precipitaciones de 320 mm.

En esta finca de histórico uso agrícola se realizó una repoblación forestal en los años 1994-1995, empleando como especie principal *Pinus halepensis*. La densidad de plantación fue superior a los 1500 pies/ha, superándose en algunos rodales los 2000 pies/ha. En el año 2004 se ha procedido a eliminar los pies múltiples, dejando un único árbol por postura, que, a su vez, ha sido podado hasta el tercer verticilo.

En la actualidad tenemos un pinar de pino carrasco denso y bien desarrollado, con algunas pequeñas encinas, pinos piñoneros y cipreses dispersos. El estrato arbustivo es prácticamente inexistente; lo más destacable son algunos ejemplares dispersos de *Retama sphaerocarpa* y de *Atriplex halimus*. El estrato herbáceo también es muy ralo en el interior del pinar, a excepción de algunos claros debidos a marras.

El pinar está atravesado por una faja cortafuegos de unos 30 m de anchura y dirección SO-NE. Esta faja, al igual que otras fajas auxiliares que rodean el pinar, ha sido mantenida mediante roturaciones periódicas, que se han suspendido al iniciarse el proyecto de investigación. Alrededor de esta faja cortafuegos es donde se va a instalar el área pastocortafuegos experimental, cuyo diseño presentamos a continuación.

Delimitación de bandas y marcaje de árboles

La superficie prevista para la experiencia es de unas 45 ha, con un perímetro y diseño que pretenden desdibujar la rectilínea faja cortafuegos ya existente (5 ha), adoptando una forma ameboide ajustada al ligero relieve del terreno (Figura 1). El área pastocortafuegos que hemos diseñado se subdivide en cuatro bandas de distinta densidad arbórea: zona rasa, 250, 400 y 800 pies/ha. La densidad crece a medida que nos alejamos del centro del área pastocortafuegos, de tal forma que se consigue una transición gradual y progresiva entre la zona central, ocupada por la faja cortafuegos actual y la masa forestal del entorno, lo que reduce su impacto paisajístico.

La forma que adoptan las bandas ha sido diseñada en gabinete mediante un GIS, empleando ortofotografías aéreas georreferenciadas. Los vértices de los polígonos han sido replanteados en campo con el apoyo de un GPS. El perímetro de cada banda ha quedado delimitado mediante una cinta plástica de obra, para proceder, posteriormente, al marcaje de los árboles que habrán de ser apeados para obtener cada una de las densidades deseadas.

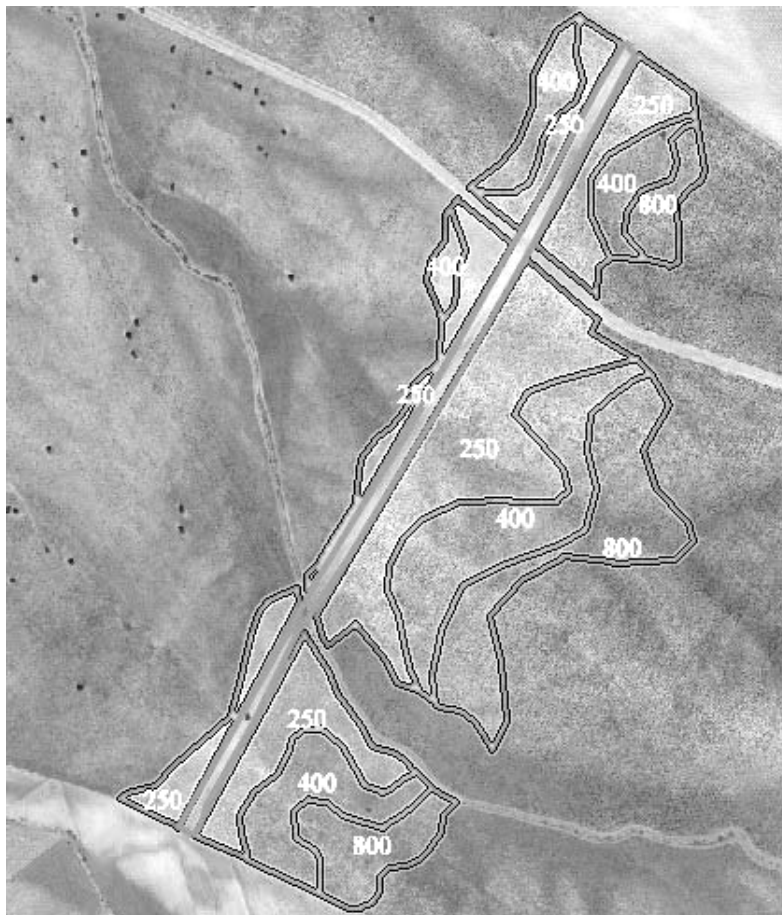


Figura 1. Diseño del área pasto-cortafuegos experimental

Para marcar los pinos se han diseñado y empleado dos procedimientos diferentes: uno de ellos buscando dejar un sector con distribución regular del arbolado y, el otro, procurando obtener una distribución aleatoria.

En el primero de los casos, se midió la distancia entre filas de plantación y, en función de la densidad final a obtener, se calculó la distancia que debían guardar los árboles de una misma fila para aproximarse a una distribución al trespelillo. Este sector ocupa unas 10 ha del área pasto-cortafuegos.

Para el resto de la superficie (30 ha) se ha buscado una distribución aleatoria del arbolado, por lo que el procedimiento de selección los árboles a cortar debía ser también al azar. Para ello, se elaboraron secuencias binarias en las que los *cero* significaban “marcar” y los *uno*, “no marcar”. A partir de la densidad inicial de árboles se calculó la proporción de “unos” y “ceros” que debía utilizarse en la secuencia en función de las densidades finales a

obtener. Estas secuencias se imprimieron y llevaron a campo, para que la persona que iba recorriendo las filas de plantación las utilizara como patrón de los árboles a marcar.

En estos momentos el estudio se encuentra a la espera de que las brigadas de lucha contra incendios forestales ejecuten el clareo diseñado. En el interior del monte aclarado se instalarán una serie de parcelas de seguimiento, cada una de las cuales contendrá una zona excluida al ganado. En estas parcelas se medirá la carga de combustibles forestales clasificada según sus tamaños y se realizarán mediciones de diversidad florística y estructural.

Producción de pastos

A la espera de la ejecución del clareo y del establecimiento de parcelas en el área pasto-cortafuegos, en febrero de 2004 se establecieron cuatro parcelas de seguimiento excluidas al ganado en las inmediaciones del pinar, con el objetivo de obtener una primera estimación de la producción de pasto en la zona, con la que poder programar los ensayos de carga ganadera. Cada una de las parcelas instaladas mide 5 x 5 m y está dividida en cuatro subparcelas de 2 x 2 m. Éstas van están sujetas a diferentes regímenes de corta (simulando el pastoreo), que son los siguientes:

- 1- Control. No se realiza ningún corte.
- 2- Anual. Se corta una vez al año, al final de la primavera.
- 3- Primavera-Otoño. Se corta al final de estas dos estaciones productivas.
- 4- Estacional. Se corta al final de cada estación.

Esta experiencia se ha diseñado para conocer la producción de pasto a lo largo de las distintas épocas del año. Además, las subparcelas permitirán establecer si el tipo de pastoreo aplicado (simulado mediante los cortes) se traduce en diferencias significativas en la producción de pasto.

Cada subparcela se ha muestreado utilizando cinco unidades de corte de 50 x 50 cm. Los cortes se han realizado a una altura de 2-3 cm sobre el suelo, ya que en el área pasto-cortafuegos resulta conveniente mantener el desarrollo de la vegetación al mínimo, y la producción así obtenida se aproximará más a lo que el ganado debiera, idealmente, llegar a comer.

Complementariamente, en junio de 2004, se realizaron mediciones de la producción de pastos en el cortafuegos. Aprovechando que había sido arado un año antes y que no había tenido pastoreo en ese tiempo, pudimos obtener la producción anual a partir del suelo arado, mediante el corte de 24 muestras de 50 x 50 cm, tomadas cada 20 metros a lo largo del cortafuegos.

Selección y siembra de especies forrajeras

Para mejorar las condiciones pascícolas del área pasto-cortafuegos y estimular la presencia del ganado en la zona, se considera conveniente realizar una mejora de pastos (Etienne *et al.*, 1996). En este proyecto está previsto evaluar las posibilidades de emplear siembras de especies forrajeras autóctonas, aprovechando la superficie rasa de la faja cortafuegos.

Entre las especies ensayadas se encuentran *Trigonella polyceratia*, *Vicia peregrina*, *Vicia sativa*, *Dactylis glomerata* (dos procedencias), *Bituminaria bituminosa*, *Medicago minima* y *Medicago sativa* (dos procedencias).

La siembra se ha realizado a comienzos de noviembre de 2004 tras una preparación somera del suelo, ajustándose a un diseño estadístico de bloques al azar con cuatro réplicas. Cada bloque contiene diez tratamientos (9 especies y el control), en subparcelas rectangulares de 1,5 x 1 m.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como hemos indicado al principio, esta comunicación no pretende ir mucho más allá de comunicar los primeros pasos y resultados de las experiencias que estamos llevando a cabo. Por tanto, este apartado de resultados y discusión, así como las conclusiones, deben ser entendidos como aportaciones preliminares.

Delimitación de bandas y marcaje de árboles

Al no haberse procedido todavía a la ejecución del tratamiento selvícola que creará el área pasto-cortafuegos, no podemos emitir ningún juicio fundamentado sobre los resultados de esta acción. En cualquier caso, sí queremos indicar que el procedimiento seguido para el diseño y delimitación de las bandas resulta sencillo y fácilmente aplicable en campo. Sin embargo, los procedimientos seguidos para el marcaje de los árboles requieren demasiado trabajo de campo. Esta dedicación sólo la creemos justificada por el grado de precisión que se ha querido alcanzar para un lugar que, de hecho, va a constituir una zona de ensayos científicos.

Producción de pastos

Debido al poco tiempo que ha transcurrido desde el establecimiento de las parcelas de exclusión, todavía no podemos aportar resultados con respecto a los distintos regímenes de corte diseñados. Por este motivo, nos limitamos a presentar las producciones anuales estimadas en las parcelas de exclusión, así como los datos obtenidos en el propio cortafuegos. Las primeras ofrecen una aproximación de la producción fruto de una cobertura herbácea ya asentada, y el último, la producción a partir de un terreno arado. En la Tabla 1 se resumen los datos obtenidos.

Tabla 1. Producción de pastos (en kg de materia seca por hectárea y año)

PARCELAS	A	B	C	D	Cortafuegos
PRODUCCIÓN	1504	2629	2251	2385	1168

La media de la producción en las parcelas de exclusión del entorno del pinar es de 2192 kg de MS ha⁻¹ año⁻¹, en un año (2003-2004) con 371 mm de lluvia. Esta cifra de producción, provisional, parece elevada para un entorno semiárido. Sin embargo, se encuentra entre las halladas por Navarro *et al.* (2003) en la misma zona (3434 kg MS ha⁻¹ año⁻¹) y las dadas por Robles *et al.* (2004) para pastos herbáceos de Cabo de Gata (835 kg MS ha⁻¹ año⁻¹).

Selección y siembra de forrajeras

La climatología en otoño de 2004 ha sido extremadamente seca en esta comarca, por lo que las condiciones no han sido favorables para el establecimiento de las siembras. El

primer resultado de la experiencia es, por tanto, que en los años muy secos la siembra en otoño no presenta ventajas, e incluso puede que una parte de la misma se pierda por depredación.

Las variedades locales que empleamos en las siembras no están disponibles comercialmente, por lo que planificar su recogida es parte insoslayable de los primeros pasos del estudio. La laboriosidad de esta fase limita severamente el tamaño de la superficie de siembra.

CONCLUSIONES

Mediante un procedimiento novedoso en el diseño y puesta en práctica, se ha establecido un área pasto-cortafuegos experimental que permitirá valorar, a lo largo de los próximos años, múltiples aspectos concernientes a las posibilidades e interés de utilizar esta herramienta para la prevención de incendios forestales y el aumento de la biodiversidad en el entorno mediterráneo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ETIENNE, M.; DERZKO, M.; RIGOLOT, E., 1996. Browse impact in silvopastoral systems participating in fire prevention in the French Mediterranean region. En: *Western European silvopastoral systems*, 93-102. Ed. M. ETIENNE. INRA editions. Versailles (Francia).

GONZÁLEZ REBOLLAR, J.L.; ROBLES, A.B.; SIMÓN, E., 1999. Las áreas pasto-cortafuegos entre las prácticas de gestión y protección de los espacios forestales mediterráneos. En: *Actas de la XXXIX reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 143-154. SEEP. Almería (España).

NAVARRO, F.B.; JIMÉNEZ, M.N.; RIPOLL, M.A., BOCIO, I.; GALLEGU, E.; DE SIMÓN, E., 2003. Análisis temporal de la fitomasa de herbáceas en cultivos abandonados reforestados de zonas semiáridas continentales. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 449-454. Ed. A.B. ROBLES, M.E. RAMOS, C. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ REBOLLAR, J. BOZA. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla (España)

ROBLES, A.B.; GONZÁLEZ, A.; GONZÁLEZ-REBOLLAR, J.L., 2004. Biomasa aérea y digestibilidad de pastos herbáceos en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar (Almería). En: *Pastos y Ganadería extensiva*, 455-459. Ed. B. GARCÍA CRIADO, A. GARCÍA CIUDAD, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA, I. ZABALGOGEAZCOA. SEEP. Salamanca (España).

RUIZ MIRAZO, J., 2004. Naturalización de una masa repoblada de *Pinus halepensis* Miller en los límites continentales del semiárido andaluz: importancia de las prácticas silvopastorales en el desarrollo de una propuesta de gestión multifuncional y preventiva. *Proyecto fin de carrera*. E.T.S.I. Montes. Madrid (España)

VÉLEZ, R., 2000. Selvicultura preventiva. En: *La defensa contra incendios forestales*, 14.1-14.17. Co. R. VÉLEZ. McGraw-Hill. Aravaca (España).

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE SUELOS EN UN BANCO DE *Leucaena leucocephala* Y EN UN MONOCULTIVO DE *Brachiaria brizantha*

R. RAZZ Y T. CLAVERO.

Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía.
Universidad del Zulia. Apdo 15908. Maracaibo 4005. Venezuela. e-mail:
rosarazz@hotmail.com

RESUMEN

Con el objeto de evaluar las características químicas de suelos en un banco de proteína de *Leucaena leucocephala* y en un monocultivo de *Brachiaria brizantha*, se realizó una investigación en una finca comercial ubicada en el estado Zulia, Venezuela, en una zona de bosque seco tropical. Se tomaron muestras de suelo en la época seca y de lluvias y se determinó el pH, carbono orgánico (CO), fósforo asimilable (P), potasio asimilable (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) a 0,10 y 1,5 m desde la base del tallo de la leguminosa y en la gramínea hasta una profundidad de 20 cm. Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con arreglo factorial y ocho bloques. Los resultados obtenidos mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$) de la época del año sobre el pH y los contenidos de K y Ca, mientras que no existió efecto sobre CO, P y Mg. Los mayores valores de pH (6,50) y K (0,09 me/100 g) fueron obtenidos en la época seca, mientras que, el mayor contenido de Ca (2,95 me/100 g) se obtuvo en la época de lluvias. En el banco de *Leucaena* se presentaron los mayores valores ($P < 0,05$) de P y K en comparación al monocultivo. El establecimiento de leguminosas arbóreas en los sistemas de producción mejora las condiciones químicas de los suelos, constituyéndose una alternativa en suelos tropicales deficientes en nutrientes.

Palabras clave: leguminosas, fertilidad, gramíneas

CHEMISTRY CHARACTERISTICS OF SOILS IN BANK OF *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* AND *BRACHIARIA BRIZANTHA* GROWING ALONE

SUMMARY

In order to evaluate chemistry characteristics in soils of protein bank and *Brachiaria brizantha* growing alone, was carried out a experiment in a commercial farm located in Rosario de Perijá county, Zulia state, Venezuela, in the tropical dry forest. The samples of soils were taken in dry and rain period and determined pH, organic carbon (OC), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) contents at 0.10 and 1.5 m from base of stem of leguminous and gramineous growing alone. The statistical design used was randomized blocks with factorial arrangement and eight replications. The results obtained showed a significant effects ($P < 0.05$) of period on pH and K and Ca contents, while, were not effect on OC, P and Mg. The highest values of pH (6.5) and K (0.09 me/100 g) were obtained in dry season, while, the highest content of Ca (2.95 me/100 g) was obtained in rain season. The protein bank of *Leucaena* showed the highest values of P

and K in relationship of grassland. The establishment of legumes tree in animal production systems improved the chemical soil conditions, which represent an opportunity for poor tropical soils.

Key words: legumes, fertility, gramineous

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción bovina doble propósito representan un importante aporte en la economía de Venezuela. Sin embargo, estos sistemas se han desarrollado basándose en la degradación de los ecosistemas causada por la deforestación para establecer pastizales (Giraldo, 1998) y al uso tradicional e irracional de los recursos existentes en los sistemas de explotación pecuaria.

La disminución del componente arbóreo en las zonas ganaderas; ha traído como consecuencia una reducción en el reciclaje de nutrientes, así como una disminución del área de sombreado que conllevan a condiciones ambientales adversas para el comportamiento animal y la fertilidad de los suelos (Iriando *et al.*, 1998).

Para disminuir el impacto negativo del manejo tradicional de la ganadería sobre el medio ambiente, los sistemas agroforestales en sus diferentes combinaciones se presentan como una alternativa que responde de alguna manera a los problemas ocasionados por la deforestación y la degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios (Giraldo, 1998).

Dentro de los sistemas agroforestales, el uso de leguminosas forrajeras arbóreas posee ventajas que son ampliamente conocidas, entre éstas se pueden mencionar la recuperación de la fertilidad del suelo, mantenimiento y mejora de las propiedades físicas del suelo, reducción de la población de malezas y que proporcionan productos adicionales para autoconsumo o venta (Alegre *et al.*, 2000).

El objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia de la *Leucaena leucocephala* sobre las características químicas del suelo en comparación con un monocultivo de *Brachiaria*

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del Área Experimental

La fase experimental de la investigación se realizó en una finca comercial, ubicada en el Municipio Rosario de Perijá, estado Zulia, Venezuela, geográficamente a 10° 15' latitud norte y 72° 40' longitud oeste. La zona bajo estudio está caracterizada como bosque seco tropical, con precipitación promedio de 1100 mm/año y temperatura promedio anual de 29 °C, a 100 msnm de altitud. El régimen pluviométrico presenta distribución bimodal, con mínimos en los meses de febrero y julio y máximos en mayo y octubre (COPLANARH, 1974).

Descripción del experimento

El banco de proteína de *Leucaena leucocephala* se estableció en 1994, las plantas fueron sembradas a 3 m entre dobles hileras (0,5 m entre hileras sembradas a chorro corrido). Se realizaron dos muestreos, el primero en febrero del 2002, correspondiendo a la época seca y el segundo en mayo, período de máxima precipitación. Las muestras se recolectaron en el banco de proteínas y en un potrero establecido en monocultivo de *Brachiaria brizantha*, ambos establecidos en la misma finca.

Las muestras de suelos se tomaron con un barreno a una profundidad de 0 a 20 cm, para ello se seleccionó al azar un árbol de *Leucaena* en cada bloque (8 en total) y los puntos de muestreo se realizaron a 0,10 y 1,5 m desde la base del tallo de la planta. Asimismo, en el monocultivo se escogieron al azar ocho puntos de muestreo para su posterior análisis.

Análisis de Laboratorio

Las muestras de suelo se trasladaron al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Las características químicas evaluadas fueron pH, CO (Walkley – Black), P (Bray), mientras que, los contenidos de K, Ca y Mg se extrajeron a través del método Ac NH (pH 7.0).

Análisis Estadístico

Los datos se analizaron a través del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1990). Las medias se obtuvieron mediante el procedimiento de Mínimos Cuadrados, utilizándose la prueba de Tukey para la comparación de las mismas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa el efecto de la época del año sobre el pH y los contenidos de CO, P, K, Ca y Mg en el suelo. Los mayores valores de pH y K fueron superiores ($P < 0,05$) en la época seca, mientras que en la época de mayor precipitación se registró el mayor contenido de Ca.

Los menores contenidos de bases en la época de lluvias pueden ocurrir por lixiviación de minerales, especialmente de K y en menor proporción de Mg y Ca (Bolívar *et al.*, 1999). Con respecto al P, este es uno de los elementos más estables dentro del suelo, ya que sus pérdidas no son ocasionadas por lavado ni por volatilización, no obstante su alta estabilidad implica baja solubilidad, así que muchos suelos tropicales tienen alta capacidad de fijarlo causando deficiencias para las plantas (Bertsch, 1995). Consideraciones similares fueron realizadas por Velasco *et al.* (1999).

Tabla 1. Efecto de la época del año sobre las características del suelo

Época	pH	CO (%)	P (ppm)	K (me/100 g)	Ca (me/100g)	Mg (me/100g)
Seca	6,50 ^a	0,75	4,00	0,09 ^a	1,56 ^b	1,57
Lluvias	5,81 ^b	0,91	2,10	0,03 ^b	2,95 ^a	1,40

Medias con letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P < 0,05$)

Con respecto a los contenidos de P y K en el suelo en el banco de *Leucaena*, se observó que a medida que se distanció del tallo los valores de P disminuyeron significativamente ($P < 0.05$), mientras que, lo contrario ocurrió con K. Sin embargo, los valores arrojados son superiores a los obtenidos en el monocultivo de *Brachiaria* (Tabla 2). Se ha establecido que la presencia de árboles en los potreros incrementa la presencia de materia orgánica y mejora el microclima, lo cual favorece la actividad biológica de la micro y macro-fauna, y especialmente de bacterias, hongos y micorrizas, lo cual resulta en una mayor mineralización, movilización y disponibilidad de algunos nutrientes como N, P y K en el suelo (Sadeghian *et al.*, 1998; Mahecha, 2002). Aunado a ello, el sistema radicular extendido y profundo de los árboles, aumenta el área disponible para captar agua y nutrientes de profundidades que están fuera del alcance de las raíces de las gramíneas forrajeras. Consideraciones similares fueron realizadas por Crespo *et al.* (1998) evaluando dos sistemas sin y con *Leucaena leucocephala* en 100% del área de pasto nativo. Señalaron que en el sistema 100% *Leucaena* incrementó la producción de hojarasca, los nutrientes reciclados (N, P y K) y la diversidad de individuos y biomasa de la macro fauna edáfica en comparación con los potreros de solo pasto nativo.

Tabla 2. Características químicas del suelo en un banco de *Leucaena leucocephala* y de *Brachiaria brizantha* como monocultivo

Sistema	pH	CO (%)	P (ppm)	K (me/100g)	Ca (me/100g)	Mg (me/100g)
Banco (0,10 m)*	5,99	0,83	4,68 ^a	0,05 ^b	2,26	1,62
Banco (1,50 m)*	6,09	0,87	1,91 ^b	0,09 ^a	2,49	1,69
Monocultivo	6,38	0,78	2,57 ^b	0,05 ^b	2,01	1,15

Medias con letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P < 0.05$)

*Banco (0,10 y 1.50 m) = distancia de muestreo desde el tallo de la *Leucaena*.

Métodos de extracción de los nutrientes: CO (Walkley-Black), P (Bray) y K, Ca y Mg (Ac NH (pH 7.0)).

En investigaciones realizadas por Mahecha *et al.* (1998) en asociaciones de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) con *Leucaena* y *Prosopis juliflora*, encontraron mayores contenidos de P en las asociaciones con respecto a los valores en la gramínea creciendo sola y mencionaron que esto puede ser consecuencia de los mayores contenidos de materia orgánica (producto de podas, excretas y hojarasca) en el perfil del suelo, que a su vez aumenta el poder tampón de la solución del suelo, posibilitando que el P se ligue en forma de humatos y pueda estar disponible. Mencionaron que el Ca, Mg y Na presentaron la misma tendencia del P. Asimismo, Primavesi (1984) señaló que algunas plantas movilizan el P a través de los aminoácidos excretados por las raíces y que actúan como quelantes, ya sea por micorrizas o por bacterias de la rizosfera, situación que ocurre cuando se establecen leguminosas arbóreas.

En recientes investigaciones, Tien Dung *et al.* (2005) comparando sistemas de monocultivos de yuca (*Manihot esculenta*) y Flemingia (*Flemingia macrophylla*) con la asociación entre ambas especies, observaron que la fertilidad del suelo es superior y se mantiene en el sistema de cultivos intercalados con un beneficio adicional en la reducción en la erosión del suelo. Los efectos benéficos de la leguminosa sobre la fertilidad del suelo en parte se deben al reciclaje de nutrientes, ya que esta especie cubre la superficie del suelo con una gran cantidad de hojas muertas.

Sin embargo, resultados contradictorios reportaron Bolívar *et al.* (1999) evaluando *Acacia mangium* y *Brachiaria humidicola* en monocultivo. Observaron que los contenidos de P, K, Ca y Mg no variaron a diferentes distancias de la hilera de la leguminosa. Sin embargo, señalaron que los resultados en este estudio no muestran efectos significativos de la *Acacia* en el mejoramiento de las bases, aunque las concentraciones de Ca y K tendieron a ser mayores en el sistema silvopastoril.

CONCLUSIONES

El establecimiento de *Leucaena leucocephala* en los sistemas de producción agropecuarios tropicales mejora las condiciones químicas de los suelos, constituyéndose una alternativa en suelos tropicales deficientes en nutrientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEGRE, J.; MEZA, A.; ARÉVALO, L. 2000. Establecimiento de barbechos con leguminosas. “*Agroforestería en las Américas*”. Vol. 27. (En línea). <http://web.catie.ac.cr/informacion/RAFA/rev27/comoh1-a.htm>

BERTSCH, F. 1995. *La fertilidad de los suelos y su manejo*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 159 p.

BOLÍVAR, D.; IBRAHIM, M.; KASS, D. 1999. *Características químicas de un suelo ácido y composición mineral de Brachiaria humidicola bajo un sistema silvopastoril con Acacia mangium*. VI Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Fundación CIPAV. Colombia. (En línea). <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Bolivar.htm>.

COMISIÓN DE PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS (COPLANARH). 1974. *Atlas Inventario Nacional de Tierras*. Región del Lago de Maracaibo. Maracaibo. Venezuela. 91 pp.

CRESPO, G.; RODRÍGUEZ, I.; SÁNCHEZ, R.; FRAGA, S. 1998. Influencia de *Albizia lebbek* y *Leucaena leucocephala* en indicadores de suelo, el pasto y los animales en sistemas silvopastoriles. Conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre “Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica”. (En línea). <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memoria99/P-Crespo.htm>.

GIRALDO, L.A. 1998. *Potencial de la arbórea guácimo (Guazuma ulmifolia) como componente forrajero en sistemas silvopastoriles*. Conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre “Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica”. (En línea). <http://www.virtualcentre.org/es/conferencia1/Girald13.htm>

IRIONDO, E.; ALVAREZ, E.; CHINEA, A.; BARROTO, D. 1998. *Experiencias campesinas sobre utilización de árboles y arbustos en huertos caseros*. III Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas. Cuba. pp. 258-265.

MAHECHA, L.; ROSALES, M; MOLINA, C.H; MOLINA, E.J. 1998. *Experiencias en un sistema silvopastoril de Leucaena leucocephala–Cynodon plectostachyus–Prosopis juliflora*. Conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre “Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica”. (En línea). <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Mahech20.htm>

MAHECHA, L. 2002. El Silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 15(2):226-231.

PRIMAVESI, A. 1984. *Manejo ecológico del suelo: La agricultura en regiones tropicales*. 5ta edición. Editorial el Ateneo, Buenos Aires, Argentina.

SADEGHIAN, S.; RIVERA, J.M.; GÓMEZ, M.E. 1998. *Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de los suelos en los Andes de Colombia*. Conferencia electrónica FAO-CIPAV sobre “Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica”. (En línea). <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Siavosh6.pdf>

STATISTICAL ANÁLISIS SYSTEM (SAS). 1990. *SAS/STAT User's*. 4th edition. SAS Institute Inc. Cary, NC. 846 pp.

TIEN DUNG, N.; INGER, L.; THI MUI, N. 2005. Intercropping cassava (*Manihot esculenta* Crantz) with Flemingia (*Flemingia macrophylla*); effect on biomass yield and soil fertility. *Livestock Research for Rural Development*. Vol 17. Art. N° 6. <http://www.cipav.org.co/1rrd/1rrd17/1/dzun17006.htm>.

POTENCIALIDAD DE LAS ESPECIES C₄ COMO ALIMENTO PARA EL GANADO EN REPOBLACIONES DE ZONAS SEMIÁRIDAS

F.G. BARROSO¹, A. PEDREÑO, T. MARTÍNEZ¹, A.B. ROBLES² Y
J.L. GONZÁLEZ-REBOLLAR².

¹Departamento de Biología Aplicada, Universidad de Almería, 04120 Almería

²Estación Experimental del Zaidín, 18018, Granada

RESUMEN

El objetivo fundamental del presente estudio es determinar cuales son las especies C₄ con mayor valor forrajero, atendiendo a su composición bromatológica y digestibilidad, que permitan atender mejor las necesidades de los animales. Este trabajo se enmarca dentro de un macro proyecto titulado “Empleo de especies autóctonas C₄ y CAM en programas de protección y desarrollo de zonas áridas y semiáridas del mediterráneo español”, que pretende evaluar las posibilidades de las plantas CAM y C₄ en zonas áridas y semiáridas del Mediterráneo español, como auxiliares técnicos en acciones de revalorización agroambiental allí donde no es posible una respuesta.

Los resultados obtenidos las plantas C₄ revelan un valor nutritivo potencial comparable al de forrajes cultivados de calidad media-alta, y superior a otras especies forrajeras C₃. Estas plantas, en general, poseen un elevado contenido en proteínas, baja proporción de lignina y alta digestibilidad.

Atendiendo únicamente a los componentes bromatológicos, estas especies podrían ser una buena alternativa para el pastoreo en zonas áridas. No obstante, serán necesarios futuros estudios sobre su palatabilidad, ya que el valor nutritivo no es el único factor que determina la ingesta por parte de los animales.

Palabras clave: Mejora pastos, restauración, valor nutritivo, forrajeras, pequeños rumiantes

NUTRITIVE POTENTIAL OF C₄-SPECIES IN PASTURE RESTORATION OF SEMI-ARID LANDS

SUMMARY

The aim of the present study was the determination of the grazing potential of C₄-plants, based upon their chemical composition and in vitro digestibility, under the perspective of the requirements of grazing ruminants. This work is part of a research project entitled “Use of autochthonous C₄ and CAM plants in the protection and development of arid and semi-arid lands in Spanish Mediterranean areas”.

The results obtained point to a nutritional potential of C₄-plants similar to medium to high quality forages, and higher than most of pastures based upon C₃ plants. The main features of C₄-species are: i) high protein contents; ii) low concentrations of lignin; and iii) high in vitro ruminal digestibility.

According to the chemical composition and digestibility, these C₄ species might represent a valuable alternative as grazing plants in arid areas involved in restoration programs. Nevertheless, further studies are required in order to establish their palatability, in view of the fact that their nutritive value is not the sole factor determining voluntary intake in ruminants.

Keywords: pasture improvement, pasture restoration, nutritive value, grazing plants, small ruminants

INTRODUCCIÓN

El sureste español es una zona geográfica caracterizada por una fuerte irradiación solar, elevadas temperaturas y un déficit hídrico cada vez mayor debido a la disminución de las precipitaciones y una sobreexplotación de los acuíferos; estas condiciones extremas dan lugar a que en estas zonas sólo puedan desarrollarse especies vegetales bien adaptadas a zonas áridas. Por otro lado, la ganadería extensiva en estas zonas está vinculada a pequeños rumiantes, y es una de las pocas formas de obtención de ingresos en zonas desfavorecidas con poca disponibilidad de agua para poder hacer una agricultura sostenible.

Una de las posibles soluciones para empezar a frenar la desertización, además de un uso controlado y racional del agua, es la restauración de los ecosistemas áridos. Esta restauración se debe llevar a cabo con un nuevo concepto de reforestación, desligado totalmente de las grandes masas boscosas y la utilización de especies exigentes en agua, las cuales tendrían un escaso desarrollo e incluso no sobrevivirían sin apoyo de riegos. También distintos organismos internacionales (FAO, UNESCO, etc.) dan prioridad en las investigaciones que permitan una mejora en la utilización de las zonas áridas para la producción de alimentos.

Todo ello nos sirve de preámbulo para la elección de una alternativa a estas zonas, su dedicación pecuaria, donde el estudio de los recursos nutritivos disponibles, podrían aportar soluciones en un intento de ofrecer un modelo de explotación integrado con el medio natural. Esto comporta aplicar soluciones parciales y tecnológicas que fueron descartadas en épocas pasadas, como es la ganadería semiextensiva, la cual ahora y tras cuidadoso análisis es posible que resulte conveniente adoptarla, frente a los sistemas de forestación del pasado (Bermúdez, 1991).

Por todo lo descrito anteriormente, se puede considerar que existen suficientes razones para llevar a cabo un proyecto de reforestación con especies autóctonas de plantas C₄. El interés de las plantas C₄ viene de la mano de su baja exigencia en agua y de su alta tasa de fotosíntesis neta, lo que se traduce en un mayor desarrollo de biomasa, acompañada de unas menores exigencias de nitrógeno edáfico. Estas especies son plantas muy bien adaptadas a ambientes de fuerte estrés hídrico y capaces de superar las condiciones adversas anteriormente descritas, colonizando hábitats en las que las especies convencionales C₃ tendrían precarias posibilidades de viabilidad, no compitiendo por tanto con éstas. A pesar del interés que presenta este grupo, son muy escasos los trabajos referentes a la documentación de las plantas C₄ presentes en nuestro país, y absolutamente inexistentes los que hacen referencia a la utilización de dichas especies en la rehabilitación de zonas áridas y semiáridas, y los referidos a su valor nutricional como fuente de alimento en el pastoreo de pequeños rumiantes.

Por tanto, el objetivo fundamental de este trabajo es determinar cuales son las especies C₄ con mayor interés forrajero, atendiendo a su composición bromatológica y digestibilidad, que permitan atender mejor las necesidades de los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Recogida y procesamiento del material vegetal.

La recogida de muestras se hicieron en distintas zonas de la provincia de Almería y de Granada por el equipo de pastoralismo de la estación Experimental del Zaidín. En Almería se han recogido muestras en las cercanías de San Miguel de Cabo de Gata, en el parque natural de Cabo de Gata; en Retamar y en Tabernas. En la provincia de Granada sólo se han recogido muestras en la zona conocida como la Hoya de Guadix cerca del municipio con el mismo nombre.

Se recogieron muestras de las distintas especies en dos épocas del año, una en otoño (en noviembre), y otra en primavera (en mayo).

Se han recolectado sólo aquellas fracciones morfológicas de las plantas seleccionadas por el ganado en su hábito alimentario, simulando el bocado con el empleo de tijeras o a mano.

Análisis bromatológico

Para estudiar su composición química las muestras se desecaron y molieron (usando una malla de 1mm). El método usado se ha ajustado al esquema desarrollado originariamente en la Estación Experimental de Weende (Alemania), por los investigadores Hennenberg y Stohman, y a las modificaciones realizadas por Van Soest (1982) para la fracción fibrosa.

Concretamente, se han determinado los siguientes componentes:

- HUMEDAD: Agua y sustancias volátiles.
- PROTEÍNA BRUTA (PB): proteínas y nitrógeno no proteico.
- FRACCIÓN FIBROSA: fibra neutro detergente (FND); fibra ácido detergente (FAD), lignina detergente (LAD)
- MINERALES: Ceniza (materia inorgánica).

Digestibilidad de la materia seca *in vitro* (DMS_{iv})

El método utilizado para predecir la digestibilidad *in vitro* ha sido el propuesto por Jones y Hayward (1975), modificado posteriormente por Aufrère (1982). Los tratamientos se han llevado a cabo en el incubador Daisy (ANKOM TECHNOLOGY – DAISY).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos (tabla 1), destacan sobre otros parámetros los elevados niveles de proteína bruta obtenidos. En general, en todas las especies y estaciones, los niveles de PB son muy altos. Para percibir la magnitud de estos datos, cabe compararlos con la PB que contiene el heno de alfalfa, que es el forraje de calidad más frecuentemente usado en la suplementación del ganado en estas zonas. Según datos de INRA (1990), el heno de alfalfa contiene un 16,3% de PB, y como se puede comprobar, existen un gran número de plantas C_4 que superan el 25% de PB. De todas, hay que destacar especialmente a *Arthrocnemum macrostachyum* (con un 27,31% en otoño), *Suaeda pruinosa* (con un 27,17% en primavera, y un 26,82% en otoño), y sobre todas a *Salsola oppositifolia* (31,47% en otoño). Sólo *Atriplex glauca* (9,92% en primavera) y *Atriplex halimus* (10,34% en primavera) son claramente inferior al heno de alfalfa. Este dato, consideramos que es el aspecto fundamental a destacar de su composición química. No podemos olvidar que el componente deficitario en estos pastos de zonas áridas es la proteína.

Con relación a la digestibilidad, decir que todas las especies presentan una alta digestibilidad (tabla 1), y, tal y como cabría esperar, son las especies con un mayor contenido en lignina las menos digestibles. En general, son las especies del género *Atriplex* las que presentan una digestibilidad menor, y las del género *Suaeda* las que la tienen mayor.

Consideramos que el factor más negativo, que muestran estas especies C_4 , es su alto contenido en ceniza (tabla 1). Estas plantas son claramente inferiores en materia orgánica a otras forrajeras C_3 . Creemos que, como método de defensa ante el alto contenido en sales en el suelo, estas plantas retienen gran cantidad de minerales (que en el análisis se traduce como cenizas), para así evitar una osmosis negativa hacia ellas.

Otra característica general de todas las muestras analizadas ha sido que presentan unos valores de fibra digestible (FND y FAD) bajos (tabla 2). Para poder valorarlo es suficiente compararlo con el valor del heno de alfalfa, que presenta, según datos del FEDNA (2004) un contenido del 43,6% de FND y un 32,7% de FAD. Prácticamente todos las plantas C_4 tienen un contenido fibroso muy inferior. Sin embargo, el nivel de lignina de las especies analizadas en este estudio presentan una mayor concentración al del heno de alfalfa. Así todas las especies, salvo las especies del género *Suaeda*, contienen más del 7,51% de LAD del heno de alfalfa.

En resumen, consideramos, que en líneas generales, las plantas C_4 presentan unas características nutritivas que aconsejan su uso en repoblaciones en zonas áridas, ya que, además de estar adaptadas a las difíciles condicione ambientales, aportan un complemento nutritivo de gran valor al ganado en pastoreo. No obstante, consideramos que sería necesario hacer un estudio sobre su palatabilidad para completar este trabajo. Se sabe que el valor nutritivo de una planta no es el único factor que determina una mayor o menor ingesta por parte de los rumiantes. En su coevolución, las plantas han ido desarrollando diversos componentes químicos para defenderse de los herbívoros. Por tanto, puede que una planta con un alto valor nutritivo sea rechazada por el ganado debido a la presencia de defensas químicas. Relacionado con esto, Ríos *et al.* (1989), estudiando la palatabilidad de algunas especies forrajeras, obtuvieron que *Salsola oppositifolia* era débilmente palatable. A pesar de que en nuestro trabajo esta planta muestra unas características bromatológicas óptimas.

Tabla 1: Niveles de ceniza, proteína bruta (PB) y digestibilidad de materia seca *in vitro* (DMS_{iv}) (expresados en %MS) obtenidos en las especies forrajeras analizadas en las estaciones de otoño y primavera

Especie	Tipo	Estación	Ceniza	PB	DMS _{iv}
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> (T,FL,FR)	C ₄	Otoño	27,31 ± 0,43	27,31± 0,43	74,03 ± 2,3
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> (T, FL)	C ₄	Primavera	31,93 ± 2,43	14,77 ± 0,72	76,32 ± 0,3
<i>Atriplex glauca</i> (RT, H, T, FL)	C ₄	Otoño	33,07 ± 0,58	16,11 ± 1,00	65,77 ± 3,9
<i>Atriplex glauca</i> (H,FR,RT)	C ₄	Primavera	25,24 ± 0,38	9,92 ± 0,56	68,27 ± 0,6
<i>Atriplex halimus</i> (H,FR)	C ₄	Otoño	32,91 ± 0,37	16,91 ± 0,74	77,33 ± 2,6
<i>Atriplex halimus</i> (RH,RT)	C ₄	Primavera	24,33 ± 2,35	21,08 ± 1,14	76,34 ± 0,6
<i>Atriplex halimus</i> (H, T, FL)	C ₄	Primavera	24,62 ± 0,77	10,34 ± 0,01	65,04 ± 3,6
<i>Atriplex semibaccata</i> (H,FR,RT)	C ₄	Otoño	30,89 ± 0,13	16,22 ± 0,07	73,72 ± 2,0
<i>Atriplex semibaccata</i> (RH, RT)	C ₄	Primavera	23,45 ± 0,70	21,17 ± 0,46	72,76 ± 0,5
<i>Salsola genistoides</i> (T)	C ₃	Otoño	14,93 ± 0,21	14,70 ± 0,38	74,29 ± 0,7
<i>Salsola genistoides</i> (RH, RT)	C ₃	Primavera	11,61 ± 0,09	20,23 ± 0,69	n.d.
<i>Salsola kali</i> (T,FR)	C ₄	Otoño	n.d.	14,29 ± 0,67	n.d.
<i>Salsola kali</i> (RT)	C ₄	Primavera	n.d.	16,36 ± 0,38	77,67 ± 0,4
<i>Salsola oppositifolia</i> (RT,H)	C ₄	Otoño	18,07 ± 0,10	31,47 ± 0,31	87,16 ± 2,1
<i>Salsola oppositifolia</i> (T)	C ₄	Otoño	12,76 ± 0,13	17,37 ± 0,09	56,98 ± 1,7
<i>Salsola oppositifolia</i> (FL)	C ₄	Otoño	n.d.	23,09 ± 0,47	72,81 ± 2,3
<i>Salsola oppositifolia</i> (RH, RT)	C ₄	Primavera	21,73 ± 0,09	13,97 ± 1,35	77,11 ± 0,6
<i>Suaeda pruinosa</i> (H,FR)	C ₄	Otoño	30,44 ± 0,33	26,82 ± 0,85	78,83 ± 0,8
<i>Suaeda pruinosa</i> (RH, RT)	C ₄	Primavera	26,96 ± 0,21	27,17 ± 0,46	80,79 ± 1,4
<i>Suaeda pruinosa</i> (H,T, FL)	C ₄	Primavera	34,48 ± 0,42	21,98 ± 0,91	80,41 ± 0,4
<i>Suaeda vera</i> (H,RT)	C ₃	Otoño	25,78 ± 1,23	19,85 ± 0,78	80,61 ± 0,9
<i>Suaeda vera</i> (RH, RT, FL)	C ₃	Primavera	20,02 ± 1,04	29,34 ± 2,33	70,30 ± 2,6

RH = rebrotes hojas; RT = rebrotes tallos; T = tallos; H = hojas; FL = flores; FR = frutos

Tabla 2: Niveles de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina detergente (LAD) (expresados en %MS) obtenidos en las especies forrajeras analizadas en las estaciones de otoño y primavera

Especie	Tipo	Estación	FND	FAD	LAD
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> (T,FL,FR)	C ₄	Otoño	38,38 ± 1,01	18,22 ± 0,62	16,22 ± 0,70
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> (T, FL)	C ₄	Primavera	33,23 ± 0,93	15,37 ± 0,10	9,43 ± 0,05
<i>Atriplex glauca</i> (RT, H, T, FL)	C ₄	Otoño	29,38 ± 2,00	15,34 ± 0,80	13,54 ± 0,44
<i>Atriplex glauca</i> (H,FR,RT)	C ₄	Primavera	33,42 ± 0,41	18,96 ± 0,47	14,16 ± 0,34
<i>Atriplex halimus</i> (H,FR)	C ₄	Otoño	29,67 ± 1,26	14,73 ± 0,43	13,31 ± 0,32
<i>Atriplex halimus</i> (RH,RT)	C ₄	Primavera	32,96 ± 0,42	14,91 ± 0,42	13,69 ± 0,53
<i>Atriplex halimus</i> (H, T, FL)	C ₄	Primavera	42,80 ± 0,09	27,20 ± 0,39	22,75 ± 0,23
<i>Atriplex semibaccata</i> (H,FR,RT)	C ₄	Otoño	34,33 ± 2,42	14,35 ± 0,02	14, 67 ± 0,70
<i>Atriplex semibaccata</i> (RH, RT)	C ₄	Primavera	35,20 ± 1,19	16,63 ± 0,86	12, 06 ± 0,19
<i>Salsola genistoides</i> (T)	C ₃	Otoño	33,13 ± 3,06	14,18 ± 0,29	12,39 ± 0,24
<i>Salsola genistoides</i> (RH, RT)	C ₃	Primavera	47,52 ± 0,30	19,21 ± 0,19	16,49 ± 0,20
<i>Salsola kali</i> (T,FR)	C ₄	Otoño	32,22 ± 0,14	12,64 ± 0,27	10,38 ± 0,43
<i>Salsola kali</i> (RT)	C ₄	Primavera	28,37 ± 0,97	14,95 ± 0,53	11,98 ± 0,39
<i>Salsola oppositifolia</i> (RT,H)	C ₄	Otoño	20,62 ± 0,61	7,79 ± 0,48	6,93 ± 0,51
<i>Salsola oppositifolia</i> (T)	C ₄	Otoño	43,86 ± 3,86	26,53 ± 2,21	22,37 ± 2,08
<i>Salsola oppositifolia</i> (FL)	C ₄	Otoño	30,40 ± 2,61	13,09 ± 0,48	11,54 ± 0,07
<i>Salsola oppositifolia</i> (RH, RT)	C ₄	Primavera	33,87 ± 1,21	14,56 ± 0,75	12,54 ± 0,68
<i>Suaeda pruinosa</i> (H,FR)	C ₄	Otoño	23,83 ± 0,54	11,43 ± 0,17	10,53 ± 0,28
<i>Suaeda pruinosa</i> (RH, RT)	C ₄	Primavera	26,24 ± 0,73	8,99 ± 0,20	8,21 ± 0,17
<i>Suaeda pruinosa</i> (H,T, FL)	C ₄	Primavera	22,67 ± 0,49	10,42 ± 0,22	8,70 ± 0,39
<i>Suaeda vera</i> (H,RT)	C ₃	Otoño	26,84 ± 0,70	7,86 ± 0,27	7,34 ± 0,32
<i>Suaeda vera</i> (RH, RT, FL)	C ₃	Primavera	30,36 ± 0,36	13,41 ± 0,05	11,68 ± 0,09

RH = rebrotes hojas; RT = rebrotes tallos; T = tallos; H = hojas; FL = flores; FR = frutos

CONCLUSIONES

Atendiendo únicamente a su valor nutritivo, consideramos que las especies C₄ son una buena alternativa para el pastoreo en zonas áridas. Ya que presentan unos contenidos en proteína muy elevados, alta digestibilidad y bajos niveles de lignina. Además, estas especies presentan tanto en primavera como en otoño un alto contenido nutricional. Y por último, destacar especialmente a la especie *Suaeda pruinosa* por su composición química.

AGRADECIMIENTOS

Es necesario agradecer a la Fundación Ramón Areces por subvencionar el proyecto titulado “*Empleo de especies autóctonas C4 y CAM en programas de protección y desarrollo de zonas áridas y semiáridas del mediterráneo español*”. El presente estudio se enmarca en el citado proyecto, que está dirigido por el Dr. José Luis González Rebollar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUFRERE, J., 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zootech*, **31**, 111-130.

BERMÚDEZ, F.F., 1991. *Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.), 232 pp. Madrid (España).

FEDNA, 2004. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. I. Forrajes*. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 42 pp. Madrid (España).

INRA, 1990. *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Ediciones Mundi-Prensa, 432pp. Madrid (España).

JONES, D.I.H.; HAYWARD, M.V., 1975. The effect of pepsin pre-treatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulose solutions. *J. Sci. Food Agric*, **28**, 711-718.

RIOS, S.; CORREAL, E.; ROBLEDO, A., 1989. Palatability of the main fodder and pasture species present in S.E. Spain: I Woody species (tress and shrubs). En *XVI Internacional Grassland*, 1531-1532pp. Nice (France).

VAN SOEST, P.J., 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books, 375pp. Corvallis (USA).

RECUPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANEJO DE PASTOS DEGRADADOS EN UNA DEHESA EXTREMEÑA

M. MURILLO, V. MORENO, F. GONZÁLEZ, J. PAREDES Y P. M. PRIETO.

SIDT, Junta de Extremadura. Finca La Orden, 06187 Guadajira (Badajoz)

RESUMEN

La recuperación de pastos mediante fertilización fosfórica y, en caso necesario, mediante siembra de leguminosas, han sido métodos que se han mostrado efectivos en las dehesas de Extremadura. En el presente estudio se practicaron mejoras mediante fertilización, siembra tradicional y siembra directa, siendo estos pastos aprovechados con distintas cargas ganaderas. Estas mejoras supusieron, con respecto al pasto natural, un incremento de la cobertura vegetal, manteniéndose ésta con valores medios anuales superiores al 70%, una mejora de la calidad reflejada en el aumento de leguminosas en el pasto (alcanzando valores medios anuales entre 32 y 45%) y un incremento de la producción (más de 6000 kg MS/ha y año en el pasto introducido). Estas mejoras permitieron aumentar la carga ganadera hasta cifras superiores a siete ovejas tipo/ha. A pesar de que tras el primer año después de la siembra, las pérdidas de suelo no fueron importantes en ninguno de los tratamientos, el laboreo del terreno supuso un mayor riesgo de erosión durante los meses que sucedieron a las labores. Así, en la superficie labrada, estas pérdidas fueron superiores a las registradas en el pasto natural fertilizado y el pasto sembrado sin labores (2,6 t/ha frente a 0,4 y 0,6 t/ha respectivamente durante el periodo de estudio).

Palabras clave: mejora de pastos, leguminosas pratenses anuales

RECUPERATION, CONSERVATION AND MANAGEMENT OF DEGRADED PASTURES IN A DEHESA IN EXTREMADURA.

SUMMARY

Dehesa ecosystems in Extremadura have been successfully improved by phosphoric fertilization of pasture and, when necessary, by legume seeding. The present study includes pasture improvement by fertilization, direct seeding and traditional seeding combined with different stocking rates. These practices caused an increase in vegetation cover, maintaining soil with more than 70% of covered surface along the year. Pasture quality was also improved, legumes reached values from 31 to 49%, while production was above 6000 k/ha and year in seeded pasture. The highest stocking rate was more than 7 sheep/ha. Although soil loss was not important after seeding, ploughing posed a greater erosion risk during the months following seedtime. Thus, in the ploughed surface, losses were higher than those registered in fertilized pasture direct seeding treatments (2.6 t/ha against 0.4 and 0.6 t/ha respectively during the study period).

Key words: pasture improvement, annual pasture legumes

INTRODUCCIÓN

La dehesa constituye un sistema agroforestal de uso múltiple cuya larga historia de aprovechamientos se ha traducido en impactos muy diversos. Actualmente, su estado es variable, contrastando zonas de alta producción de pasto y amplia biodiversidad, con otras que muestran un claro decaimiento de la cubierta herbácea. La deforestación, las podas excesivas, el sobrepastoreo y el laboreo inadecuado, unidos a las características edafoclimáticas de las áreas de dehesa, han sido causa de degradación en algunas zonas. Esta degradación no sólo implica un mayor riesgo de pérdida de suelo por erosión, sino también pérdida de fertilidad debida a la disminución en la concentración de elementos minerales, disminución de la capacidad de retención hídrica por compactación, reducción de la profundidad del suelo y pérdida de especies vegetales presentes en las condiciones originales del pasto. Para recuperar estas áreas degradadas es necesaria la regeneración del pasto, así como un manejo adecuado que permita su persistencia a largo plazo, de forma que se compaginen la producción con la conservación del medio. Según diversos autores (Naveh y Whittaker, 1980; Bakker *et al.*, 1981; Lepart y Escarré, 1983; Marañón, 1991; Montalvo, 1993), al aumentar la presión de pastoreo se reduce la cobertura de las especies dominantes, lo que favorece la presencia de otras menos competitivas, dando lugar a una comunidad más diversa. El manejo de estos pastos debe estar orientado a la consecución de la máxima persistencia de las leguminosas mediante un correcto aprovechamiento que permita controlar la competencia entre los distintos componentes del pasto, principalmente leguminosas y gramíneas (Robinson y Lazenby, 1976).

Partiendo de los resultados obtenidos en un proyecto anterior, SC98-006 (Murillo *et al.*, 2004), se ha continuado en este trabajo con la labor de búsqueda del sistema más adecuado de regeneración y manejo del pasto, que permita recuperar áreas de pastos degradados de dehesa minimizando los riesgos de erosión.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo, ubicado en la finca “La Cobacha”, al NO de la provincia de Badajoz, se planteó con un diseño factorial (tres tratamientos de mejora x dos cargas ganaderas x dos repeticiones). Se seleccionaron los tratamientos que mejores resultados ofrecieron en el proyecto SC98-006: pasto natural fertilizado, siembra tradicional de pratenses previo laboreo total del terreno y siembra directa sin laboreo. Cada tratamiento soportaba dos cargas ganaderas variables según las condiciones y disponibilidad del pasto: la superficie aprovechada con carga alta era, en cada repetición, de 0,88 ha/parcela y, las de carga baja, de 1,33 ha/parcela; de forma que, manteniendo el mismo número de ovejas en cada parcela, la carga alta superara en un 50% a la carga baja.

La siembra se realizó entre los días tres y siete de octubre de 2002. La mezcla de leguminosas pratenses anuales empleada fue la siguiente: *Trifolium subterraneum* var. ‘Areces’ (5 kg); *T.subterraneum* var. ‘Cubillana’ (5 kg); *T subterraneum* var. ‘Valmoreno’ (5 kg); *T.glomeratum* ect. ‘3607’ (0,5 kg); *T.cherleri* ect. ‘3637’ (1 kg); *T.striatum* ‘3704’ (1 kg); *T. resupinatum* ect. ‘6034’ (0,5 kg); *Biserrula pelecinus* ect. ‘3690’ (1 kg); *Scorpiurus vermiculata* ect. ‘3720’ (2 kg); *Ornithopus compressus* ect. ‘3649’ (2 kg); *Medicago polymorpha* ect.‘3672’ (2 kg). En esta mezcla de 25 kg de leguminosas por hectárea también se incluyeron 2kg de la gramínea *Dactylis glomerata* var. ‘Currie’.

El abonado del terreno se realizó de forma simultánea a la siembra el primer año, utilizándose 300 kg/ha y año de superfosfato de cal del 18%. En abonados posteriores se incorporaron al terreno, junto con el superfosfato, 100 kg/ha de cloruro potásico.

En cada uno de los tratamientos se realizaron los siguientes controles periódicos: análisis de las características químicas del suelo; conteo de leguminosas; cálculo de la producción vegetal y contenido en proteína bruta del pasto, mediante la práctica de tres cortes anuales (finales de otoño, mitad y final de primavera) en jaulas de exclusión de 1m² (Carter, 1962) y posterior secado en estufa; cobertura vegetal mensual estimada visualmente a lo largo de un transecto; disponibilidad del pasto mediante el método descrito por Mannelje y Haydock (1964) y Martín *et al.* (1981); evolución de la composición botánica, expresada como porcentaje de cobertura de leguminosas, gramíneas, compuestas y otras hierbas.

Para cuantificar los efectos de las distintas técnicas de mejora sobre la pérdida de suelo se instalaron seis parcelas de erosión cerradas, de 2x10 m², con colector de sedimento, divisor (1:5) y tanque de recogida. Las precipitaciones diarias se registraban con un pluviómetro automático de tipo balancín, con una resolución de 0,2 mm, conectado a un registrador automático (datalogger). Las medidas de pérdida de suelo se realizaban tras cada suceso de lluvia a partir de muestras de un litro tomadas tras la homogeneización por agitación del agua almacenada en los depósitos y posterior secado en estufa a 105 °C hasta la total evaporación.

RESULTADOS

La superficie experimental presentaba textura franca (arena 45%, arcilla 13%, limo 43%), pH ácido (5,54), 3,23% de materia orgánica; 1,7 ppm de fósforo y C.I.C. de 10,74 meq/100g. Dos años después el contenido en fósforo alcanzaba valores de hasta 7,3 ppm en la siembra tradicional, seguido de la siembra directa (6,0 ppm) y el pasto fertilizado (5,0 ppm).

Erosión: Durante el período de estudio, la pluviometría presentó una amplia variabilidad, tanto mensual como anual, característica de estas áreas de clima mediterráneo. Se registraron totales de 329 mm entre el inicio del proyecto (septiembre) y diciembre de 2002; 619 mm durante el año 2003 y 334 mm en el 2004.

La pérdidas de suelo se produjeron durante el primer año después de la siembra, siendo en los primeros meses en los que la superficie experimental sufrió mayor erosión debido a las labores de siembra y a la escasa cobertura vegetal. Coincidiendo con trabajos anteriores, después del primer año las pérdidas de suelo son inapreciables (Murillo *et al.*, 2002, 2003). El tratamiento de siembra tradicional sufrió pérdidas de 2,6 t/ha, mientras los otros dos tratamientos sólo alcanzaron tasas de erosión en torno a 0,5 t/ha. En la Tabla 1 se observa que, hasta cuatro meses después de la siembra, como consecuencia de las labores, la cobertura vegetal del suelo era mucho menor en el tratamiento de siembra tradicional que en los otros dos, lo que deja en evidencia el riesgo de erosión que supone labrar el terreno. Este riesgo ya fue observado en 1997, cuando se produjeron lluvias torrenciales que causaron pérdidas medias de suelo de 100t/ha en parcelas recién labradas (Murillo *et al.*, 2002).

Tabla 1. Cobertura vegetal y pérdida de suelo producidos durante los sucesos de lluvia ocurridos el primer año de ensayo.

Fecha	Pasto fertilizado		Siembra directa		Siembra tradicional	
	%cob	Pérdida de suelo (g/m ²)	%cob	Pérdida de suelo (g/m ²)	%cob	Pérdida de suelo (g/m ²)
01/10/2002		0,60		0,00		2,41
25/11/2002	69	20,72	65	5,25	19	143,53
23/12/2002	74	6,03	77	11,36	44	55,87
24/01/2003	86	6,59	81	10,92	68	41,88
27/02/2003	86	3,81	80	18,3	80	4,41
22/04/2003	91	5,93	88	9,85	96	7,49
29/10/2003	55	0,18	50	0,62	54	1,44
26/11/2003	81	0,13	73	4,29	88	0,00
Total	78	44,00	73	60,59	64	257,02

Evolución del pasto: El conteo de plantas realizado en enero de 2003 confirmó el éxito de la siembra, 223 plantas/m² en la siembra directa y 178 plantas/m² en la siembra tradicional, correspondiendo la mayoría de ellas al *Trifolium subterraneum* (151 y 137 plantas/m² respectivamente), que presentó un porcentaje de nascencia en torno al 50%, mientras que el de las otras especies fue muy bajo (entre 0,2% y 2,9%).

La cobertura vegetal del suelo aumentó tras la práctica de las mejoras, alcanzando el máximo en primavera y descendiendo en verano para llegar al mínimo en otoño. El segundo año se alcanzó, en los tres tratamientos, una cobertura media anual del 84%, y se mantuvo el máximo de cobertura (>90%) durante más tiempo, reduciéndose así el riesgo de erosión (Figura 1). No se produjeron diferencias importantes entre tratamientos, la mayor diferencia de cobertura, sólo de un 10%, se observó entre las parcelas de siembra directa (89% y 79% para la carga baja y la alta respectivamente).

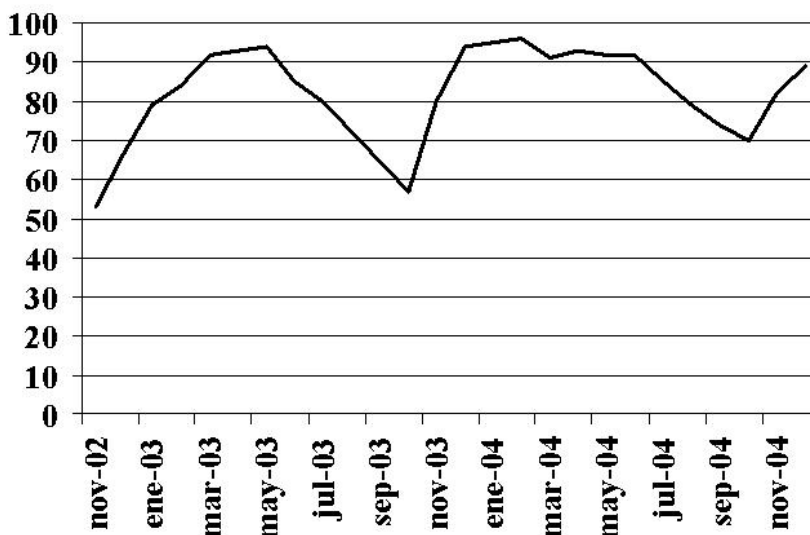


Figura 1. Cobertura vegetal media mensual (%) 2002-2004.

Durante el primer año, el porcentaje de leguminosas aumenta en los tres tratamientos, alcanzando hasta un 55% en la siembra tradicional, 36% en la siembra directa y 23% en el pasto fertilizado. Durante el segundo año los valores oscilan entre el 31% (pasto fertilizado y siembra directa) y 49% (siembra tradicional) de leguminosas, produciéndose el incremento de gramíneas (en torno al 30% en los tres tratamientos) provocado por el enriquecimiento del suelo en nitrógeno, aportado por las leguminosas (Tabla 2). En estos pastos mejorados se produce un incremento, en todas las parcelas de carga ganadera alta, de *Trifolium glomeratum*, mientras que su presencia es escasa en las de carga baja. Esto confirma lo que indican algunos autores (Naveh y Whittaker, 1980; Bakker *et al.*, 1981; Lepart y Escarré, 1983; Carter y Lake, 1985; Marañón, 1991; Montalvo, 1993) sobre el desarrollo de especies menos competitivas gracias a la mayor presión de pastoreo ejercida sobre las especies dominantes. Así, el pastoreo más leve de las parcelas de carga baja se tradujo en una dominancia de *Vulpia ciliata* y *Trifolium subterraneum* (alcanzando éste cifras de hasta 884 plantas/m²). La producción media anual del pasto introducido mediante siembra tradicional superó, en 2004, los 6000 kg MS/ha, mientras que los otros tratamientos presentaban producciones en torno a 3500 kg MS/ha (siembra directa) y 2500 kg/ha (pasto fertilizado). Si comparamos estas producciones con las del pasto natural de la finca, 839 kg MS/ha, resulta evidente la mejora que supone cualquiera de los tratamientos practicados. La calidad de estos pastos, medida mediante la proteína bruta, también experimentó un aumento considerable con respecto al pasto natural (8,8%), alcanzando en mayo de 2004 valores en torno al 12%. Los valores más altos de P.B. se alcanzaron en enero de 2004 (entre 20 y 22%). Gracias al incremento de la producción y calidad de estos pastos, la carga ganadera pudo ser también aumentada. El tratamiento de siembra tradicional fue el que mantuvo mayor número de ovejas, hasta 7,8 ovejas/ha y año en las parcelas de carga alta. Estos datos de producción, calidad y carga ganadera se reflejan en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición botánica (gramíneas, leguminosas, compuestas y otras hierbas), producción y proteína bruta del pasto en el año 2004. Carga ganadera anual.

tratamiento	carga ganadera	% gram.	% leg.	% comp.	% o.h.	Kg Ms/ha y año	%P.B. mayo 2004	ovejas tipo/ha y año (2003)	ovejas tipo/ha y año (2004)
Pasto Fertilizado	alta	32	31	19	14	2565,6	12,40	3,7	4,3
Pasto Fertilizado	baja	29	40	9	15	2542,3	11,72	2,5	2,9
Siembra directa	alta	31	33	15	10	3038,9	11,22	5,4	5,7
Siembra directa	baja	42	31	14	10	4012,4	11,57	4,0	4,0
Siembra tradicional	alta	31	49	8	6	6255,7	12,62	7,2	7,8
Siembra tradicional	baja	33	42	10	6	5080,4	12,09	5,0	5,2

oveja tipo: de 45 kg de peso

CONCLUSIONES

La recuperación de áreas degradadas de dehesa implica el aumento de la diversidad, la producción y la calidad de los pastos. El correcto manejo de estos pastos y la conservación del medio son imprescindibles para conseguir la persistencia de las mejoras a lo largo del tiempo.

La fertilización fosfórica del pasto natural y la siembra de leguminosas pratenses anuales, con y sin laboreo, se mostraron efectivas en el aumento de la calidad y la producción, destacando en este sentido la siembra tradicional con laboreo.

El aprovechamiento del pasto con ganado ovino mostró que la presión de pastoreo permite controlar la competencia entre sus distintos componentes, favoreciendo la presencia de unas especies sobre otras en función de la carga ganadera empleada.

Es importante que la técnica de mejora empleada sea respetuosa con el medio, de forma que, en los casos en los que la susceptibilidad del suelo frente a la erosión sea elevada, se debe tener en cuenta que el laboreo del terreno supone, en el primer año después de las labores, un aumento del riesgo de erosión, hecho que se reflejó en el tratamiento de siembra tradicional, donde las pérdidas de suelo superaron en un 77% y un 85% a las registradas en la siembra directa y el pasto natural fertilizado respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKKER, J.P. ; DEKKER, M. ; DE VRIES, Y., 1981. The effect of different management practices on a grassland community and the resulting fate of seeding. *Acta Bot. Neert.*, **29**, 469-482.

CARTER, J.F., 1962. Herbage sampling for yield. En: *Pasture Range Research Techniques*, 90-101. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York (USA).

CARTER, E.D.; LAKE, A., 1985. Seed, seedling and species dynamics of grazed annual pastures in South Australia. *Proceedings of the XV International Grassland Congress, August 24-31, Kyoto, Japan*, 654-656.

LEPART, J.; ESCARRÉ, J., 1983. La sucesion végétale, mécanismes et modèles: analyse bibliographique. *Bull. Ecoll.*, **14 (3)**, 133-178.

MANNETGE, L.T.; HAYDOCK, K.P., 1963. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *J. Br. Grassland Soc.*, **18**, 268-275.

MARAÑÓN, T., 1991. Diversidad en comunidades de pasto mediterráneo: modelos y mecanismos de coexistencia. *Ecología*, **5**, 149-157.

MARTÍN BELLIDO, M.; LOPEZ, T.; MARTÍN, J.; MORENO, V.; GONZÁLEZ, J., 1981. El método de los rangos para la evaluación de la disponibilidad de materia seca en pastos naturales y mejorados. *Anales INIA Serie Agrícola*, **17**, 77-89.

MONTALVO, J., 1993. Estructura y función de los pastizales mediterráneos. *Ecosistemas*, **4**, 1-53.

MURILLO, M.; GONZÁLEZ, F.; SCHNABEL, S.; MORENO, V.; PAREDES, J.; PRIETO, P.M^a., 2002. Pasture improvement and soil erosion control in a wooded rangeland in SW Spain. En: *Man and Soil at the Third Millennium*, 631-633. Ed. RUBIO, J.L.; MORGAN, R.P.C.; ASINS, S.; ANDREU, V. Geoforma Ediciones, Logroño (España).

MURILLO, M.; GONZÁLEZ, F.; MORENO, V.; PAREDES, J.; PRIETO, P.M^a., 2003. Evolución de pastos mejorados mediante distintas técnicas en una dehesa extremeña: análisis comparativo. En: *Pastos, Desarrollo y Conservación*, 117-123. Ed. ROBLES, A.B.; RAMOS, M.E.; MORALES, M.C.; DE SIMÓN, E.; GONZÁLEZ, J.L.; BOZA, J. Sevilla

MURILLO, M., SCHNABEL, S & GONZÁLEZ, F., 2004. The effects of different techniques of pasture improvement on soil erosion and herbaceous vegetation in a wooded rangeland in South West Spain . En: *Advances in GeoEcology*, **37**, 377-389. Ed.S. SCHNABEL; A. FERREIRA. Catena Verlag GMBH, GeoScience Publisher. Reiskirchen (Germany).

NAVEH, Z., WHITTAKER, R.H., 1980. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, **41**, 171-190.

ROBINSON, G.G.; LAZENBY, A., 1976. Effect of superphosphate, white clover and stocking rate on the productivity of natural pastures, Northern Tablelands, New South Wales. *Australian journal of experimental agriculture and animal husbandry*, **16**, 209-217.

SINCRONIZACIÓN Y VECERÍA DE LA PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN DEHESAS ANDALUZAS DURANTE EL PERIODO 2001-2004

M.D. CARBONERO MUÑOZ, P. FERNÁNDEZ REBOLLO, A. BLÁZQUEZ CARRASCO, A. FERNÁNDEZ RANCHAL Y R. NAVARRO CERRILLO.

Departamento de Ingeniería Forestal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba. Avda Menéndez Pidal s/n. 14080 Córdoba (España)

RESUMEN

La gran disparidad de producciones que se detectan en el arbolado de las dehesas, es fruto de la acumulación de una serie de factores, entre los que destacan, la existencia de diferentes potenciales de producción en distintos pies, altas variaciones interanuales en la producción individual (vecería), ciclos de producción individuales y alta desincronización entre ellos. Este trabajo explora las variaciones que se producen entre individuos y entre años en fincas de dehesa durante 2001-2004. Se detecta una gran variabilidad interanual en individuos y una alta desincronización incluso entre árboles muy próximos. A medida que la población está más sincronizada la producción media de la finca sufre más oscilaciones interanuales por lo que la estabilidad de las producciones medias descansa en la gran desincronización existente. La influencia que tienen factores de tipo filogenético en las oscilaciones de la producción es tan fuerte, que se recomienda la elección de pies con ciclos de producción sincronizados cuando se pretenda investigar la influencia de cualquier factor sobre la producción de fruto.

Palabras clave: Semilla, *Quercus* y montanera

SPATIAL SYNCHRONY AND MAST SEEDING OF ACORN PRODUCTION IN DEHESA SYSTEMS ALONG 2001-2004

SUMMARY

Masting behavior is the cumulative result of the reproductive patterns of individuals within a population and thus involves components of individual variability, within-individual synchrony, and endogenous cycles. This work explores individual variability and crop size fluctuations across years in dehesa systems along 2001-2004. This work finds strong individual and interannual variability, even nearby trees. Mean seed production tend to exhibit high annual variability when individuals tend to be more synchronized. Because of the strong influence of genetic factors on fruiting, it is proposed selection of synchronized trees when it is researched any factor influence on crop size.

Key words: Seed, *Quercus* and crop size

INTRODUCCIÓN

Las masas de *Quercus* se caracterizan por tener producciones muy distintas entre años, entre localidades geográficas e incluso entre pies cercanos. Algunos de los factores que están implicados en esta variación son la vecería (altas variaciones interanuales) y el bajo grado de sincronización de las producciones. Estas fluctuaciones en la producción poseen un fuerte componente genético y tienen un peso mayor que el que pueden tener otros factores como la fertilidad del suelo, el clima o factores de manejo por parte del hombre, en ausencia, claro está, de factores drásticos. La explicación a estas oscilaciones no es única aunque la más aceptada actualmente es la que está referida a economías de escala: grandes esfuerzos reproductivos son más eficientes y exitosos a la hora de la producción y supervivencia de la semilla. La importancia que tiene la bellota para la fauna silvestre y doméstica, unido al interés que en la actualidad despiertan aspectos relacionados con la misma como la regeneración del arbolado, o la obtención de productos animales de calidad, nos motivan a la realización de este trabajo esperando aportar algo de información al tema.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se eligieron 16 fincas de dehesa situadas en las provincias de Córdoba, Huelva y Sevilla. De cada finca se seleccionaron dos cercados, y en cada uno se eligieron 20 árboles, estimándoseles la producción de bellota. En total fueron 640 pies. Su distribución puede consultarse en la figura siguiente:



Fig 1. Distribución de las fincas

La estimación de la producción se realiza mediante un muestreo por toda la superficie externa de la copa del árbol, con un marco de 20*20 cm en el que se cuentan las bellotas contenidas en esa superficie. La media de esos conteos será el parámetro utilizado como estimador de la producción (Vázquez, 1998). Las medidas se realizaron durante el otoño de 2001-2004.

Para medir la sincronía de la producción entre distintos árboles, se utilizaron dos coeficientes. El primero es el coeficiente de concordancia W de Kendall. Sus valores oscilan entre 0 que indica sincronía nula y 1 que indica sincronía total, es decir que la producción varía de la misma manera y en el mismo sentido a lo largo de los años para un grupo de árboles. Para su obtención, los árboles se agruparon en función de la provincia, la finca y el cercado durante 2001-2004. El segundo coeficiente fue el número de pies que cada año alcanzan la máxima producción del periodo considerado, valor que también se obtuvo por finca.

Para conocer la vecería de la producción se utilizaron coeficientes de variación: CV_i que calcula las variaciones interanuales que se producen en cada individuo a lo largo de los cuatro años (“vecería” individual) y CV_{im} que mide la variación interanual de la producción media a lo largo de estos cuatro años también (“vecería” de la producción media). Además se ha calculado para cada año el coeficiente de variación de la producción entre individuos ($CV_{p-Año n}$), y su valor medio para los cuatro años (CV_{pm}).

Para analizar las variaciones de la producción entre años se realizó un análisis de la varianza, al arbolado en conjunto y para cada finca. La prueba de homogeneidad de las varianzas se realizó mediante el test de Levene, considerándose significativos los resultados cuando se haya garantizado. Cuando se observaron diferencias significativas se utilizó el test de Scheffé para establecer grupos homogéneos. La correlación entre las variables se ha analizado mediante el coeficiente de correlación de Spearman.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La oscilación de la producción individual de bellota (CV_i) es inferior a la variación de la producción entre individuos cada año ($CV_{p-Año n}$) y al valor medio del periodo (CV_{pm}) (Tabla 1). Es decir, es menor la variabilidad debida a la vecería (variaciones interanuales de la producción) que a las características singulares de cada pie. Además, el coeficiente de correlación de Spearman nos indica que existe una fuerte relación positiva entre la variación individual (CV_{pm}), y la vecería individual (CV_i) (Tabla 2). Los valores de CV_i abarcan desde el 55-79% y son muy similares a los citados por Herrera *et al.* (1998). Su cuantía indica que todos los individuos muestreados sufren importantes variaciones interanuales (Tabla 1).

La “vecería” de la producción media (CV_{im}) es inferior a la “vecería” individual (CV_i), (Tabla 1), existiendo una importante relación negativa entre CV_{im} y CV_{pm} (Tabla 2). Es decir, la relativa estabilidad de las producciones medias va unida a una gran variabilidad individual, y no a unas producciones fruteras relativamente estables. En la tabla 1 pueden encontrarse varias fincas con producciones medias estables o sea, bajos CV_{im} (HU-264, HU-20, CO-382) y que sin embargo tienen una gran variabilidad individual.

Los valores obtenidos para el coeficiente W de Kendall se presentan en la tabla 1 para cada finca y provincia. En la figura 2 se reflejan los valores obtenidos para este coeficiente por cercado. Se observa que fincas con producciones medias relativamente estables tienen bajos coeficientes de Kendall y bajos CVim (HU-264, HU-20, CO-382, CO-88, CO-279, CO-343, HU-106), y lo contrario (CO-116, CO-263). En la tabla 2 se puede ver que existe una fuerte relación positiva entre el coeficiente de Kendall y la vecería de la producción media (CVim). Esto indica que unas mayores oscilaciones de la producción media van unidas a una mayor sincronía de la producción (Koenig *et al.*, 2003, Liebhold *et al.*, 2004).

Tabla 1. Coeficiente de Variación de la producción entre individuos cada año (CVp-Año n). Promedio de CVp (CVpm). Coeficiente de Variación interanual de la producción individual (CVi) y Coeficiente de Variación de la producción media de la masa (CVim) del 2001-2004. Coeficiente de sincronía W de Kendall del 2001-2004 (factor de agrupación finca y provincia)

Provincia	Finca	CVp 2001	CVp 2002	CVp 2003	CVp 2004	CVpm.	CVi	CVim	W Kendall	
Córdoba	CO-106	87%	74%	54%	71%	71%	62%	33%	0,182	0,068
	CO-116	68%	64%	68%	80%	70%	63%	41%	0,378	
	CO-263	68%	80%	65%	70%	71%	61%	48%	0,357	
	CO-279	76%	119%	70%	79%	86%	64%	23%	0,131	
	CO-343	98%	67%	75%	89%	82%	67%	19%	0,169	
	CO-382	118%	179%	78%	89%	116%	79%	18%	0,098	
	CO-389	92%	58%	80%	82%	78%	55%	26%	0,253	
	CO-542	87%	54%	58%	61%	65%	55%	28%	0,136	
CO-88	93%	75%	62%	70%	75%	58%	20%	0,124		
Huelva	HU-106	137%	74%	51%	58%	80%	65%	20%	0,185	0,056
	HU-20	91%	102%	75%	84%	88%	72%	6%	0,056	
	HU-264	101%	85%	78%	62%	81%	69%	8%	0,040	
	HU-302	98%	55%	73%	68%	74%	55%	28%	0,231	
	HU-526	85%	69%	68%	80%	75%	54%	24%	0,157	
Sevilla	SE-10	103%	53%	68%	74%	75%	68%	32%	0,254	0,083
	SE-310	103%	82%	64%	59%	77%	67%	25%	0,132	
TOTAL		103%	85%	76%	83%	87%	64%	11%	0,041	

*Coeficiente W de Kendall con valor 0 indica sincronía nula y con valor 1 sincronía total

Además, en la tabla 2 puede observarse que dicho coeficiente de concordancia W de Kendall no está relacionado con la “vecería” individual (CVi), lo que apoya la hipótesis de que la sincronía y la variabilidad de las producciones han evolucionado de manera independiente, probablemente como estrategia para asegurar la supervivencia de un cierto número de semillas en medios muy cambiantes (Herrera *et al.*, 1998, Koenig *et al.*, 2003).

Se encontraron valores muy bajos al analizar el coeficiente de concordancia W de Kendall para toda la población y por provincias, y valores algo mayores al considerar la finca y el cercado (Tabla 1 y Fig.2). Aún descendiendo a niveles muy próximos geográficamente, el grado de sincronización que se encontró siguió siendo muy variado. Esto pone de manifiesto la variabilidad que presentan estas especies aún cuando se analicen áreas próximas, y confirma lo dicho por Healy *et al.* (1999) y Liebhold *et al.* (2004) acerca de que los individuos tienden a producir grandes cosechas cada cierto tiempo, pero la producción de individuos dentro de las poblaciones no es sincrónica.

Tabla 2. Correlaciones de Spearman entre: el promedio de la variación de la producción entre individuos cada año (CVpm), la variación interanual de la producción individual (CVi), variación interanual de la producción media (CVim), coeficiente de sincronía W de Kendall, producción media anual de cada finca (Pmed), y número de pies que cada año alcanzan la máxima producción del periodo 2001-2004 (NPmax)

	Coeficiente de correlación de Spearman	N
CVpm - CVi	0,690*	16
CVi - W de Kendall	-0,421	16
CVim - CVpm	-0,518*	16
CVim - W de Kendall	0,867*	16
NPmax - Pmed	0,943*	64

El símbolo “*” indica diferencias significativas ($p < 0,05$)

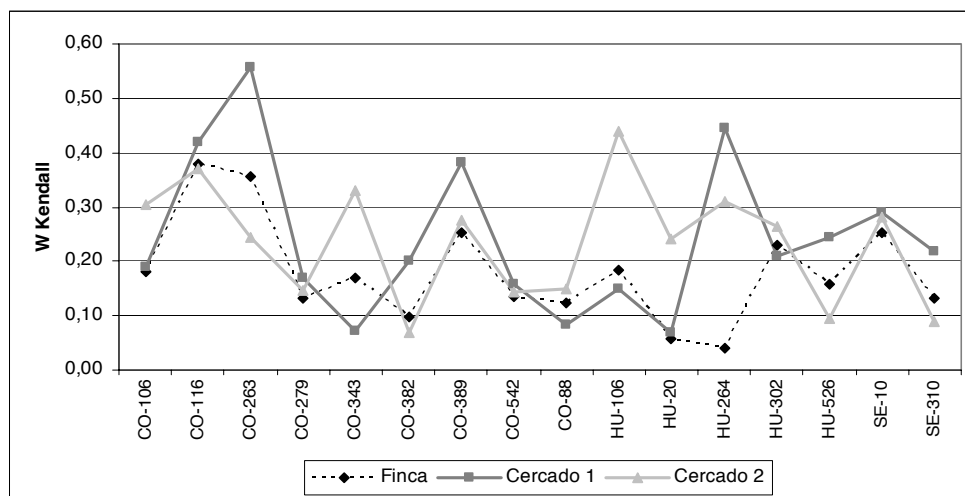


Fig 2. Medida de la sincronía de las producciones de bellota del 2001-2004 mediante el Coeficiente de concordancia W de Kendall y considerando como factor de agrupación del arbolado la finca y los dos cercados que la integran; valor 0 indica sincronía nula y 1 sincronía total de las producciones entre pies

En la figura 3 puede observarse la evolución de la producción media total durante el periodo 2001-2004. Dicha producción fue similar durante los tres primeros años e inferior en el 2004. Sin embargo la evolución de la producción media dentro de cada finca durante 2001-2004 fue muy distinta a la evolución de la producción media total y muy diferente entre ellas. Parece que, la estabilidad de dicha producción durante los tres primeros años, es fruto de una tremenda variabilidad y desincronización.

Tabla 3. Número de árboles que cada año alcanzan la máxima producción del periodo 2001-2004 y Coeficiente de sincronía W de Kendall de las producciones para cada grupo

	Años			
	2001	2002	2003	2004
W de Kendall	0,657	0,640	0,602	0,631
Nº pies	189	202	221	108

La figura 4 muestra el número de árboles que alcanzan cada año, la producción máxima del periodo 2001-2004. La tabla 3 totaliza estos individuos por año. Considerando el coeficiente de concordancia W de Kendall para estos árboles, observamos que tienen ciclos bastante sincronizados a pesar de la lejanía geográfica: la W de Kendall varía de 0,602 para los pies que alcanzan su producción máxima en 2003 a 0,657 para los que lo hacen en 2001 (Tabla 3).

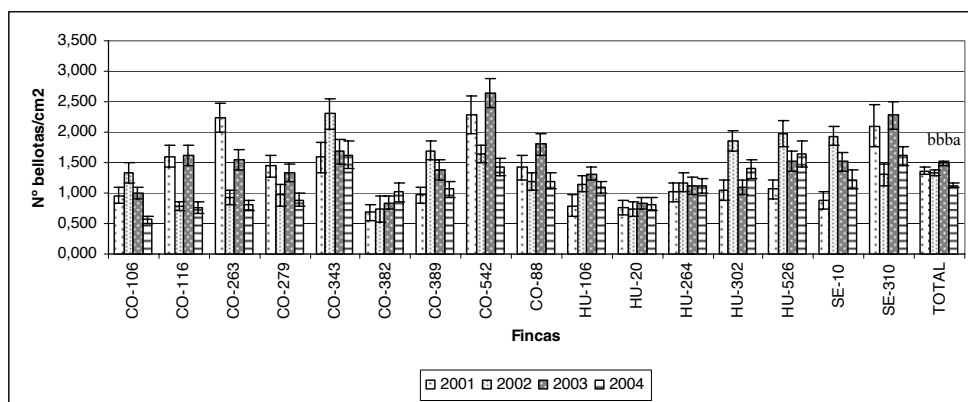


Fig 3. Producción media estimada (nº bellotas/400 cm²) en los años 2001-2004 en las fincas muestreadas y para el total del arbolado. Las letras indican diferencias entre grupos (p<0,05). Las barras indican el error estándar

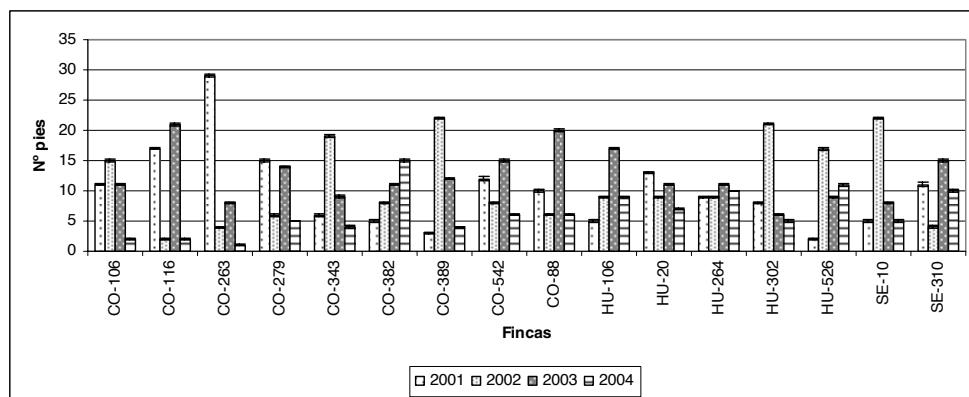


Fig 4. Número de árboles que cada año alcanzan la máxima producción durante el periodo 2001-2004

Se detecta, por tanto, alta sincronía entre pies individuales, y baja sincronía en poblaciones (Healy et al., 1999). Se trata de una sincronía a lo largo de grandes superficies, pues estos pies están repartidos en las distintas fincas, lo que está en sintonía con la teoría de la economía de escala: la sincronización productiva de un cierto nivel de población permite esfuerzos reproductivos a gran escala (Herrera et al., 1998, Koenig et al., 2003, Liebhold et al., 2004). Además existe una fuerte relación entre el número de pies que alcanzan la máxima producción un año y la producción media del mismo (Tabla 2 y Fig. 3 y 4). Este punto coincide con Healy et al. (1999) quien afirmó que gran parte de la capacidad productiva de una masa se concentra en unos pocos pies.

CONCLUSIONES

Existe una importante vecería en la producción de bellota en los individuos analizados. Además estas oscilaciones no se van generando de manera sincronizada, por lo que la estabilidad de las producciones medias descansa en la gran diversidad de comportamientos existentes. Se ha hallado una importante correlación positiva entre la sincronía de las producciones y la variación de la producción media entre años. Es decir, a medida que la población de *Quercus* está más sincronizada la producción media de la finca sufre más oscilaciones interanuales. Se recomienda la elección de individuos con ciclos de producción sincronizados cuando se pretenda investigar la influencia de cualquier factor sobre la producción de bellota, pues diversos autores han mencionado, y en el presente artículo puede evidenciarse, la tremenda influencia de estos factores de carácter genético.

AGRADECIMIENTOS

A la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía por su colaboración en la financiación de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HEALY, W.; LEVIS, A.; BOOSE, E., 1999. Variation of red oak acorn production. *Forest Ecology and Management*, **116**, 1-11.

HERRERA, C.; JORDANO, P.; GUITIAN, J.; TRAVESET, A., 1998. Annual variability in seed production by woody plants and the masting concept: reassessment of principles and relationship to pollination and seed dispersal. *The American Naturalist*, **152** (4), 576-594.

KOENIG, W.; KELLY, D.; SORK, V.; DUNCAN, R.; ELKINTON, J.; PELTONEN, M.; WESTFALL, R., 2003. Dissecting components of population-level variation in seed production and the evolution of masting behavior. *Oikos*, **102**, 581-591.

LIEBHOLD, A.; SORK, V.; PELTONEN, M.; KOENIG, W.; BJORNSTAD, O.; WESTFALL, R.; ELKINTON, J.; KNOPS, M., 2004. Within-population spatial synchrony in mast seeding of North American oaks. *Oikos*, **104**, 156-164.

VÁZQUEZ, F., 1998. Producción de Bellotas en *Quercus*. I. Métodos de estimación. *Solo Cerdo Ibérico*, **Octubre**, 59-66.

INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL Y LA FECHA DE COLOCACIÓN EN LA GERMINACIÓN DE BELLotas EN DEHESAS

A. BLÁZQUEZ CARRASCO, M.P. LECHUGA DÍAZ, M.D. CARBONERO
Y P. FERNÁNDEZ REBOLLO.

Departamento de Ingeniería Forestal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14080 Córdoba (España)

RESUMEN

El problema de la regeneración natural en las dehesas ha sido y continúa siendo objeto de numerosos estudios, dada la importancia ecológica y económica que tienen estos ecosistemas. En este trabajo se expone un ensayo de germinación de bellotas de *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp, en el término de Pedroche (Córdoba), bajo tres condiciones ambientales propias de otros tantos usos tradicionales de la dehesa: pastoreo, siembra de cereal y barbecho, que presentan distinta cobertura vegetal, más un cuarto grupo que se colocó en un umbráculo bajo condiciones controladas. Al mismo tiempo se evaluó el efecto del momento de colocación (o caída) de la bellota: principio de noviembre; finales de noviembre y mediados de diciembre. Los resultados mostraron diferencias en la germinación de las bellotas colocadas en el umbráculo y las del campo, pero no entre estas últimas. El tipo de vegetación no afectó al proceso de germinación pero sí pudo influir en una mayor predación de las bellotas en la parcela de pastoreo. El momento de colocación tuvo efecto en la germinación de bellotas, germinando antes las colocadas en diciembre.

PALABRAS CLAVE: Regeneración natural, *Quercus*, encina.

INFLUENCE OF VEGETAL COVER AND TIME OF PLACING IN ACORNS GERMINATION IN A “DEHESA”

SUMMARY

The natural regeneration in the “dehesa” has been object of numerous studies, due to the ecologic and economic importance of such ecosystems. In this work is exposed a test of acorns germination of *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp, in the north of Cordoba (Spain), under three environmental conditions corresponding to the most traditional land uses of the “dehesa”: grazing, cereal sowing and fallow, each one with a different vegetal cover. A fourth group of acorns was placed in a tree nursery under controlled conditions. The effect of the time of acorns placing (beginning of November, end of November and middle of December) was also evaluated. The results showed that both factors, land use and time of placing, had effect in germination of acorns.

Key words: Natural regeneration, *Quercus*, holm oak.

INTRODUCCIÓN

La dehesa en España posee una importancia económica y ecológica, y una singularidad que ha quedado plasmada tanto en multitud de trabajos científicos como en el desarrollo de normativas y reglamentos para su protección. A pesar de todo son sistemas bastante amenazados sobre los que se ha dado la voz de alarma por la ausencia de un regenerado que permita garantizar su persistencia en el tiempo. Se han escrito numerosos libros y artículos sobre el origen, las características y las peculiaridades de la dehesa sin embargo la regeneración natural del arbolado, aunque ha sido el objetivo de varios grupos de investigación en los últimos años, todavía presenta lagunas de conocimiento.

En el proceso reproductivo de un árbol se pueden distinguir varias fases: floración, fructificación, maduración de frutos, dispersión, germinación y emergencia y desarrollo de plántulas (Pulido, 1999). En todas estas fases hay una serie de factores bióticos y abióticos que perjudican o favorecen el desarrollo del ciclo. En el caso de las bellotas, y sin tener en cuenta la predación de los frutos maduros una vez que han caído al suelo, se ha considerado el contenido de humedad de las bellotas como el factor más importante que influye en su supervivencia y germinación (Fuchs *et al.*, 2000), aunque se ha comprobado que la pérdida de humedad no explica por sí sola los fallos en germinación (Nyandiga y McPherson, 1992) sino que hay otra serie de factores como la sombra que también pueden influir (Broncano *et al.*, 1998). El efecto del microhábitat en el que se encuentre la bellota es por lo tanto de vital importancia en esta fase reproductiva del arbolado (Rousset y Lepart, 2000; Gómez, 2004) y en las dehesas estas variaciones ambientales están muy relacionadas, además de con la fisiografía, con el uso del terreno (Plieninger *et al.*, 2004)

En este trabajo se intenta analizar el efecto que diferentes coberturas vegetales, debidas al tipo de aprovechamiento, y diferentes fechas de colocación tienen en la germinación de bellotas de encina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en la finca La Rozuela, al norte de la provincia de Córdoba, en el término municipal de Pedroche, que se aprovecha con pastoreo de ganado ovino y, cada ocho años, con cultivo de cereal de invierno. Los suelos son franco-arenosos y el clima mediterráneo continental. En primer lugar se eligieron tres emplazamientos dentro de la explotación, acotando en cada uno de ellos una pequeña zona de 3x2 metros cercándola con malla gallinera:

- **Parcela de cultivo:** Parcela que en noviembre de 2003 estaba sembrada con trigo duro. El laboreo de la parcela previo a la siembra había consistido en dos pases cruzados de grada, para posteriormente, a finales de octubre, realizar la siembra e inmediatamente después un pase de rulo.
- **Parcela de pastoreo:** Parcela pastoreada por un rebaño de ganado ovino en pastoreo extensivo con una carga ganadera de 4,28 ovejas/hectárea.
- **Parcela testigo:** Parcela sin cultivar, excluida al pastoreo desde el año 2000, cubierta principalmente por gramíneas anuales de talla media.

Además de estas tres parcelas establecidas en campo se llevaron bellotas a un umbráculo situado en Córdoba, en la E.T.S.I.A.M. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes), para contrastar su germinación en condiciones controladas.

Para la obtención de bellotas se vareó una misma encina situada en la finca. La recogida se efectuó en tres fechas diferentes, al comienzo de la montanera (1 noviembre de 2003), a mediados del período de montanera (22 noviembre de 2003), y al final de la montanera (20 diciembre de 2003). Estas bellotas se seleccionaban, procurando que todas tuvieran un peso similar, eliminándose aquellas que presentaban perforaciones o que no estaban maduras. Posteriormente se colocaron en las cercas de forma aleatoria sobre la superficie del suelo, simulando la caída natural de la bellota, señalando su posición con un clavo de 10 cm de distinto color según la fecha de colocación. En cada fecha se colocaron 20 bellotas en cada una de las parcelas. En el umbráculo se colocaron también 20 bellotas en cada fecha, en contenedores forestales, y se regaron semanalmente de forma abundante.

Las parcelas de campo se visitaron al menos una vez al mes para comprobar que bellotas estaban germinadas, considerando como tales aquellas en las que la radícula había emergido del pericarpio. En el umbráculo la germinación se controló semanalmente.

El grado de cobertura de las herbáceas presente en el momento de la colocación de bellotas se estimó utilizando la escala semicuantitativa de Braun-Blanquet (1979), en cuatro cuadrantes de 40x40 cm que se cortaron posteriormente para obtener además datos de biomasa. En marzo de 2004 se registraron las últimas germinaciones y se volvieron a evaluar tanto el grado de cobertura como la biomasa presente.

Los datos meteorológicos se obtuvieron del Boletín Meteorológico de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía correspondientes a la estación de Villanueva de Córdoba y del registro diario que se realiza en los umbráculos de la E.T.S.I.A.M. (Fig. 1).

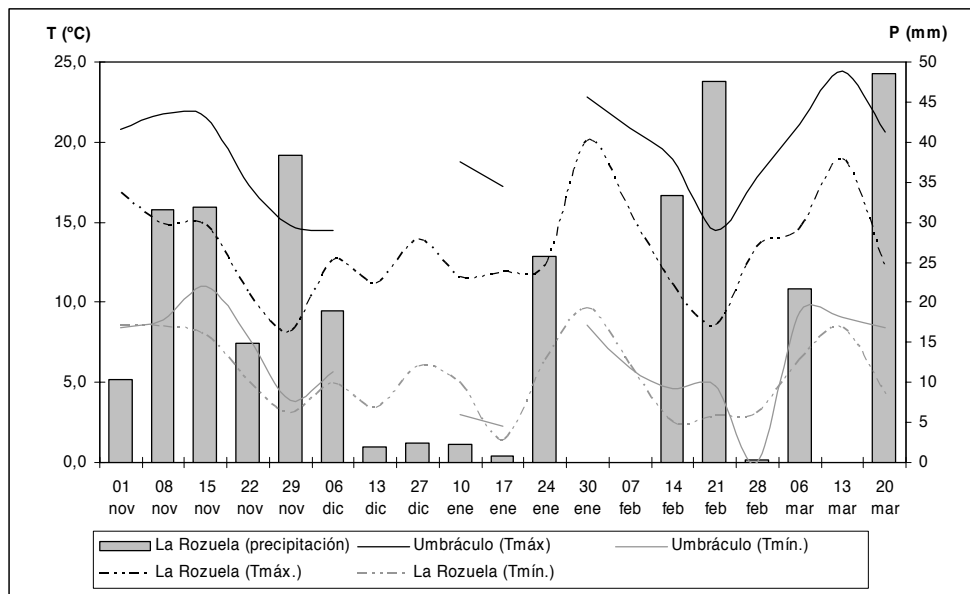


Figura 1. Precipitación semanal y media de temperaturas máximas y mínimas

Tratamiento de datos y análisis estadístico.

A partir del número de días transcurridos hasta que germinaba cada una de las bellotas se adaptaron diagramas de Kaplan-Meier para analizar las curvas de germinación en función del tiempo. De ellos se obtuvieron los valores de germinación, el tiempo en el que germinaba el 50% de las bellotas (T_{50}) o el tiempo de germinación de la última bellota ($T_{máx}$). Las diferencias debidas a los dos factores de estudio (cubierta vegetal y fecha) se han analizado con el módulo correspondiente al análisis de supervivencia en el programa Statistica 6.0. Posteriormente se compararon dos a dos los tratamientos con otros dos test de análisis de supervivencia, el del Log-Rank, que muestra las diferencias generales (Rivas y López, 2000) y el de Gehan's-Wilcoxon, que permite discernir diferencias de las etapas iniciales aunque viéndose afectado para la presencia de datos censurados (aquellas bellotas que desaparecieron del estudio o que cuando éste finaliza no han germinado).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los muestreos de biomasa y cobertura herbácea reflejan la ausencia de herbáceas en la parcela de cultivo, debida al laboreo, en el momento de colocación y una cobertura similar en las parcelas testigo y de pastoreo, si bien la mayor biomasa de la primera es indicadora de la mayor talla de las herbáceas observada en campo (Tabla 1). En el mes de marzo, al finalizar la experiencia aumentó la cobertura en el cultivo, y disminuyó en la testigo, si bien la biomasa continuó siendo mayor en esta última.

Tabla 1. Biomasa aérea media y cobertura herbácea en las parcelas de ensayo. Entre paréntesis el error estándar de la media. Diferentes superíndices muestras diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$)

Tratamiento	N	Inicio de la experiencia		Final de la experiencia	
		Biom. aérea (g)	Cobertura (%)	Biom. aérea. (g)	Cobertura (%)
Testigo	8	55,33 ^a (6,45)	100	34,36 ^a (3,33)	80
Pastoreo	8	27,25 ^b (6,69)	100	21,66 ^b (3,03)	100
Cultivo	8	0 ^c (0)	0	14,99 ^b (1,37)	80

Los datos de germinación fueron bastante altos (tabla 2) superando el 80 % en todos los casos a excepción del pastoreo. Estos resultados contrastan con los encontrados para otros *Quercus* (Nyandiga y McPherson, 1992; Fuchs *et al.*, 2000) o para encinas (Broncano *et al.*, 1998; Gómez, 2004); en ninguno de ellos llegan al 60 % en la situación óptima para bellotas sobre el suelo, aunque fueron similares a los obtenidos para bellotas enterradas. La abundancia de precipitaciones en el invierno 2003-2004 (Fig. 1) pudo provocar la mayor germinación de bellotas, observada también en otras zonas de la finca.

El análisis de Kaplan-Meier (Fig. 2) mostró resultados significativos ($p < 0.001$) debiéndose estas diferencias a una germinación mayor y más temprana para las bellotas del

umbráculo, que pudo deberse tanto a temperaturas más suaves (Fig. 1) como al riego. Otra diferencia importante entre el umbráculo y las parcelas situadas sobre el terreno fueron los tiempos de germinación para el 50% o para el total de las bellotas, mucho menores en el primer caso (Tabla 2).

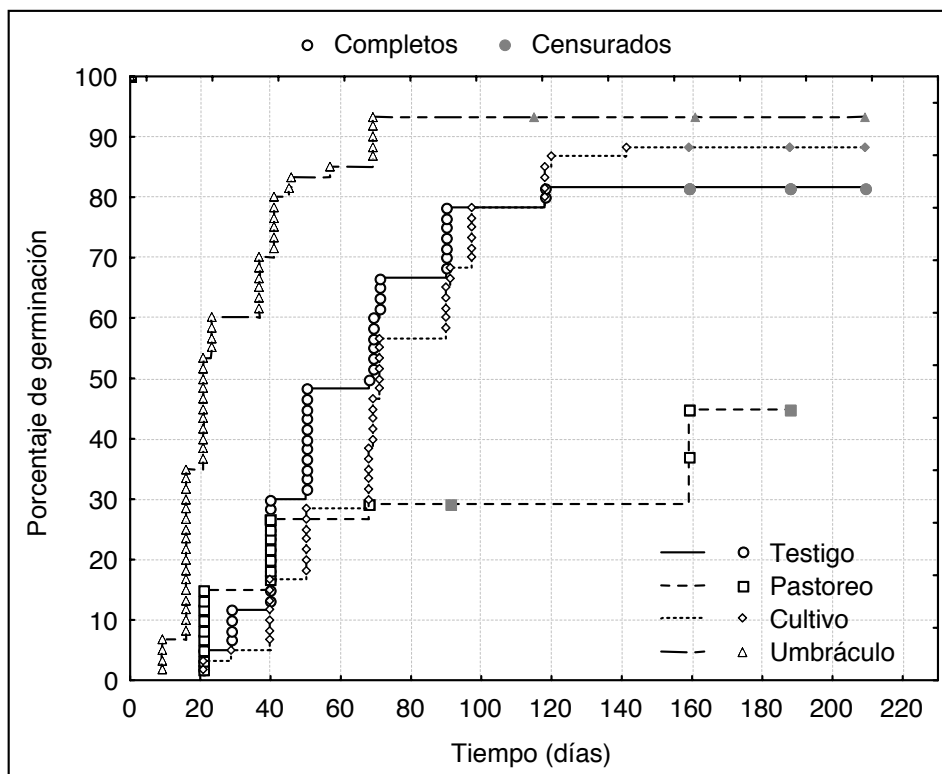


Figura 2. Diagrama de Kaplan-Meier. Germinación de bellotas en función del uso.

En campo la diferente cobertura vegetal generada por los distintos tipo de uso no parece afectar de forma sustancial al proceso de germinación. Analizando los tratamientos dos a dos el test del Log-rank mostró diferencias significativas para la parcela de pastoreo (Tabla 2). Sin embargo, los datos de esta parcela se vieron truncados por la predación, principalmente por micromamíferos, habiendo desaparecido 34 bellotas al finalizar el experimento, razón por la cual no aparecen diferencias en el test de Gehan's que no tiene tanto en cuenta los datos censurados. El hecho de que la predación sólo se manifestara en la parcela pastada, donde la vegetación herbácea presenta talla baja, puede indicar que ésta se encuentra relacionada con la estructura de los pastos, como se ha encontrado en otros trabajos (Fuchs, 2000), y podría aumentar al facilitarse la visibilidad de la bellota.

Tabla 2. Datos descriptivos de germinación según el uso. Tiempo de germinación del 50% de las bellotas (T_{50}), tiempo de germinación de la última bellota ($T_{m\acute{a}x}$), porcentaje de germinación, datos censurados y grupos significativos según los test de Gehan's Wilcoxon y Log-rank ($p < 0.05$). *Bellotas desaparecidas por predación.

Tratamiento	T_{50} (Días)	$T_{m\acute{a}x}$ (Días)	Germ. (%)	Cens.	Gehan's	Log-rank
Cultivo	71	141	88.3	7	a	a
Pastoreo	---	159	45	41(34*)	a	b
Testigo	68	118	81.7	11	a	a
Umbráculo	21	69	93.3	4	b	c

La fecha de colocación influyó también en la germinación ($p=0.03$) como puede verse en el diagrama de Kaplan-Meier (Fig. 3).

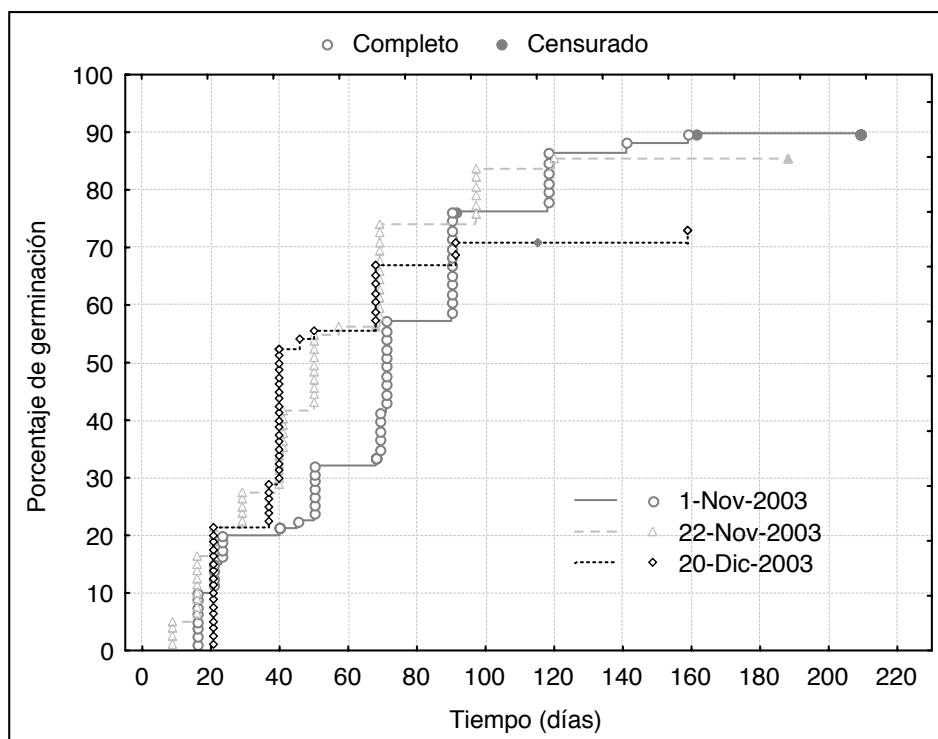


Figura 3. Diagrama de Kaplan-Meier. Germinación de bellotas en función de la fecha de colocación.

Al comparar dos a dos las distintas fechas se encontraron diferencias entre las colocadas a principios de noviembre y el resto, pero únicamente con el test de Gehan's Wilcoxon, lo que podría indicar que estas diferencias en las curvas se deben principalmente a los primeros momentos de la germinación. Sin embargo, cuando se estudió para cada parcela el efecto de la fecha de colocación (tabla 3), para ver si había una interacción de ambos factores, el test del log-rank también arrojó diferencias significativas, germinando antes las bellotas colocadas en diciembre en la parcela de cultivo, y las colocadas a finales de noviembre en el umbráculo. Además el test de Gehan's Wilcoxon mostró que también en la parcela testigo germinaron en menor tiempo las que se colocaron en diciembre. Por el contrario Pulido et al. (2001) encontraron que germinan más rápido las bellotas recogidas a mediados de noviembre, aunque no hubo demasiadas diferencias entre fechas. El efecto del descenso de la temperatura como activador podría ser causante de una mayor germinación en bellotas de encina.

Tabla 3. Datos descriptivos de germinación para las distintas fechas de colocación en cada uno de los tratamientos. Tiempo de germinación del 50% de las bellotas (T_{50}), tiempo de germinación de la última bellota ($T_{m\acute{a}x}$), porcentaje de germinación, datos censurados y grupos significativos según los test de Gehan's Wilcoxon y Log-rank ($p < 0.05$). *Bellotas desaparecidas por predación.

Tratamiento	Colocación	T_{50} (Días)	$T_{m\acute{a}x}$ (Días)	Germ. (%)	Cens.	Gehan's	Log-rank
Cultivo	1-Nov	90	141	90	2	a	a
	22-Nov	69	120	85	3	a	a
	20-Dic	50	91	90	2	b	b
Pastoreo	1-Nov	159	159	100	13 (13*)	ab	ab
	22-Nov	---	40	45	11 (9*)	a	a
	20-Dic	---	159	25	17 (12*)	b	b
Testigo	1-Nov	90	118	90	2	a	a
	22-Nov	50	69	80	4	b	a
	20-Dic	40	68	75	5	b	a
Umbráculo	1-Nov	23	69	90	2	a	a
	22-Nov	16	57	100	0	b	b
	20-Dic	21	46	90	2	a	ab

CONCLUSIONES

Se registró un porcentaje muy alto de germinación de bellota que pudo deberse a la abundancia de precipitaciones. En consonancia con esto, el riego en las bellotas del vivero favoreció su germinación aumentando el porcentaje y adelantando la fecha. El efecto de la distinta cobertura herbácea, consecuencia de un distinto uso del suelo, no mostró diferencias significativas en la germinación pero sí en la predación de bellotas. En campo germinaron antes las bellotas colocadas en diciembre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAUN-BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones, 820 pp. Madrid (España).

BRONCANO, M. J.;RIBA, M.;RETANA, J., 1998. Seed germination and seedling performance of two Mediterranean tree species, holm oak (shape *Quercus ilex* L.) and Aleppo pine (shape *Pinus halepensis* Mill.): a multifactor experimental approach. *Plant Ecology*, **138(1)**, 17-26.

FUCHS, M. A.;KRANNITZ, P. G.;HARESTAD, A. S., 2000. Factors affecting emergence and first-year survival of seedlings of Garry oaks (*Quercus garryana*) in British Columbia, Canada. *Forest Ecology and Management*, **137(1-3)**, 209-219.

GÓMEZ, J. M., 2004. Importance of microhabitat and acorn burial on *Quercus ilex* early recruitment: non-additive effects on multiple demographic processes. *Plant Ecology*, **172(2)**, 287-297.

NYANDIGA, C. O.;MCPHERSON, G. R., 1992. Germination of two warm-temperate oaks, *Quercus emoryi* and *Quercus arizonica*. *Canadian Journal of Forest Research*, **22**, 1395-1401.

PLIENINGER, T.;PULIDO, F. J.;SCHAICH, H., 2004. Effects of land-use and landscape structure on holm oak recruitment and regeneration at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas. *Journal of Arid Environments*, **57(3)**, 345-364.

PULIDO, F. J., 1999. *Hervivorismo y regeneración de la encina (Quercus ilex L.) en bosques y dehesas*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura, 146 pp. Cáceres (España)

PULIDO, L.; TENDERO, A.; GIL, J.A.; ROMERO, F., 2001. Germinación de la bellota del “Parque del Mediterráneo” según algunos tratamientos previos. *Sabuco: revista de estudios albacetenses*, **1**, 234-260.

RIVAS, M. J.;LÓPEZ, J., 2000. *Análisis de supervivencia*. Serie: Cuadernos de Estadística, **10**. Ed. ARDANUY, R.;ETXEBERRIA, J.;RODRÍGUEZ, G.;TEJEDOR, F. J. La Muralla, S.A., 95 pp. Madrid (España).

ROUSSET, O.;LEPART, J., 2000. Positive and negative interactions at different life stages of a colonizing species *Quercus humilis*. *Journal of Ecology*, **88(3)**, 401-412.

CARACTERÍSTICAS DE LAS BELLOTAS DE ENCINA (*QUERCUS ILEX*) EN DIFERENTES ZONAS DEL VALLE DE LOS PEDROCHES (CÓRDOBA). INVENTARIO BROMATOLÓGICO.

I. FERNÁNDEZ¹, A. GÓMEZ², P. MORENO¹, P. FERNÁNDEZ³, E. DE PEDRO², E. DÍAZ¹ y L. SÁNCHEZ¹.

(1) COVAP. Mayor 56. 14400 Pozoblanco (Córdoba) (España). (2) Dpto. Producción Animal y (3) Dpto. Ingeniería Forestal. ETSIAM. Apdo. 3048. 14080 Córdoba

RESUMEN

Se han recogido 180 muestras de bellotas maduras de encina, representativas de la diversidad existente en tres zonas características del encinar del Valle de los Pedroches (Córdoba). La selección de los árboles se realizó previa determinación de la frecuencia de los diferentes tipos de bellotas, llevada a cabo en áreas de 40 árboles por cada 50 ha de terreno.

Los valores medios obtenidos en la bellota entera fueron los siguientes: longitud 36'7 mm, diámetro 15'4 mm, peso 5'4 g, porcentaje de cáscara fresca 22'3 %. A su vez, la pulpa, con una materia seca media del 56 %, presentaba la siguiente composición (%/ms): cenizas 2'1; PB 5'9; GB 8'8; FB 2'5; almidón 61'9; azúcares totales 4'7; ac. palmítico 15'5; esteárico 2'8; oleico 63'6; linoleico 15'8; energía bruta 4705 kcal/kg ms. Se aprecian algunas diferencias entre zonas y en función del tipo de suelo, aunque lo más significativo es la importante variabilidad existente dentro de cada zona.

Se han obtenido los espectros NIRS y ecuaciones de calibración para distintos parámetros químicos: PB ($R^2=0,93$); GB ($R^2=0,96$); palmítico ($R^2=0,68$); esteárico ($R^2=0,34$); oleico ($R^2=0,76$) y linoleico ($R^2=0,86$).

La información obtenida se ha incorporado a un sistema de información geográfica, realizado para la zona.

Palabras clave: Tamaño, composición química, SIG, NIRS.

CHARACTERISTICS OF THE ACORNS OF OAK (*QUERCUS ILEX*) IN DIFFERENT ZONES FROM THE VALLEY OF THE PEDROCHES (CORDOBA). BROMATOLOGIC INVENTORY.

SUMMARY

180 samples of mature acorns of oak have been taken, representative of the existing diversity in three zones characteristics of the oak mass of the Pedroches Valley (Córdoba). The selection of the trees was made previous determination of the frequency of the different types of acorns, carried out in areas of 40 trees by each 50 has of land. The obtained average values for diferent parameters in the whole acorn were the following ones: length 36.7 mm, diameter 15.4 mm, weight 5.4 g, percentage of fresh husk 22.3 %. As well, the pulp, with a dry matter average of 56 %, presented the following composition (%/dm):

ashes 2.1; CP5.9; EE 8.8; CF 2.5; starch 61.9; total sugars 4'; ac. palmítico 15.5; esteárico 2.8; oleico 63.6; linoleico 15.8; gross energy 4705 kcal/kg dm.

Is appraised some differences between zones and based on the type of soil, although most significant it is the important existing variability within each zone.

Spectral NIRS and equations of calibration for different chemical parameters have been obtained: CP ($R^2=0.93$); EE ($R^2=0.96$); palmítico acid ($R^2=0.68$); esteárico ($R^2=0.34$); oleico ($R^2=0.76$) and linoleico ($R^2=0.86$). The obtained data has been incorporated to a GIS, made for the zone.

Key words: Size, chemical composition, GIS, NIRS.

INTRODUCCIÓN

Se han llevado a cabo numerosos trabajos cuyo objetivo es la determinación de las características de las bellotas producidas por distintos tipos de *Quercus*. En una revisión previa (Fernández et al., 2004) analizábamos la variabilidad de dichas características en las bellotas producidas en el Valle de los Pedroches y observábamos diferencias importantes asociadas a la especie y pequeñas en relación con el estado de madurez. En el presente trabajo, que es la continuación del anteriormente señalado, se concentra el esfuerzo en la valoración bromatológica de las bellotas maduras de encina, al ser estas las que constituyen la práctica totalidad de los *Quercus* presentes en las dehesas de esta comarca y el estado en el que son consumidas por los cerdos en montanera.

En los sistemas de producción de cerdos ibéricos, el consumo de bellotas en la fase final de ceba supone uno de los principales atributos de calidad y, aunque son variados los factores que afectan a la misma, es normal el que se plantee la duda de si las posibles diferencias que puedan existir en las características bromatológicas de las bellotas producidas en diferentes zonas, pueden afectar de forma significativa a la calidad de los cerdos ibéricos producidos en las mismas. En este sentido, un paso previo sería el de confirmar que realmente existen diferencias en las características de las bellotas de diferentes zonas, procurando utilizar un método que tenga en cuenta la importante variabilidad observada en las mismas (Fernández et al., 2004).

Junto a este objetivo inicial, en el presente trabajo se plantea el obtener ecuaciones de calibración para el uso de la técnica NIRS como método de análisis rápido y económico. De forma provisional, se recogen los resultados obtenidos para la proteína, grasa y los cuatro ácidos grasos del contrato tipo homologado (palmítico, esteárico, oleico y linoleico), estando en desarrollo las del resto de parámetros químicos analizados en la caracterización de las bellotas, las cuales se han utilizado como colectivo de calibración.

Finalmente, estos estudios se han planteado dentro de un proyecto cuyo objetivo general es el desarrollo de un sistema sostenible de producción en las dehesas de la comarca del Valle de los Pedroches. En este sentido, se ha considerado conveniente el desarrollar un Sistema de Información Geográfica, como forma de integración de la información de todos los factores que afectan a dicho sistema productivo, estableciendo el correspondiente vínculo con el espacio geográfico sobre el que se manifiestan. (Sánchez Palomares, 2001; Morote, et al., 2001). En el presente trabajo, se utiliza para la definición del sistema de

muestreo y para vincular la información obtenida en los árboles muestreados, de forma que dicha información se constituya como inventario que pueda ser empleado en posteriores aplicaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha utilizado el programa ArcGis v.8.3 (ArcInfo) , con su extensión Spatial Analyst, para la elaboración del Sistema de Información Geográfica aplicado a la comarca del Valle de los Pedroches (Córdoba). Para la generación de modelos digitales de precipitación y de temperatura se utilizaron los métodos de interpolación que incorpora la citada extensión: krigeado (Kriging), distancia inversa ponderada (IDW, Inverse Distance Weighted) y spline.

La información geográfica digital empleada ha sido la siguiente: Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000 (v. 1.6. Marzo, 1999), incluye la cartografía básica. Mapa Forestal de España en Andalucía (MFA). Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía (MOSA). Modelo Digital de Elevaciones (MDE de 20x20m), que nos da la altitud y del cual se derivan las pendientes y las orientaciones. Mapa Geomorfoedáfico (E = 1:400.000). Datos meteorológicos correspondientes a 42 estaciones del Instituto Nacional de Meteorología (INM) localizadas en la zona, para la pluviometría y 37 para la temperatura. Ortofoto pancromática en color y blanco y negro.

A partir de esta información se seleccionaron las tres zonas más típicas de manchas de *Quercus* de la comarca con características homogéneas y se eligieron las explotaciones para la recogida de muestras. Dichas zonas fueron: **Cardena** (680 mm de pluviometría; sustrato edáfico de granito y de pizarra). **La Jara** (550 mm de pluviometría; suelo de granito). **La Serrezuela** (550 mm de pluviometría; suelo de pizarra). Para conseguir una adecuada representatividad de las muestras se seleccionaron dos fincas por zona y, sobre fotografía aérea a escala 1:5.000, se escogieron áreas con 40 árboles por cada 50 has, que reflejasen la diversidad de cada finca. De cada árbol se recogieron 10 bellotas para clasificarlas (Vázquez et al., 1992) y en función de las proporciones de las distintas formas se procedió a la recogida, en el otoño de 2003, de aproximadamente un kilo de muestra de 30 árboles representativos por finca.

Al día siguiente a su recogida, las bellotas enteras, sin el cascabillo, se pesaron y se midió su longitud y su diámetro. Las 180 muestras fueron descascarilladas, determinándose el porcentaje de cáscara fresca, y sus pulpas trituradas con un molinillo de cuchillas, desecadas a 45°C durante 48 horas, en estufa de aire forzado y tras su disgregación y cribado por malla de 1 mm, conservadas al vacío en bolsas policapa de polietileno y aluminio (Sacoliva, RSI 39-04521/CAT)) en cámara a 4°C, hasta su análisis. Sobre una muestra representativa de la pulpa fresca triturada se determinó la materia seca por desecación en estufa a 103°C, durante 24 horas.

Sobre las muestras desecadas se determinó el contenido en cenizas, proteína bruta, grasa bruta, almidón y azúcares totales (Real Decreto 2257/94)) la fibra bruta (Directiva 89/655/CEE) y sobre la grasa el contenido en ácidos grasos (Directiva 91/268/CEE y 02/796/CEE)). El contenido en energía bruta se determinó utilizando una bomba isoperibólica IKA C2000. Toda la información generada fue incorporada al SIG creado para la zona.

El efecto de las variables zona y suelo se analizó con el modelo ANOVA para un solo factor, utilizando el paquete estadístico SAS (2001) comparando las medias mediante el test de Duncan.

Se recogieron los espectros NIRS de las 180 muestras, por duplicado, utilizando la cápsula de ¼ y una región de barrido entre 1100 y 2500 nm, en un equipo Foss NIRSystem 5000, ubicado en la fábrica de piensos de COVAP.

Sobre los espectros se procedió al centrado de la población con la opción “Create Store File from Spectra File” del software WINISI II, eliminando como anómalas las muestras que presentaban un valor del estadístico $H > 3$ (Shenk y Westerhaus, 1991). Para el cálculo de las ecuaciones de calibración se utilizó el programa “Develop equations with the full spectrum” del mismo software, utilizando la regresión multivariante de mínimos cuadrados parciales modificada (MPLS) (Shenk y Westerhaus, 1995) y el método de la validación cruzada. Se ensayaron 10 opciones diferentes de calibración, sin y con corrección del efecto de radiación difusa (“Scatter”) denominado SNV + DT (Lister et al., 1992).

Se realizaron ecuaciones para los siguientes parámetros: proteína bruta, grasa bruta, y para los cuatro ácidos grasos englobados dentro del contrato tipo homologado (palmítico, esteárico, oleico y linoleico).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores correspondientes a la composición de la pulpa se recogen en la Tabla 1. En ella podemos apreciar el alto valor de los rangos, en especial el de la proteína y de la grasa.

Tabla 1 Valores medios de los parámetros bromatológicos de la pulpa de bellota. Influencia de la zona y del tipo de suelo.

Parámetro		Zona (60/zona)				Suelo (90/suelo)			
		Cardeña	Jara	Serrezuela	Granito	Pizarra	Media	Mínimo	Máximo
MS	(%)	55,90 ^a	55,71 ^a	56,40 ^a	55,63 ^b	56,38 ^a	56,00	44,61	60,94
Cenizas	(%ms)	2,16 ^a	2,17 ^a	2,11 ^a	2,15 ^a	2,14 ^a	2,14	1,59	2,67
PB	(%ms)	5,69 ^a	6,03 ^a	5,90 ^a	5,80 ^a	5,95 ^a	5,87	3,62	10,50
GB	(%ms)	8,89 ^a	9,25 ^a	8,24 ^b	8,99 ^a	8,60 ^a	8,79	4,03	13,10
FB	(%ms)	2,41 ^b	2,58 ^a	2,53 ^{ab}	2,49 ^a	2,52 ^a	2,51	1,67	3,74
Almidón	(%ms)	61,96 ^a	61,39 ^a	62,29 ^a	61,59 ^a	62,17 ^a	61,88	54,78	69,77
Azúcares	(%ms)	4,75 ^{ab}	4,97 ^a	4,40 ^b	5,06 ^a	4,35 ^b	4,71	2,04	9,96
EB	(kcal/kgms)	4695 ^a	4725 ^a	4695 ^a	4708 ^a	4702 ^a	4705	4080	5052
Palmítico	(%)	15,70 ^{ab}	15,37 ^b	15,90 ^a	15,54 ^a	15,77 ^a	15,65	12,00	19,30
Palmitoleico	(%)	0,14 ^a	0,12 ^b	0,16 ^a	0,12 ^b	0,16 ^a	0,14	0,10	0,20
Esteárico	(%)	2,76 ^b	2,94 ^a	2,61 ^b	2,93 ^a	2,61 ^b	2,77	1,80	4,90
Oleico	(%)	63,46 ^{ab}	64,28 ^a	62,90 ^b	63,97 ^a	63,12 ^b	63,55	53,30	70,60
Linoleico	(%)	15,87 ^{ab}	15,28 ^b	16,33 ^a	15,38 ^b	16,27 ^a	15,83	10,80	21,80
Linolénico	(%)	0,92 ^{ab}	0,84 ^b	0,96 ^a	0,89 ^a	0,93 ^a	0,91	0,50	2,40
Araquico	(%)	0,37 ^{ab}	0,38 ^a	0,36 ^b	0,38 ^a	0,36 ^b	0,37	0,20	0,50
Gadoleico	(%)	0,49 ^a	0,48 ^a	0,50 ^a	0,48 ^a	0,50 ^a	0,49	0,40	0,70

Comparados los valores medios de estos parámetros con los obtenidos para las mismas zonas el año anterior (Fernández et al., 2004) (6,13 y 10,31, respectivamente) observamos una diferencia de 1,52 puntos para la grasa, lo que representa un valor importante desde un punto de vista nutricional. Aparte de que se trataba de árboles distintos, debido a la variación en los criterios de selección empleados, también lo fue el método analítico utilizado, que en el primer año fue un analizador semiautomático Foss Less, en lugar del Soxhlet utilizado en esta ocasión. Para ver el efecto de este factor se procedió a analizar 28 muestras por ambos métodos, observando que con el equipo Foss se obtenía 1,2 puntos más de grasa (8,9 vs 10,1%ms), lo que pone en evidencia la importancia de la metodología utilizada a la hora de comparar resultados.

Los valores obtenidos reflejan diferencias significativas entre zonas para los parámetros grasa bruta, fibra bruta, azúcares totales y en los principales ácidos grasos. No obstante, de acuerdo con los resultados que hemos obtenido posteriormente (Moreno et al., 2005) no se observa que las diferencias en la calidad de los cerdos ibéricos de bellota cebados en estas zonas pueda atribuirse a la composición de las bellotas, lo que sugiere que se trata de un factor de menor importancia.

Por lo que respecta al tipo de suelo, los resultados globales indican también diferencias significativas de escasa cuantía, que afectan a los azúcares totales y a los ácidos grasos principales, excepto al palmítico. Cuando se comparan únicamente las muestras de una misma zona (Cardeña), con características agroclimáticas similares, salvo el tipo de suelo, observamos que algunas de las diferencias observadas cambian de signo, en concreto la grasa, el almidón, el palmítico y el oleico. Ello nos da idea de la escasa representatividad del número de muestras utilizado en relación con la variabilidad existente (Tabla 1), a pesar de que supera los valores normalmente utilizados (Mazuelos et al., 1965; Nieto et al., 2002). Este problema, derivado del alto coste de la analítica, podrá ser resuelto cuando se disponga de calibraciones válidas para el NIRS.

Una vez incorporada la información al SIG, para cada árbol tenemos su situación geográfica exacta asociada a los datos analíticos obtenidos, lo cual permite localizar fácilmente los árboles con unas determinadas características.

En relación con la calibración del NIRS, en la Tabla 2 podemos observar los mejores resultados obtenidos para cada uno de los parámetros estudiados, teniendo en cuenta que se han seleccionado aquellas que presentaban menor valor de ETVC y los valores más elevados de R^2 , RPD y RER. En todos los casos, los mejores valores se obtuvieron al aplicar la corrección de "scatter", lo que pone de manifiesto la importancia del tamaño de partícula.

Como podemos observar tanto la ecuación para la predicción de proteína bruta como la de grasa bruta presentan valores de $RPD > 3$ y $RER > 10$, con lo que podemos afirmar que tienen una excelente precisión (Williams y Sobering, 1996). Sin embargo, en el caso de los ácidos grasos todos los valores de RPD son inferiores a 3, lo que ocurre siempre cuando el valor de la desviación típica es de pequeña magnitud. A la vez, los valores de RER para el ácido palmítico y el esteárico son inferiores a 10 y superiores a 10 para el oleico y el linoleico, indicando que la capacidad predictiva para estos últimos puede ser aceptable. No obstante, sería interesante ampliar estas ecuaciones con muestras que incorporaran mayor variabilidad.

Tabla 2. Estadísticos de calibración obtenidos para distintos parámetros analíticos

	Media	Rango	DT	Nº	ETVC	R ²	RPD	RER
Proteína	5,79	3,62-7,96	0,869	150	0,223	0,934	3,89	19,46
Grasa	8,90	13,10-4,12	1,560	154	0,308	0,961	5,06	29,15
Palmítico	15,60	12-19	1,233	158	0,707	0,676	1,74	5,67
Estearico	2,72	1,8-3,7	0,423	162	0,341	0,350	1,24	5,57
Oleico	63,77	54,4-70,6	2,435	164	1,204	0,762	2,02	13,45
Linoleico	15,72	10,8-20,7	1,902	164	0,728	0,856	2,61	13,59

CONCLUSIONES

A pesar de que se aprecian algunas diferencias en las características de las bellotas procedentes de distintas zonas y de distintos tipos de suelo, su importancia es mínima, si la comparamos con la alta variabilidad existente en toda el área, sobretudo en parámetros tan importantes como la proteína, la grasa, el almidón, los azúcares y los ácidos oleico y linoleico. Esta variabilidad hace más importante la existencia del inventario bromatológico asociado al SIG que se ha creado para la zona.

Por otra parte, esta misma variabilidad hace necesario el aumentar de forma muy importante el número de muestras analizadas, para lo que puede ser fundamental la utilización de la técnica NIRS.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por el IFAPA de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresas, de la Junta de Andalucía, dentro del proyecto CO-03-097.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNÁNDEZ, I.; GÓMEZ, A.; MORENO, P.; DE PEDRO, E.; DÍAZ, E.; LÓPEZ, F.J. y SÁNCHEZ L. 2004: Variabilidad de las características de las bellotas en el Valle de los Pedroches (Córdoba). En *Pastos y Ganadería Extensiva*. XLIV Reunión Científica de la SEEP. 317-322. Ed. Científ.: B. GARCÍA CRIADO, A GARCÍA CIUDAD, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA, I. ZABALGOGEAZCOA. Salamanca.

LISTER, S.J., BARNES, R.J.; DHANOA, M.S. y SANDERSON, R. (1992): Near Infrared Spectra of liquids extracts using standarised difference spectra of dry residues. En *Making Light Works: Advances in Near Infrared Spectroscopy*. 284-290. Ed. MURRAY, I. y COWE, I. VCH. London. UK.

MAZUELOS VELA, F.; FIESTAS ROS DE URSINOS, J.A.; RAMOS AYERBE, F. 1965. Estudio del fruto de la encina (*quercus ilex*). II. Características del fruto y de su aceite y harina. *Grasas y Aceites*. **17**, 6-10.

MORENO, P. GÓMEZ CABRERA, A. DE PEDRO, E. SÁNCHEZ, L. DÍAZ, E. FERNÁNDEZ, I. 2005. Efecto de la zona de montanera sobre la calidad de los cerdos ibéricos sacrificados en el Valle de los Pedroches (Córdoba). *XI Jornadas sobre Producción Animal. AIDA*. Zaragoza. 11-12 de mayo.

MOROTE, A.; OROZCO, E.; LÓPEZ, F.; DEL CERRO, A.; ANDRÉS, M.; SELVA, M.; BRIONGOS, J.; NAVARRO, R. 2001: Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para la elección de especie en la forestación de terrenos agrícolas de La Mancha. *III Congreso Forestal Español: Conclusiones*. Granada, 25-28 de septiembre.

NIETO, R., RIVERA, M.; GARCÍA, M^a A.; AGUILERA, J.F. 2002. Amino acid availability and energy value of acorn in the Iberian pig. *Livestock Production Science*. **77**, 227-239.

SÁNCHEZ PALOMARES, O. 2001 Los estudios autoecológicos paramétricos de especies forestales. Modelos digitales. *III Congreso Forestal Español: Conclusiones*. Granada, 25-28 de septiembre.

SAS. 2001. *SAS System for Windows*. Software Release 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.

SHENK, J.S. Y WESTERHAUS, M.O. 1991. Population definition sample selection and calibration procedures for near infrared spectra and modified partial least squares regression. *Crops Science*. **31**, 469-474.

SHENK, J.S. Y WESTERHAUS, M.O. 1995. *Analysis of Agricultural and Food Products by Near Infrared Reflectance Spectroscopy*. NIRSystems. Inc., 1210 Tech Roda, Silver Spring, MD 20904.

VÁZQUEZ, F.M.; ESPÁRRAGO, F.; LÓPEZ MÁRQUEZ, J.A.; JARAQUEMADA, F.; PÉREZ, M.C. 1992. Descripción de la especie *Quercus rotundifolia* Lam. y sus formas para Extremadura. Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Comercio. Badajoz. 23pp.

WILLIAMS, P. Y SOBERING, D.C. 1996. How do we do it: a brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations. En *Near Infrared Spectroscopy. The Future Waves*. 185-188. DAVIES, A.M.C. Y WILLIAMS, P.C. (Eds.). NIR Publications. Montreal. Canadá.

VARIACIONES INTER E INTRAANUALES DE LA CALIDAD DE BELLotas DE ENCINA EN UNA DEHESA DE CASTILLA-LA MANCHA

C. LÓPEZ-CARRASCO¹, T. MUÑOZ DE LUNA¹, A. DAZA², A. REY³ Y
C. LÓPEZ BOTE³.

¹C.I.A. "Dehesón del Encinar" 45560 Oropesa. Toledo (España). ²Dpto de Producción Animal. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. ³Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid (España).

RESUMEN

Con el objetivo de obtener información básica y actualizada sobre algunos aspectos de la producción y calidad de bellota de encina en las dehesas de Toledo, en un área de encinar de especial interés para el aprovechamiento con cerdo ibérico, se analiza la composición química de pulpa de bellotas sanas, con especial referencia a su composición en ácidos grasos. Se comparan los resultados medios obtenidos durante tres años consecutivos: 2001-02, 2002-03 y 2003-04, así como las variaciones registradas a lo largo de cada una de las montaneras.

Palabras clave: dehesa, montanera, porcino ibérico, ácidos grasos.

ACORN QUALITY OF HOLM OAK IN A DEHESA SYSTEM OF CASTILLA-LA MANCHA: VARIATION AMONG AND WITHIN YEARS

SUMMARY

In order to obtain current information on production and quality aspects of acorns from "dehesas" located in Toledo (an area of interest for the Iberian pig rearing system), chemical composition, with special relevance to fatty acid profile, of acorn pulp is analysed. Mean results of chemical composition obtained for three consecutive years (2001-02, 02-03 and 03-04) are compared.

Key words: dehesa system, free range, Iberian pig, fatty acids.

INTRODUCCIÓN

Existe un desconocimiento de muchas de las características básicas de la producción y calidad de las bellotas en las dehesas de Castilla-La Mancha, quizás, porque en la actualidad, mayoritariamente son aprovechadas por ganado vacuno y ovino y existen, proporcionalmente, muy pocas explotaciones dedicadas al engorde de porcino ibérico en montanera. Curiosamente, hay comarcas como la Campana de Oropesa, Toledo, que en un pasado no muy lejano tuvieron un peso específico importante en este sector, como lo demuestran la importancia de las ferias de septiembre, en las que se marcaban los precios de las montaneras y donde el papel de los aforadores era muy importante. Desgraciadamente poca constancia escrita existe sobre el método utilizado o los valores de producción y calidad registrados por lo que, en la actualidad, nos encontramos en una situación en la que el sector del porcino ibérico vuelve a tener un interés cada vez mayor y existe una clara falta de información básica y contrastada sobre aspectos tan importantes como la producción y calidad de las bellotas, que ayuden a realizar un aprovechamiento adecuado de estos recursos. Con el objetivo de aportar información en este sentido presentamos este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El lugar del experimento está ubicado en el Centro de Investigaciones Agropecuarias “Dehesón del Encinar”, Oropesa, Toledo, incluido dentro del área destinada al aprovechamiento de la montanera con porcino ibérico. Ocupa un total de 130 has con relieve suave y densidad baja del arbolado, con la encina como especie dominante y la presencia de alcornoque en las zonas más llanas y húmedas. Las características de la zona se describen en López-Carrasco *et al.* (1999). Este experimento se enmarca dentro de un proyecto más amplio que tenía entre sus objetivos evaluar la producción de bellotas, para lo que se cosecharon 30 encinas productoras, repartidas en dos parcelas de 5 y 8 ha, cercadas y excluidas al pastoreo por ganado doméstico de septiembre a marzo, que se eligieron en función de los resultados de una tipificación previa del encinar (López-Carrasco *et al.*, 2004). Bajo cada una de las encinas se dispusieron mallas para la recogida de bellotas, cosechándose todas las caídas, con una periodicidad de tres semanas en 2001-02, 2002-03 y de dos semanas en 2003-04. El período de muestreo se inició en octubre, concluyendo cuando todas las encinas habían descargado todas las bellotas.

En cada fecha de muestreo, se recogieron todas las bellotas caídas desde el muestreo anterior, las bellotas se llevaban al laboratorio, limpiándolas de cascabillos, hojarasca, etc. Por cada encina y fecha de muestreo se obtuvieron como máximo cuatro muestras de 30 bellotas cada una, que fueron congeladas hasta su procesamiento posterior. Estas submuestras nos sirvieron para diferentes propósitos, como estimar el tamaño y peso medio de las bellotas, el % de sanas frente a heladas o atacadas por plagas, etc. y, también, para estimar la calidad de las bellotas. En este sentido, se reservó una cantidad suficiente de bellotas sanas (10 a 15) por control y encina, a las que previamente se descascarilló para asegurar que estaban en perfecto estado, pesándose en fresco las cáscaras y las semillas y desecándolas posteriormente a 70°C y 48 h en estufa de aire forzado, para calcular el % de materia seca y el peso seco de cada componente. Las semillas fueron molidas y tamizadas (1mm luz) determinándose la humedad (AOAC, 1996), el porcentaje de cenizas (AOAC, 1996), la grasa bruta (método modificado de Bligh y Dyer, 1959), la

proteína bruta (Kjeldahl siguiendo la norma ISO R-937), la fibra bruta (AOAC, 1996) y ácidos grasos (Sukhija y Palmquist, 1988; López Bote *et al.*, 2003).

Análisis estadísticos: Se utilizaron los datos correspondientes a ocho encinas. Las variables: peso seco (gr), % cenizas, % proteína bruta, % fibra bruta, % grasa bruta, % ác. oleico (C18:1), % ác. linoleico (C18:2), % ác. esteárico (C18:0) y % ác. palmítico (C16:0), se analizaron mediante ANOVAS de medidas repetidas, considerando los años: 2001-02, 2002-03 y 2003-04 y la época de la montanera (inicio, primera mitad, segunda mitad y final), así como las interacciones dobles entre años y etapas. Se realizó un análisis previo para detectar las diferencias significativas entre los controles, con objeto de asignarlos en una u otra fase de la montanera. Además, se realizaron Comparaciones Planificadas para identificar la función de tendencia temporal de cada variable. Para la comparación de medias se utilizó el test MDS, el nivel de confianza fue del 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis estadísticos correspondientes a las variaciones interanuales e intraanuales se exponen en la Tabla 1.

Tabla 1. Peso seco y composición química de la pulpa de bellotas sanas.

año	peso	%ceniz	%prot.	%fibra	%grasa	%palm	%estea	%oleic	%linolei
01/02	3,3±0,5	1,8±0,1	4,6±0,4 (a)	0,81±0,4	10,1±0,9	16,3±1 (a)	3,3±0,3 (a)	62,5±1,9 (b)	18,2±0,9 (b)
02/03	2,7±0,4	1,9±0,1	3,7±0,3 (b)	1,06±0,6	10,4±0,8	18,6±2 (ab)	3,6±0,5 (ab)	58,5±3,2 (ab)	18,0±1,3 (b)
03/04	2,8±0,7	2,0±0,1	5,0±0,3 (a)	0,98±0,1	9,5±4,6	20,6±1,8 (b)	4,2±0,6 (b)	53,6±0,9 (a)	12,2±1,2 (a)
P	0,01	0,0006	0,0001	0,61	0,000	0,000	0,002	0,0005	0,0004
fase	peso	%ceniz	%prot.	%fibra	%grasa	%palmi	%estea	%oleic	%linolei
inicio	2,1±0,1 (a)	2±0,1 (a)	3,9±0,2 (a)	0,8±0,2	7,1±1,4 (a)	23,4±2,1 (a)	4,1±0,5 (b)	52,0±2,7 (a)	16,0±1,5
mitad 1	3,3±0,5 (bc)	1,9±0,1 (ab)	4,6±0,3 (b)	0,8±0,2	10,8±0,9 (b)	17,8±1,5 (b)	3,6±0,5 (ab)	59,5±2,7 (b)	15,9±1,2
mitad 2	3,5±0,5 (c)	1,7±0,1 (b)	4,6±0,3 (b)	1,1±0,3	10,9±0,8 (b)	17,4±1,1 (b)	3,6±0,4 (ab)	60,2±1,3 (b)	15,2±0,7
final	3,0±0,5 (b)	1,9±0,1 (a)	4,6±0,3 (b)	1,1±0,3	11,1±0,8 (b)	15,6±0,9 (b)	3,2±0,3 (a)	61,0±1,0 (b)	17,5±0,7
P	0,000	0,001	0,004	0,12	0,000	0,000	0,003	0,0001	0,1

Peso seco de la pulpa de bellota. Para esta variable, en el conjunto de los años, se detectaron diferencias significativas entre años y entre fases de la montanera, pero también la interacción año por fase fue significativa; el análisis posterior de cada montanera por separado, detectó diferencias en el peso al inicio de montanera (octubre), que fue inferior al de las bellotas de la mitad y final de la montanera (Figura 1). Este comportamiento fue similar en las dos primeras montaneras, que tuvieron características distintas, la de 2001-02, duró de octubre a marzo, con frecuentes heladas (López-Carrasco *et al.*, 2004) y con una producción media de 34 kg bellota fresca/encina (media de 30 encinas), mientras que la montanera 2002-03, fue muy corta finalizando la descarga a finales de diciembre y con una producción muy baja, por encina de 12 kg de bellotas frescas. La montanera 2003-04 puede considerarse como muy buena, se prolongó hasta febrero y la producción por árbol fue muy elevada, 65 kg de bellota/encina). Las bellotas, en este caso, sí presentaron diferencias entre el inicio, mitad y final de la montanera y la función de tendencia temporal del peso seco se ajustó a una función cuadrática (ETA cuadrado de Pearson: 0,97).

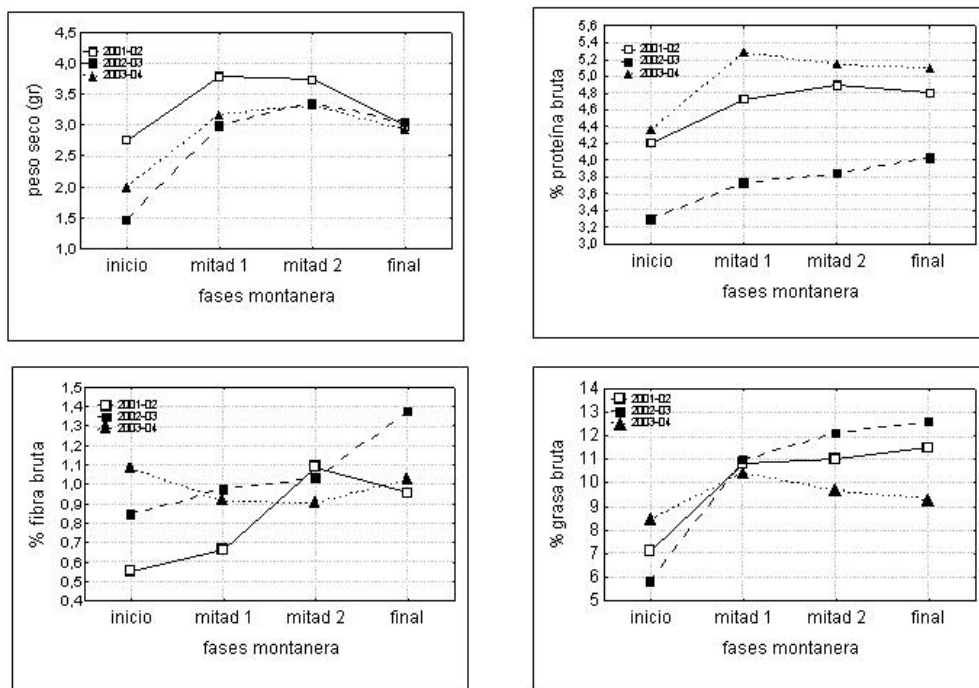


Figura 1. Evolución de la composición química de pulpa de bellota.

% de Cenizas. El ANOVA, no detectó diferencias significativas para el contenido de cenizas entre los tres años considerados. Los valores están dentro de los referidos en la bibliografía (Cañellas *et al.*, 2003) y aunque la comparación entre fases mostró que había diferencias, tales no las consideramos relevantes al ser tan pequeñas, ya que los valores oscilaron entre 1,75 y 1,99.

% de Proteína bruta. La diferencia en cuanto al contenido en proteínas es clara, a juzgar por los resultados de los análisis, tanto en el caso de los años como en las etapas de la montanera (Figura 1). El peor valor se registró precisamente en la peor montanera. En cuanto a la evolución de esta variable a lo largo de la montanera, existe una marcada diferencia entre las bellotas del inicio y el resto, es decir, entre las bellotas verdes o inmaduras, con un 15% menos de proteína bruta y las bellotas maduras de la mitad y final de la montanera.

% de Fibra bruta. El porcentaje de fibra bruta fue similar (Figura 1) en los tres años considerados y a lo largo de la montanera según los análisis estadísticos, pero hay que destacar que los datos, tanto de cada año, como en el conjunto de los años, presentaban altos coeficientes de variación. Quizás la explicación a esta variabilidad está en las variaciones entre encinas. En cualquier caso habría que aumentar el número de encinas muestreadas para confirmar esta hipótesis.

% Grasa bruta. El contenido medio de grasa bruta de las bellotas no presentó diferencias significativas entre años ($F: 2,54; p=0,11$), siendo la media 10%, pero hay que destacar que la interacción años por fases de la montanera fue significativa ($F: 4,34; p=0,003$) (Figura 1). El contenido en grasa, al inicio de la estación, fue menor analizado cada año individualmente (**2001-02:** $9,6\pm 3,5$; **2002-03:** $5,8\pm 1,5$; **2003-04:** $8,3\pm 2,8$) y también en las montaneras (inicio: $7,13\pm 1,4$; resto: $10,95\pm 1,17$) lo que supuso un contenido inferior a la media del 35%, en las bellotas de octubre. La función de tendencia temporal para el contenido medio graso se ajustaba a una exponencial asintótica con un ETA cuadrado de Pearson de 0,83.

Ácido palmítico. El contenido en este ácido graso saturado fue distinto según el año. El 2001-02 ($16,30\pm 0,97$) y 2003-04 ($20,65\pm 1,78$) presentaron los valores mínimo y máximo, mientras que en 2002-03 los valores fueron intermedios ($18,61\pm 2,01$) (Figura 2). También, al inicio de la montanera, las bellotas tenían un contenido distinto al del resto de las etapas, en este caso mayor ($23,37\pm 2,13$), lo que supuso un 28% de diferencia con respecto a las bellotas maduras. **Ácido esteárico.** Este ácido saturado se comportó de igual manera que el palmítico (Figura 2), presentando los mínimos y máximos en 2001-02 ($3,26\pm 0,31$) y 2003-04 ($4,16\pm 0,60$), respectivamente, y valores intermedios el 2002-03 ($3,56\pm 0,55$). Respecto a las fases de la montanera, el inicio y final presentaron valores distintos, ($4,11\pm 0,48$ vs $3,26\pm 0,29$), mientras que la media montanera presentó valores intermedios ($3,63\pm 0,47$), siendo la función de tendencia temporal lineal, ETA cuadrado de Pearson 0,63.

Ácido oleico. El contenido en oleico presentó un comportamiento contrario al de los ácidos grasos saturados (Figura 2) en relación a los años. Así en 2001-02 presentó el valor máximo ($62,50\pm 1,92$), frente a 2003-04 con el valor mínimo ($53,60\pm 0,88$) y 2002-03 fue un año intermedio ($58,49\pm 3,29$); por otra parte, los valores al principio (octubre) y final de montanera (enero) fueron significativamente inferiores a los registrados en la mitad de la montanera (noviembre y diciembre). Hay que destacar que la interacción año por fases fue significativa y el análisis individualizado de los años mostró que sólo, en 2002-03, la diferencia entre el contenido de oleico al inicio de la montanera era significativamente inferior al resto de las etapas. La función de tendencia temporal para el oleico, se ajustaba a una función exponencial, (ETA cuadrado de Pearson: 0,836).

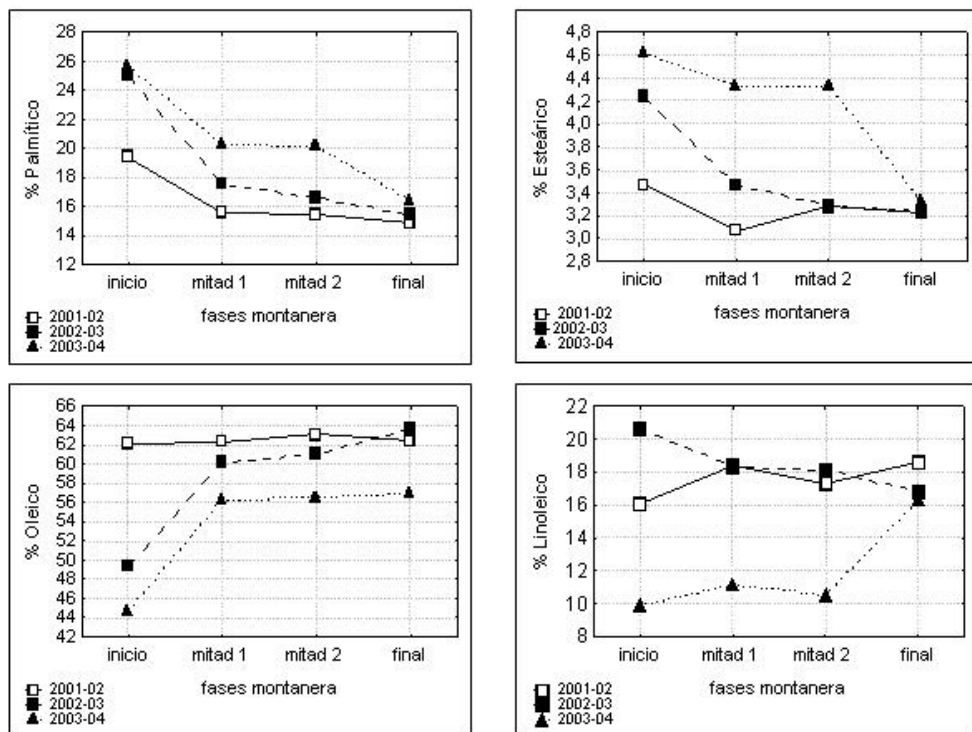


Figura 2. Evolución de los principales ácidos grasos de la pulpa de bellotas.

Ácido linoleico. También los años presentaron un contenido diferente con relación a este ácido graso, de tal manera que las bellotas de los años 2001-02 y 2002-03, tenían significativamente más linoleico que 2003-04. En cuanto a la diferencia entre las fases de la montanera, ésta fue poco significativas. También en este caso se observó una interacción significativa ($p = 0,017$) entre los años y las fases de montanera. El análisis individualizado de los años mostró diferentes tendencias, así en 2001-02, se produjo un aumento de linoleico a medida que avanzaba la estación, siendo inferior al inicio con respecto a la mitad y final de la montanera; en 2002-03, no se encontraron diferencias entre las fases y en 2003-04, el inicio y final presentaban mayor contenido respecto a la mitad de la montanera, es decir, no se puede deducir un comportamiento claro de esta variable, a partir de los datos analizados (Figura 2).

En general hay que destacar que las montaneras fueron distintas, lo que afectó al comportamiento de algunas variables en mayor o menor medida (Figura 1). Si comparamos con las montaneras de Extremadura, puesto que no se dispone de información sobre la duración ni variabilidad media de las montaneras en el área estudiada, la primera sería de media a corta (producción media), la segunda corta (producción baja-muy baja) y la tercera media-larga (producción alta).

El peso seco de la pulpa de bellota, el % cenizas, el % fibra bruta y el % grasa bruta, presentaron contenidos medios similares en los tres años considerados. Sin embargo, el % proteína bruta y los % oleico, linoleico, palmítico y esteárico variaron con los años (Figuras 1 y 2); en el caso de la proteína bruta, los menores valores se registraron coincidiendo con la montanera de duración corta. En el caso de los ácidos grasos, los saturados (palmítico y esteárico) presentaron los valores más bajos en la montanera media corta y los más altos en la montanera larga, mientras que los insaturados (oleico y linoleico), presentaron los valores más altos en la montanera media (2001-02) y los más bajos en la montanera buena (2003-04), cuestión sobre la que habría que profundizar, para lo cual es necesario contar con una serie mayor de años. En comparación con los valores aportados por otros autores, podemos destacar que los valores de proteína y fibra fueron inferiores a los referidos por Cañellas *et al.* (2003). Los valores de grasa fueron coincidentes con los referidos por Vázquez (1998) y los valores de ácido oleico fueron inferiores a los referidos por Cantos *et al.* (2003), mientras que los de ácido palmítico fueron superiores.

En cuanto a las variaciones dentro de la montanera, lo que parece claro, a juzgar por el comportamiento de la mayoría de las variables analizadas, es que la composición química es distinta. En el caso de la proteína, grasa, palmítico y oleico la diferencia se establece entre el inicio de la montanera y el resto. En el caso del peso seco de la bellota, es posible diferenciar entre el inicio, la mitad y el final de la montanera. Las bellotas al inicio de la montanera son frecuentemente inmaduras y existe una mayor variabilidad de tamaños, predominando las bellotas pequeñas, que caen a causa del viento, la lluvia (Vázquez, 1998; Olea *et al.*; 2004) o por causas inherentes a la encina, que se desprende de aquellas con pocas posibilidades de prosperar (Koenig *et al.* 1996, citado por Vázquez, 1998); también las plagas pueden causar una caída prematura de las bellotas afectadas, que no sería nuestro caso, ya que los análisis se realizaron sobre bellotas sanas.

Por tanto, se podría reducir la periodicidad de los muestreos limitándolos a principios de la montanera, en nuestro caso, mediados de octubre, y mitad de montanera (finales de noviembre-principio de diciembre), con el consiguiente ahorro de trabajo y sería conveniente testar bien las diferencias entre encinas, lo que pasa necesariamente por incrementar el número de árboles distintos analizados.

Habría que tener en cuenta el mayor contenido en ácidos grasos saturados de las bellotas y menor porcentaje de oleico a principios de la montanera, por si pudiera tener alguna implicación sobre el metabolismo de los ácidos grasos de los cerdos, especialmente en aquellas montaneras con abundancia de bellotas verdes.

CONCLUSIONES

Existió una influencia del año sobre el % de proteína bruta y los % de los cuatro ácidos grasos analizados (palmítico, esteárico, oleico y linoleico) en la pulpa de bellotas, en los tres años considerados.

Se detectó una clara diferencia entre la composición química de las bellotas correspondientes al inicio de la montanera y el resto de la estación, a excepción del % de fibra bruta y el % de ácido esteárico que no mostraron diferencias significativas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto INIA RTA 01-018: “Efecto de la alimentación en premontanera sobre la incorporación tisular de lípidos en el cerdo ibérico” (2001-2003).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMIST, 1996. Official methods of analysis 15 th ed., Washington, D.C., USA.

BLIGH, E.G.; DYER, W. J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, **37**, 911-917.

CANTOS, E.; ESPÍN, J.C.; LÓPEZ-BOTE, C.; DE LA HOZ, L.; ORDÓÑEZ, J.A.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A., 2003. Phenolic compounds and fatty acids from acorns (*Quercus spp.*), the main dietary constituent of free-ranged iberian pigs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51**, 6248-6255.

CAÑELLAS, I.; ROIG, S.; SAN MIGUEL, A., 2003. Caracterización y evolución anual del valor bromatológico de las Quercíneas mediterráneas. En: *Pastos, Desarrollo y Conservación*, 455-461. Ed. A.B. Robles, M.E. Ramos, M.C. Morales, E. de Simón, J.L. González Rebollar, J. Boza. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. (España).

LÓPEZ BOTE, C.; ISABEL, B.; RUIZ, J.; DAZA, A., 2003. Effect of Vitamin E supplementation and partial substitution of Poly-With Mono-Unsaturated Fatty Acids in Pig Diets on Muscle, and microsome extract α -tocopherol concentration and lipid oxidation. *Archives of Animal Nutrition*, **57**, 11-25.

LÓPEZ-CARRASCO, C.; RODRÍGUEZ, R.; ROBLEDO, J.C., 1999. Efecto de la fertilización fosfórica en la transformación a pastizal de un cultivo forrajero en la Campana de Oropesa, Toledo. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 407-412.

LÓPEZ-CARRASCO, C.; DAZA, A.; REY, A.; LÓPEZ BOTE, C., 2004. Efectos de las heladas y los carpófagos (*Curculio sp.*) sobre la calidad de bellotas en una dehesa de Castilla-La Mancha. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*, 427-437. Ed. B. García Criado, A. García Ciudad, B. R. Vázquez de Aldana, I. Zabalgoeazcoa. Salamanca.

OLEA, L.; POBLACIONES M. J.; VIGUERA, J.; OLEA, B., 2004. Distribución de la oferta de bellota (cantidad y calidad) de encina (*Quercus ilex Lam. spp. ballota*) en “montanera” en dehesas del S. O. de Extremadura. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*, 751-756. Ed. B. García Criado, A. García Ciudad, B. R. Vázquez de Aldana, I. Zabalgoeazcoa. Salamanca.

SUKHIJA, P. S.; PALMQUIST, D. L., 1988. Rapid method for determination of total fatty-acid content and composition of feedstuffs and feces. *J. Agric. Food. Chem.*, **36**, 1202-1206.

VÁZQUEZ, J. M., 1998. *Semillas de Quercus: Biología, Ecología y Manejo*. Junta de Extremadura, 235 pp. Mérida (España).

ÍNDICE

<i>Prólogo</i>	5
<i>Comité de Honor</i>	9
<i>Comité Organizador</i>	11
<i>Colaboradores Comité Organizador</i>	11
<i>Comité Científico</i>	13
<i>Organismos colaboradores</i>	15
<i>Entidades colaboradoras</i>	15
<i>Conferencia de apertura</i>	
S. MENÉNDEZ DE LUARCA, E. PICÓN ALONSO Y J. MARCELINO SOROETA. El ganado vacuno aún es rumiante.....	17

PRODUCCIÓN ANIMAL

Ponencia

K. OSORO, A. MARTÍNEZ, M. OLIVÁN, U. GARCÍA Y R. CELAYA. Manejo de los herbívoros domésticos para la biodiversificación y el desarrollo rural sostenible.....	45
--	----

Sesión 1

P. CASTRO, B. FERNÁNDEZ-LORENZO Y J. VALLADARES. Análisis de pastos mediante NIRS	73
--	----

N. MANDALUNIZ, A. ALDEZABAL Y L.M. OREGUI. Validez del nitrógeno fecal como indicador de la calidad de dieta del ganado vacuno en pastos de montaña del País Vasco.....	81
--	----

E. ALONSO, A. IGARZABAL, L.M. OREGUI Y N. MANDALUNIZ. Estimación del contenido de nitrógeno en heces de rumiantes mediante espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS).....	89
---	----

C. PETISCO, A. GARCÍA CIUDAD, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA, I. ZABALGOGEAZCOA, S. MEDIAVILLA Y B. GARCÍA CRIADO. Determinación de lignina y celulosa en hojas de plantas leñosas mediante NIRS: comparación de métodos estadísticos	97
--	----

O. BOCHI, S. LÓPEZ, R. GARCÍA, S. ANDRÉS Y A. CALLEJA. Influencia de la época y frecuencia de corte sobre la digestibilidad y producción de la hierba.....	105
---	-----

G. SALCEDO DÍAZ. Efectos del estado de madurez del trigo (<i>Triticum aestivum</i>) utilizado como forraje sobre el consumo de materia seca, digestibilidad, y balance en nitrógeno.....	113
---	-----

Sesión 2

G. FLORES, A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ, C. RESCH, P. CASTRO, J. VALLADARES, M. CARDELLE Y B. FERNÁNDEZ-LORENZO. Efecto del presecado sobre la calidad del ensilaje de hierba en una muestra de explotaciones lecheras de Galicia	121
--	-----

G. FLORES, A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ, C. RESCH, P. CASTRO, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, M. CARDELLE Y J. VALLADARES. Efectividad del uso de aditivos comerciales sobre la calidad fermentativa del ensilaje de hierba en una muestra de explotaciones lecheras de Galicia	129
--	-----

A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ, G. FLORES, C. RESCH, P. CASTRO, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, M. CARDELLE Y J. VALLADARES. Efecto del tipo de cosechadora sobre la calidad fermentativa del ensilaje de hierba en una muestra de explotaciones lecheras de Galicia	137
---	-----

J. VALLADARES, G. FLORES, A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, P. CASTRO Y M. CARDELLE. Diseño de una sonda mecanizada para toma de muestras de silos	145
---	-----

J. BUSTAMANTE, A. ALLÉS, J.R. DE OLIVES Y J. ROVIRA. Valoración bromatológica del ensilado de zulla (<i>Hedysarum coronarium</i> L.) de zullares cultivados en la isla de Menorca.....	153
--	-----

A. ARGAMENTERÍA, M.A. CUETO ARDAVÍN, B. DE LA ROZA, F. VICENTE Y A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ. Efectos de la proporción de soja forrajera en maíz de ensilar sobre la ingestión, digestibilidad y respuesta productiva en las vacas lecheras.....	161
---	-----

A. ARGAMENTERÍA, M.A. CUETO ARDAVÍN, B. DE LA ROZA DELGADO, F. VICENTE Y A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ. Evolución de la ingestión voluntaria, digestibilidad in vivo y respuesta en producción y calidad de la leche, del ensilado de Triticale/Haboncillos según momento de corte.....	169
--	-----

Sesión 3

G. SALCEDO DÍAZ. Evaluación del Net Carbohydrate and Protein System en vacas de leche alimentadas exclusivamente a pasto.....	175
--	-----

R. NOVOA MARTÍNEZ, J. CASTRO INSUA Y D. BÁEZ BERNAL. Balances de nutrientes como herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones de vacuno de leche en Galicia	183
O. P. VÁZQUEZ YÁÑEZ, A. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ Y J. LÓPEZ DÍAZ. Descripción de la evolución de la altura y producción de una pradera durante el pastoreo de primavera con vacas de leche	191
A. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, O. P. VÁZQUEZ YÁÑEZ Y J. LÓPEZ DÍAZ. Validación de un sistema de apoyo de decisión en pastoreo (Grazemore) para la producción eficiente de leche en Galicia	199
<i>Sesión 4</i>	
U. GARCÍA, R. CELAYA, B.M. JÁUREGUI Y K. OSORO. Efectos de la raza y la carga ganadera sobre la producción de caprinos pastando en brezales-tojales.....	207
U. GARCÍA, R. CELAYA, B.M. JÁUREGUI Y K. OSORO. Comportamiento productivo de ovinos y caprinos pastando sobre brezales-tojales previamente quemados.....	213
L. ALLEGRETTI, C. PASSERA, J. PÁEZ, A. ÚBEDA, C. SARTOR Y A. B. ROBLES. Capacidad sustentadora y composición botánica de la ingesta caprina en un ecosistema árido, Lavalle, Argentina.....	221
S. ÁLVAREZ, P. MÉNDEZ, C. DÍAZ Y M. FRESNO. Valoración nutritiva de forrajes adaptados a zonas áridas y su utilización en la alimentación del ganado caprino.....	229
G. OLMOS, A. KELI, A. DE VEGA Y J.A. GUADA. Empleo de la cebada verde como dieta de invierno para el ganado ovino en pastoreo	237
M. JOY, I. DELGADO, F. MUÑOZ Y R. DELFA. Efecto del pastoreo de alfalfa en el cebo de corderos de raza Rasa Aragonesa.....	245
K. OSORO, U. GARCÍA, B.M. JÁUREGUI, L.M.M. FERREIRA, M. OLIVÁN Y R. CELAYA. Conducta de pastoreo y variaciones de peso de los herbívoros domésticos en un brezal-tojal parcialmente mejorado.....	253

SISTEMAS AGROSILVOPASTORALES

Ponencia

S. ALONSO.

Los pastos en común y la Política Agraria.....	262
--	-----

Sesión 1

P. MONTSERRAT Y F. FILLAT.

Los sistemas ganaderos de montaña son acumuladores de capacidad gestora	267
---	-----

N. MANDALUNIZ, R. RUIZ Y L.M. OREGUI.

Propuesta de definición de unidad animal y metodología de estimación, para su aplicación en sistemas de pastoreo extensivo.	275
--	-----

J.M. MANGADO, V. FERRER Y A. IRIARTE.

Valoración y uso ganadero de pastos herbáceos montanos en la transición atlántico-mediterránea de Navarra	283
---	-----

E. MANRIQUE, A.Mª. OLAIZOLA Y A. AMMAR.

Estrategias de utilización de los recursos pastorales por explotaciones ovinas en un espacio natural protegido: el Parque Natural de la Sierra de Guara (Huesca).....	291
---	-----

C. FONDEVILLA, D. SANUY, F. FILLAT Y J. AGUIRRE.

Organización espacial del pastoreo estival libre de una vacada en Bacibé (Castanesa, provincia de Huesca): secuencia temporal y comunidades vegetales implicadas	299
--	-----

A. CAMPO, R. GARCÍA-GONZÁLEZ, A. MARINAS Y M. GARTZIA.

Relaciones entre el índice espectral de vegetación NDVI y la cobertura vegetal en pastos de puerto del Pirineo occidental.....	307
--	-----

R. CELAYA, U. GARCÍA, B.M. JÁUREGUI Y K. OSORO.

Efectos del pastoreo de vacuno y ovino con o sin caprino sobre la vegetación de zonas desbrozadas de brezal-tojal	315
---	-----

R. CELAYA, B.M. JÁUREGUI, U. GARCÍA Y K. OSORO.

Efectos de la raza y la carga ganadera sobre la cubierta vegetal en brezales-tojales pastados por caprino.....	323
--	-----

M.L. LÓPEZ DÍAZ, A. RIGUEIRO RODRIGUEZ Y M.R. MOSQUERA LOSADA.

Efecto del encalado y de la dosis de lodos de depuradora urbana sobre los niveles de potasio en suelo y planta en un sistema silvopastoral.....	331
---	-----

J. RUIZ-MIRAZO, A.B. ROBLES, M.E. RAMOS Y J.L. GONZÁLEZ-REBOLLAR

Las áreas pasto-cortafuegos como experiencia de selvicultura preventiva en los espacios forestales y agroforestales mediterráneos: 1. Diseño	337
--	-----

R. RAZZ Y T. CLAVERO.	
Caracterización química de suelos en un banco de <i>Leucaena leucocephala</i> y en un monocultivo de <i>Brachiaria brizantha</i>	345
F.G. BARROSO, A. PEDREÑO, T. MARTÍNEZ, A.B. ROBLES Y J.L. GONZÁLEZ-REBOLLAR.	
Potencialidad de las especies C ₄ como alimento para el ganado en repoblaciones de zonas semiáridas.....	351
<i>Sesión 2</i>	
M. MURILLO, V. MORENO, F. GONZÁLEZ, J. PAREDES Y P.M. PRIETO.	
Recuperación, conservación y manejo de pastos degradados en una dehesa extremeña.	359
M.D. CARBONERO MUÑOZ, P. FERNÁNDEZ REBOLLO, A. BLÁZQUEZ CARRASCO, A. FERNÁNDEZ RANCHAL Y R. NAVARRO CERRILLO.	
Sincronización y vecería de la producción de bellota en dehesas andaluzas durante el periodo 2001-2004	367
A. BLÁZQUEZ CARRASCO, M.P. LECHUGA DÍAZ, M.D. CARBONERO Y P. FERNÁNDEZ REBOLLO.	
Influencia de la cobertura vegetal y la fecha de colocación en la germinación de bellotas en dehesas	375
I. FERNÁNDEZ, A. GÓMEZ, P. MORENO, P. FERNÁNDEZ, E. DE PEDRO, E. DÍAZ Y L. SÁNCHEZ.	
Características de las bellotas de encina (<i>Quercus ilex</i>) en diferentes zonas del Valle de los Pedroches (Córdoba). Inventario bromatológico	383
C. LÓPEZ-CARRASCO, T. MUÑOZ DE LUNA, A. DAZA, A. REY Y C. LÓPEZ BOTE.	
Variaciones inter e intraanuales de la calidad de bellotas de encina en una dehesa de Castilla-La Mancha	391

**PRODUCCIONES AGROGANADERAS:
GESTIÓN EFICIENTE Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL**

(Volumen II)

**XLV Reunión Científica de la
Sociedad Española para el Estudio de los Pastos**

**Gijón (Asturias)
28 de mayo al 3 de junio de 2005**

**Begoña de la Roza Delgado
Adela Martínez Fernández
Alfonso Carballal Samalea
(Editores)**

Título: Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural

Edita: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)

Editores Científicos: B. de la Roza Delgado,
A. Argamentería Gutiérrez,
A. Martínez Fernández,
K. Osoro Otadui

© *de los textos*: los autores

Depósito legal: AS-2.313/2005

Imprenta: AsturGraf S. L.

Impreso en España
Printed in Spain

PRÓLOGO

Es una satisfacción como Consejera de Medio Rural y Pesca y como asturiana que la Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP) se celebre este año en esta Comunidad Autónoma, en un marco que, a riesgo de que se nos tilde de exagerados y narcisistas, nos gusta denominar ‘paraíso natural’. Más que un eslogan, es un concepto que incluye biodiversidad, paisaje y productos que se pueden ver y disfrutar a lo largo de nuestros pueblos y villas, de nuestras brañas y praderías, de nuestros bosques y montañas.

Es un marco vivo en el que tratamos de impulsar desde el Gobierno Asturiano, en colaboración con los agentes sectoriales, actuaciones equilibradas y sostenibles que permitan combinar óptimamente para cada territorio y colectivo humano que lo puebla la utilización de los recursos naturales disponibles. Entendemos que el elemento humano es esencial, y que la política de las administraciones públicas ha de orientarse a facilitar su permanencia activa en el medio, impulsando las acciones más adecuadas según zonas y vocaciones productivas.

Asturias tiene un paisaje modelado en gran medida por la ganadería extensiva y la pequeña explotación familiar, lo que se ha traducido en el paisaje amable que podemos apreciar, con predominio de praderías que conforman nuestro ‘paraíso natural’.

Pero no vamos a ocultar que tenemos problemas. Los indicadores de actividad ganadera en Asturias, como en otras zonas similares de la montaña europea, arrojan el dato preocupante de la disminución continuada de carga ganadera, sobre todo de la tradicional y multiespecífica, en determinadas zonas poco susceptibles de otro tipo de producciones humanizadas, con la consiguiente degradación de un paisaje rural cada vez más invadido de matorral. Con un problema asociado, más alarmante aún, que es el alto riesgo de desaparición de los pastores y su cultura histórica y productiva, ante el cual estamos obligados a buscar soluciones imaginativas, prácticas y urgentes.

A ello hay que sumar otro elemento: la lenta pero continuada reconversión del censo de leche a carne, consecuencia del abandono de la actividad de las pequeñas explotaciones de leche, que está generando nuevas superficies en zonas de valle que son susceptibles de una mejor orientación productiva.

Afortunadamente, además de disponer de territorio, Asturias dispone de especies ganaderas y razas adaptadas y con capacidad de producir calidad diferenciada, así como de un Organismo Público de I+D, el SERIDA, con capacidad de apoyo técnico.

En esta línea de las aportaciones técnicas y científicas quiero resaltar el importante papel que la SEEP viene desarrollando desde que tuvo lugar el primer foro de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos en Zaragoza, allá por 1960, manteniendo incombustible su propósito de impulsar esfuerzos e iniciativas para fomentar el conocimiento y mejora de los pastos españoles, contemplando toda la gama de temas que confluyen en la ciencia pastoral.

En estos primeros años del tercer milenio en los que la protección del medio ambiente y el abandono del medio rural, se han convertido en cabeza de batalla para la conservación de nuestro planeta Tierra, Asturias vuelve a ser anfitriona de esta Reunión Científica, recogiendo inquietudes, reflexiones e investigaciones en esta publicación, mediante ponencias y comunicaciones que se enmarcan dentro del ámbito general de la Reunión “Producciones Agroganaderas: Gestión eficiente y Conservación del medio Natural”.

Al lado de las sesiones científicas vamos a tener la oportunidad de mostrar este pequeño y antiguo reino situado al norte de la península Ibérica, entre los ríos Eo y Deva, a cuyo verdor en sus múltiples matices hay que unir una orografía en la que la verticalidad de sus cumbres cantábricas se mezcla con la suavidad de las montañas viejas y la individualidad de los valles. Un paisaje diverso y unitario, como la propia Asturias, plural, pero a la vez única.

Por ello, considero un acierto que la organización haya tratado de complementar las sesiones científicas con actividades técnicas que recojan la pluralidad de nuestra región. De ahí que se desarrollarán en diferentes municipios como Gijón, ciudad abierta al Cantábrico y sede del Congreso; Mieres villa minera y centro neurálgico de las Cuencas; Somiedo en cuyo Parque Natural los vaqueiros de alzada siguen luchando por la adaptación a una naturaleza difícil en un singular patrimonio etnográfico y otros, no menos singulares, como Grado, Illano, Tapia de Casariego, Llanes, sin olvidarnos de Oviedo, su capital y situada en el centro de la región.

Finalmente, desde estas páginas, además de dar la bienvenida en nombre del Gobierno del Principado de Asturias a todos los participantes, aprovecho para desear el mayor éxito en el plano técnico-científico, pero sobre todo, una agradable estancia en nuestra tierra.

Servanda García Fernández
CONSEJERA DE MEDIO RURAL Y PESCA

**PRODUCCIONES AGROGANADERAS:
GESTIÓN EFICIENTE Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL**

(Volumen II)

COMITÉ DE HONOR

PRESIDENTE

EXCMO. SR. D. VICENTE ALBERTO ÁLVAREZ ARECES
Presidente del Principado de Asturias

VICEPRESIDENTES

EXCMO. SR. D. JUAN ANTONIO VÁZQUEZ GARCÍA
Rector de la Univesidad de Oviedo

ILMA. SRA. DÑA. SERVANDA GARCÍA FERNÁNDEZ
Consejera de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias

ILMO. SR. D. HERMINIO SASTRE ANDRÉS
Viceconsejero de Ciencia y Tecnología

ILMO. SR. D. SANTIAGO MENÉNDEZ DE LUARCA Y NAVIA-OSORIO
Subsecretario de Agricultura, Pesca y Alimentación

ILMA. SRA. DÑA. PAZ FERNÁNDEZ FELGUEROSO
Alcaldesa de Gijón

D. LEOPOLDO OLEA MÁRQUEZ DE PRADO
Presidente de la SEEP

D. PEDRO CASTRO ALONSO
Director Gerente del SERIDA

D. MARIO GÓMEZ PÉREZ
Director General del INIA

DÑA. ÁNGELES ÁLVAREZ GONZÁLEZ
*Directora de la Fundación para el Fomento en Asturias de la
Investigación Científica Aplicada y la Tecnología*

DÑA. VIOLETA DEMONTE BARRETO
*Directora General de Investigación de la Comisión
Interministerial de Ciencia y Tecnología*

COMITÉ ORGANIZADOR

BEGOÑA DE LA ROZA DELGADO

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA, Asturias)

ADELA MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

SERIDA, Asturias

ALEJANDRO ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ

SERIDA, Asturias

KOLDO OSORO OTADUI

SERIDA, Asturias

MIGUEL ÁNGEL ÁLVAREZ GARCÍA

INDUROT, Universidad de Oviedo

JOSÉ ALBERTO OLIVEIRA PRENDES

Universidad de Oviedo

COLABORADORES DEL COMITÉ ORGANIZADOR

AITOR LARRACELETA GONZÁLEZ

SERIDA, Asturias

LUIS SÁNCHEZ MIYARES

SERIDA, Asturias

ALFONSO CARBALLAL SAMALEA

SERIDA, Asturias

LUJÁN INFANZÓN DÍAZ

INDUROT, Asturias

ÁNGEL ALFREDO RODRÍGUEZ

CASTAÑÓN

ASEAVA-ASEAMO, Asturias

MARCELINO SUÁREZ GARCÍA

EGYSA, Asturias

ANTONIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ

SERIDA, Asturias

RAFAEL CELAYA AGUIRRE

SERIDA, Asturias

EPIFANIO SIERRA GUZMÁN

HUNOSA, Asturias

RAFAEL PELÁEZ VALLE

CICA, Asturias

FERNANDO VICENTE MAINAR

SERIDA, Asturias

ROXANA MENÉNDEZ DUARTE

INDUROT, Asturias

JOSÉ ANTONIO GARCÍA PALOMA

SERIDA, Asturias

URCESINO GARCÍA PRIETO

SERIDA, Asturias

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ PRIETO

Universidad de Oviedo

COMITÉ CIENTÍFICO

ADELA MARTÍNEZ
SERIDA, Asturias

ALEJANDRO ARGAMENTERÍA
SERIDA, Asturias

ALFONSO SAN MIGUEL
ETSI MONTES, Univ. Politéc. MADRID

ANA BELÉN ROBLES
EEZ (CSIC), Granada

ANTONIO GONZÁLEZ
CIAM, A Coruña

ANTONIO MARTÍNEZ
SERIDA, Asturias

ANTONIO RIGUEIRO
Universidad de Santiago de Compostela

BALBINO GARCÍA
IRNASA – CSIC, Salamanca

BEGOÑA DE LA ROZA
SERIDA, Asturias

CELIA LÓPEZ-CARRASCO
CIA, Toledo

EDUARDA MOLINA
EEZ (CSIC), Granada

FEDERICO FILLAT
IPE (CSIC), Huesca

IGNACIO DELGADO
CITA, Zaragoza

JOSÉ ALBERTO OLIVEIRA
Universidad de Oviedo

JOSÉ ANTONIO
FERNÁNDEZ
Universidad de Oviedo

KOLDO OSORO
SERIDA, Asturias

LUIS M^a. OREGUI
NEIKER, Araba

MIGUEL A. ÁLVAREZ
INDUROT, Asturias

PILAR DE FRUTOS
EAE (CSIC), León

RAFAEL CELAYA
SERIDA, Asturias

ROSARIO FANLO
Universidad de Lleida

ORGANISMOS COLABORADORES

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)

COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CICYT)

AYUNTAMIENTO DE GIJÓN

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS.
CONSEJERÍA DE MEDIO RURAL Y PESCA

FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO EN ASTURIAS DE LA
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA APLICADA Y LA TECNOLOGÍA
(FICYT)

AYUNTAMIENTO DE LLANES

AYUNTAMIENTO DE SOMIEDO

PARQUE NATURAL DE SOMIEDO

ENTIDADES COLABORADORAS

CAJASTUR

BANCO HERRERO

CENTRO INTERCOOPERATIVO DEL CAMPO DE ASTURIAS (CICA)

ASOCIACIONES DE CRIADORES DE RAZAS VACUNAS ASTURIANAS
(ASEAVA - ASEAMO)

MATADERO DE PRAVIA

LA COCINA VAQUEIRA

COOPERATIVA DE OTUR

JARDÍN BOTÁNICO ATLÁNTICO (GIJÓN)

HULLERAS DEL NORTE S.A. (HUNOSA)

VWR INTERNATIONAL

ABBA HOTELES

SESIÓN: **PRODUCCIÓN VEGETAL**

LA PRODUCCIÓN FORRAJERA EN LA ESPAÑA HÚMEDA

J. PIÑEIRO Y N. DÍAZ.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña

RESUMEN

En esta ponencia se revisa información publicada en las Actas de las Reuniones Científicas Anuales de la SEEP y en la Revista Pastos desde 1986, año en que se celebró la última RC en Asturias, hasta 2004 sobre distintos aspectos de la producción forrajera en la Cornisa Cantábrica, con el objetivo de ver en que medida puede resultar útil para que las explotaciones ganaderas puedan conseguir una buena producción forrajera en su explotación y transformarla en productos animales vendibles, de un modo eficiente y compatible con la conservación del medio natural. Se revisaron las áreas siguientes: especies, variedades y mezclas de especies pratenses; especies, variedades y mezclas de cultivos forrajeros anuales; manejo de la fertilidad química del suelo, valor nutritivo y ensilado, agricultura ecológica, y aspectos medioambientales. En este período se consiguió más información sobre raigrás italiano, raigrás inglés, dactilo, festuca alta, fleo, bromo catártico, trébol violeta, trébol blanco, loto pedunculado, alfalfa y sus mezclas, lo que condujo a la reformulación de las mezclas que se utilizaban en los años sesenta del siglo pasado. Se consiguió también más información sobre especies anuales como maíz, híbrido de sorgo x pasto del Sudán, girasol, avena, centeno, triticale, guisantes y haboncillos. Lo más destacado en fertilidad de suelos es que se pasó de una época en que se utilizaban cantidades insuficientes de abonos a abonar en exceso, con el consiguiente riesgo de contaminación ambiental. En valor nutritivo destaca la introducción de la técnica de espectroscopía en el infrarrojo cercano, que se ha convertido en una herramienta esencial para que las explotaciones dispongan de información sobre el valor nutritivo de sus forrajes ensilados. En medio ambiente se cuantificó el aspecto beneficioso de cultivar raigrás italiano en invierno para reducir las pérdidas por lixiviación, en comparación con el barbecho. En agricultura ecológica hay información sobre el manejo de las praderas para favorecer el contenido en trébol y sobre el manejo de la fertilidad química. En este momento se está produciendo información sobre rotaciones forrajeras que, sin duda, serán de gran utilidad en el futuro. Se concluye que en el ámbito de la SEEP existe mucha información que puede ayudar a que las explotaciones hagan una gestión eficiente de su producción forrajera, compatible con la conservación del medio natural.

Palabras clave: Especies pratenses, cultivos forrajeros anuales, manejo fertilidad suelos, agricultura ecológica, aspectos medioambientales.

FORAGE PRODUCTION IN THE HUMID AREA OF SPAIN (N and NW)

SUMMARY

Information published in the Proceedings of the Spanish Society for the Study of Pastures (SEEP) and in 'Revista Pastos' is reviewed, from 1986, year of the last SEEP Scientific Meeting in Asturias, to 2004 in order to see if there is useful information for farmers to have a sound forage production system to be converted efficiently into animal

products being compatible with the preservation of nature. Papers covering the following fields: pasture species, varieties and mixtures; annual crops species, varieties and mixtures; soil fertility management; nutritive value and silage making; organic agriculture and environmental issues, were reviewed. After this period, there is more information on Italian ryegrass, perennial ryegrass, cocksfoot, tall fescue, timothy, prairie grass, red clover, white clover, lotus, lucerne and their mixtures. There is a new recommendation on mixtures to be sown as compared with those recommended in the sixties. There is also more information on annual species like maize, sorghum x Sudan grass, sunflower, oats, rye, triticale, forage peas and field beans. The most outstanding feature on soil fertility is the tremendous change experienced in farms that went from the use of insufficient amount of fertilisers to fertilise in excess. In the area of nutritive value the main fact was the introduction of the near infrared reflectance spectroscopy technique, that allows farmers to have information on the nutritive value of their ensiled forages. In the environmental area the benefit of sowing Italian ryegrass in the autumn in a two crops per year rotation, compared with fallow to reduce nitrogen losses, was quantified. In the area of organic farming information was published about pasture management to keep a good clover content and about soil fertility management. New information is being produced on crop rotations for organic farming. It is concluded that in the publications of the SEEP there is a lot of information that can be used by farmers to manage efficiently their forage production system and preserve nature.

Key words: Pasture species, annual forage crops, soil fertility management, organic farming, environmental issues.

INTRODUCCIÓN

En Junio de 1986 se celebró en Asturias la XXVI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos en torno al tema “Sistemas eficientes de la explotación de pastos”, de permanente actualidad, y que quizá sea casi siempre el fin último de todos y cada uno de los trabajos que se presentan en las distintas Reuniones Científicas Anuales. En la ponencia general, denominada ‘Asturias y la producción de pastos’ (Menéndez de Lueca, 1986), se hace un análisis sobre la importancia de la producción y utilización eficiente de pastos para transformarlos en productos animales vendibles, que lleva a concluir que en las explotaciones asturianas se hace un uso excesivo de concentrados y de combustible, para terminar señalando que “zonas como Asturias y, en general, todo el norte de España tiene unas condiciones óptimas para la producción de pastos, y lo que no puede es vivir de espaldas ante esta innegable realidad como muchas veces está ocurriendo”.

La reunión que ahora se celebra sobre ‘Producciones ganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural’ es un buen momento para analizar la información publicada en las Actas de las Reuniones Científicas y en la Revista Pastos desde el año 1986, y ver en que medida las actividades de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos pueden resultar útiles a los ganaderos para la toma de decisiones de manejo en su labor diaria, orientada a conseguir una buena producción forrajera en su explotación y a transformarla en productos animales vendibles de un modo eficiente y compatible con la conservación del medio natural.

En esta ponencia limitaremos la revisión al ámbito de las investigaciones realizadas sobre prados, praderas y cultivos forrajeros, que son la base de las explotaciones más intensivas de producción de leche y carne. Somos, sin embargo, conscientes de la importancia de pastos menos intensivos como los pastizales y los pastos arbustivos, pero entendemos que su complejidad requiere una ponencia específica para abordar el tema con la suficiente profundidad y coherencia.

Comenzaremos por un análisis de la evolución de las superficies forrajeras que se recogen en los Anuarios de Estadística Agraria en las cinco Comunidades Autónomas de la Cornisa Cantábrica: Navarra, País Vasco, Cantabria, Asturias y Galicia, para continuar con un breve análisis de la información publicada con base en experiencias realizadas en estas comunidades sobre: 1) Especies, variedades y mezclas pratenses, 2) Especies, variedades y mezclas de forrajes anuales, 4) Manejo de la fertilidad química del suelo, 5) Valor nutritivo y ensilado de forrajes, 6) Agricultura ecológica y 7) Aspectos medioambientales.

SUPERFICIES FORRAJERAS

Desde 1986, año de celebración de la anterior Reunión Científica en Asturias, hasta 2001, último año de datos disponibles en el momento de la preparación de esta ponencia, la superficie destinada a la producción forrajera se ha mantenido prácticamente sin variación, alcanzando en 2001 la cifra de 1 110 205 hectáreas, un 0,3 % por encima de la superficie correspondiente 1986 (Tabla 1). Hubo, sin embargo, variaciones porcentuales importantes entre las distintas Comunidades Autónomas, que oscilaron entre una disminución del 39,3 % en Navarra y un aumento del 10,7 y del 9,6 % en el País Vasco y Galicia, respectivamente. En Cantabria y Asturias se observó un ligero descenso del 5,5 y el 7 %, respectivamente.

Ha variado, sin embargo, de forma espectacular la orientación productiva de las superficies forrajeras. Mientras las superficies dedicadas a praderas y prados aumentaron el 67 y el 7,6 %, respectivamente, los alfalfares y los cultivos forrajeros anuales experimentaron reducciones del 24,4 y 58,2 %, respectivamente.

Tras este breve análisis, se puede concluir que el conjunto de las explotaciones ganaderas más intensivas de la zona húmeda de España siguen disponiendo de la misma superficie forrajera, y que han optado por confiar más en los prados y sobre todo en las praderas que en los cultivos anuales. Dentro de los cultivos forrajeros anuales se observa un gran descenso de los cereales de invierno para forraje y del nabo forrajero, sobre todo en Galicia. Sorprende el descenso medio del 26,6 % de la superficie maíz forrajero, si tenemos en cuenta que en la actualidad se observa una tendencia generalizada a utilizarlo más en las explotaciones más intensivas. Es probable que esta tendencia se recoja en las estadísticas posteriores a 2001.

Tabla 1. Superficies (ha) destinadas a prados, praderas, alfalfa y cultivos forrajeros anuales en la Cornisa Cantábrica. Comparación de los años 1986 y 2001.

Superficies forrajeras	Año	Navarra	País Vasco	Cantabria	Asturias	Galicia	Total
Prados	1 986	59 200	91 000	137 200	237 500	205 000	729 900
	2 001	34 136	116 858	133 171	217 750	283 635	785 550
	V (%) ¹	-42,3	28,4	-2,9	-8,3	38,4	7,6
Praderas	1 986	6 057	9 593	2 343	5 164	106 554	129 711
	2 001	1 373	7 150	5 822	10 300	191 984	216 629
	V (%)	-77,3	-25,5	148,5	99,5	80,2	67,0
Alfalfa	1 986	5 086	4 388	1 986	779	769	13 008
	2 001	8 350	631	467	250	129	9 827
	V (%)	64,2	-85,6	-76,5	-67,9	-83,2	-24,6
Total plurianuales	1 986	70 343	104 981	141 529	243 443	312 323	872 619
	2 001	43 859	124 639	139 460	228 300	475 748	1 012 006
	V (%)	-37,6	18,7	-1,5	-6,2	52,3	16,0
Cultivos anuales	1 986	10 094	10 065	10 917	19 182	184 430	234 688
	2 001	4 934	2 221	4 595	17 785	68 664	98 199
	V (%)	-51,1	-77,9	-57,9	-7,3	-62,8	-58,2
Total pluri- y anuales	1 986	80 437	115 046	152 426	262 625	496 753	1 107 307
	2 001	48 793	126 860	144 055	246 085	544 412	1 110 205
	V (%)	-39,3	10,3	-5,5	-6,3	9,6	0,3

1) V(%) = Variación de la superficie en el período 1986-2001, en % con respecto a 1986

Fuente: Anuarios de Estadística Agraria para 1986 y 2001 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

ESPECIES, VARIEDADES Y MEZCLAS PRATENSES

Especies

En la década de los años cincuenta y sesenta se produjo el despegue de las praderas como cultivo de gran interés en Galicia, que contó con una base experimental sólida dentro de las actividades del Plan Agrícola de Galicia. Se observó también esta tendencia en la Cornisa Cantábrica, si bien de un modo menos intenso (Piñeiro, 1994). La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos fue el foro de presentación de presentación de las primeras investigaciones desde el comienzo de su andadura. Así, en su II Reunión Científica, celebrada en Galicia, se dio a conocer un Plan Forrajero para Galicia (Yepes, 1961), que es consecuencia de los trabajos experimentales realizados entre los años 1948 y 1960 en diversas localidades de Lugo, Orense y La Coruña, en los que se sometieron a estudio 50 especies pratenses diferentes. En este trabajo se concluyó que las especies más interesantes para la siembra de praderas son las siguientes:

Gramíneas

- Raigrás italiano (*Lolium multiflorum*)
- Raigrás inglés (*Lolium perenne*)
- Dactilo (*Dactylis glomerata*)
- Fleo (*Phleum pratense*)

Leguminosas

- Trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*)
- Trébol violeta (*Trifolium pratense*)
- Trébol blanco (*Trifolium repens*)
- Alfalfa (*Medicago sativa*)

Entre 1986 y 2004 los estudios sobre gramíneas y leguminosas pratenses y sus mezclas binarias gramínea leguminosa incluyeron las siguientes especies: raigrás italiano bianual, raigrás inglés, raigrás inglés mezclado con raigrás híbrido (*Lolium x boucheanum* Kunth), dactilo, festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.), fleo, bromo catártico (*Bromus catharticus* Vahl) y holco (*Holcus lanatus* L.), de la familia de las gramíneas, y trébol violeta, trébol blanco, alfalfa y loto pedunculado (*Lotus uliginosus*), de la familia de las leguminosas. En este período se ha consolidado el uso de los raigrases, que representan más del 90 % de la semilla adquirida por las explotaciones para la siembra de praderas, y descendió espectacularmente el uso del dactilo, que tuvo mucha importancia como componente de mezclas pratenses en el período inicial del desarrollo de las praderas en los años cincuenta y sesenta. La festuca alta y el fleo apenas se utilizaban pero convenía disponer de datos experimentales porque había demanda de información sobre su valor agronómico. El bromo catártico era una especie nueva en el mercado español sobre la que se había creado una cierta expectativa por la información emergente en el mercado francés, en el que se veía como una especie importante a añadir a sus “cuatro grandes” especies o grupos de especies (dactilo, raigrases, festucas y fleo), que reunían grandes virtudes pero también algunos defectos. El grupo de los bromos parecía estar llamado a encontrar un lugar importante en el panorama de la producción forrajera en Francia, a juzgar por las intervenciones de la jornada de estudio “Situación actual de los conocimientos sobre el bromo catártico” organizada en Rennes por el *Bureau de Promotion des Variétés Fourragères* (1982), que tuvo su reflejo en el mercado español. Se incluyó el holco porque era todavía objeto de venta en algunos mercados locales de Galicia con el nombre de hierba blanca o hierba triga, aparte de ser una especie nativa muy invasora de las praderas en algunas localidades, contribuyendo de forma importante a la producción. Entre las leguminosas se sembró el trébol blanco porque era una componente de la mayoría de las praderas sembradas, el trébol violeta como componente de praderas de corta duración, la alfalfa porque ser una especie que dio excelentes resultados en experimentos de variedades en los años sesenta y el loto pedunculado porque no había información sobre su comportamiento productivo como pratense sembrada en la Zona Húmeda de España y se especulaba sobre su posible valor como componente de mezclas.

Los resultados obtenidos en esta serie de ensayos (Bastida y Rodríguez, 1991; Bastida *et al.*, 1992; Martínez y Piñeiro, 1991, 1992; Oyanarte *et al.*, 1993; Piñeiro y Pérez,

1993; Fernández *et al.*, 1994; Piñeiro *et al.* 1994) se pueden resumir en los siguientes puntos:

Especies gramíneas

- *Establecimiento*: Raigrás italiano fue la gramínea con mayor vigor de establecimiento, seguida de raigrás inglés, raigrás híbrido y bromo, en segundo lugar; dactilo, festuca alta y holco, en tercer lugar; y fleo en último lugar. La diferencia media de producción del primer corte entre el fleo y el raigrás italiano fue de 2,3 t/ha de materia seca.
- *Media años 1 y 2*: Raigrás italiano y bromo fueron las más productivas en el conjunto de los dos primeros años, seguidas de raigrás inglés, raigrás híbrido, dactilo y festuca, en segundo lugar, y fleo y holco en último lugar. La diferencia media entre la más y la menos productiva fue de 3 t/ha de materia seca.
- *Año 3 y 4*: Bromo fue la más productiva, seguida dactilo y festuca alta, en segundo lugar, y raigrás inglés, raigrás híbrido, fleo y holco, en último lugar. La diferencia entre la más y la menos productiva fue de 1,5 t/ha de materia seca.

Resumen de la comparación entre gramíneas

- Raigrás italiano fue la especie con mayor vigor de establecimiento
- Raigrás italiano fue la más productiva en el conjunto de los dos primeros años
- Bromo fue la más productiva en el conjunto de los cuatro años
- Raigrás inglés, raigrás híbrido, dactilo y festuca alta mostraron un nivel similar de producción en el conjunto de los dos primeros años, intermedio entre raigrás italiano-bromo y fleo-holco.
- Dactilo y festuca mostraron cierta superioridad con respecto a raigrás inglés, raigrás híbrido, fleo y holco en el conjunto de los dos últimos años.

Mezclas gramínea-leguminosa

La contribución de las leguminosas a la producción varió con localidad, año, especie gramínea acompañante y nivel de nitrógeno. En las Tabla 2 y 3 puede verse la aportación de las leguminosas a la producción de las mezclas, expresada en % sobre la producción total, en la localidad de Grado (Asturias).

El trébol violeta soportó mejor que el trébol blanco la competencia de las gramíneas asociadas en la fase de establecimiento e hizo una mayor contribución porcentual a la producción que el trébol blanco. En todo caso, el raigrás italiano, especie con la que suele asociarse en la formación de praderas de corta duración ha sido muy agresivo hacia el trébol violeta, incluso en la dosis baja de nitrógeno. Conviene, por ello, limitar su utilización en la fase de establecimiento para conseguir un mejor establecimiento y posterior contribución del trébol a la producción.

El trébol blanco apenas contribuyó a la producción en el primer año, sobre todo cuando estuvo asociado a los raigrases y al holco. Dactilo y, sobre todo, festuca alta y fleo fueron las especies que permitieron un mejor establecimiento del trébol blanco, por ser menos agresivas durante la fase de establecimiento. En el segundo año los raigrases perdieron vigor y ya permitieron el ingreso del trébol blanco, que acabó siendo una especie

muy compatible con el raigrás inglés y con la mezcla de éste con el raigrás híbrido. El dactilo se convirtió en especie agresiva con el paso del tiempo y la contribución del trébol blanco fue ya muy escasa en el segundo año. Las siembras con festuca alta y con fleo siguieron siendo las que tenían mayor presencia de trébol, mientras que el holco siguió mostrando su agresividad con el paso del tiempo. La contribución del trébol blanco a la mezcla con bromo fue muy semejante a la de los raigrases inglés e híbrido, a pesar de ser una especie más productiva, lo que se debe probablemente a que forma una cubierta vegetal abierta. En un experimento de similar diseño, realizado en Galicia, las parcelas de dactilo, holco y bromo tenían muy poco trébol en el tercer año, lo que confirma la agresividad del holco, desde el establecimiento, y del dactilo, en los años siguientes al de establecimiento. En este caso, el bromo se hizo también más agresivo con el paso de los años (Piñeiro y Pérez, 1993).

Es importante resaltar el ingreso del trébol blanco como especie espontánea en las parcelas monofitas de gramíneas (Tablas 2 y 3), que se estableció a partir de las semillas existentes en el suelo producidas por la pradera anterior. En el segundo año, la contribución del trébol blanco espontáneo fue ya importante en su mezcla con algunas especies como la festuca y el fleo. En general, la diferencias en trébol en las distintas parcelas sigue la misma pauta que si se tratase de trébol sembrado. Es éste un resultado importante porque viene a indicar que la presencia del trébol blanco en las praderas sembradas en terrenos que lo hayan tenido anteriormente está asegurada por el almacenamiento de semillas en el suelo, si bien la siembra asegura y acelera la producción en los primeros años.

El loto pedunculado no consiguió establecerse adecuadamente en ninguna de las localidades, ni en cultivo monofito ni en mezcla con ninguna de las gramíneas, a pesar de haber nacido bien. La razón de su desaparición está probablemente en que es una especie recomendable para terrenos ácidos y con escasa fertilidad, que no es el caso de los terrenos donde se situaron los ensayos. La excesiva competencia de las gramíneas acompañantes en las mezclas o el establecimiento de trébol blanco espontáneo, cuando se cultivó solo, fueron suficientes para provocar su desaparición.

La alfalfa merece un comentario aparte porque se ha sembrado en la primavera del primer año, por eso no hay datos hasta el segundo. El porcentaje de alfalfa fue alto con todas las especies porque ni los raigrases ni el holco son agresivos cuando se siembran en primavera, es por el contrario la alfalfa la que puede condicionar la producción de las gramíneas acompañantes, porque compite eficazmente con ellas en las siembras de primavera. Las dos especies gramíneas que permanecían bien en el tercer año fueron el dactilo y el bromo. En siembras de otoño no se recomienda su mezcla con raigrases, porque el vigor de éstos en la fase de establecimiento afectó negativamente a la alfalfa. Por el contrario, se estableció bien con el dactilo en un ensayo anterior sembrado en el otoño (Piñeiro, 1986). En todo caso, y dada la escasa experiencia de muchos agricultores sobre la alfalfa en la Zona Húmeda se recomienda empezar por su cultivo monofito, con objeto de familiarizarse con su uso.

Tabla 2. Contribución de las distintas leguminosas sembradas (Tp-s, Tr-s, Lu-s, Ms-s) y del trébol blanco espontáneo (Tr-e), en % sobre materia verde, a la producción total en función de las especies gramíneas acompañantes (gramínea) y del nivel de nitrógeno aplicado (160 vs 360 kg/ha/año N) en Grado (Asturias). Primer año.

Gramínea Sembrada	Leguminosas sembradas							
	Ninguna	T. violeta		T. blanco	Loto		Alfalfa	
	Tr-e	Tp-s	Tr-s	Tr-s+Tr-e	Lu-s	Tr-e	Ms-s	Tr-e
160 N								
Lm	1	1	0	1	0	0	-	-
Lp	1	12	0	4	0	1	-	-
Lb+Lp	1	13	0	3	0	1	-	-
Dg	1	20	0	9	0	1	-	-
Fa	3	29	0	14	0	3	-	-
Php	3	38	0	20	0	3	-	-
Hl	0	14	0	2	0	1	-	-
Bc	1	19	0	7	0	1	-	-
<i>Media</i>	<i>1</i>	<i>18</i>	<i>0</i>	<i>7</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	-	-
320 N								
Lm	0	1	0	0	0	0	-	-
Lp	3	9	0	3	0	0	-	-
Lb+Lp	0	7	0	1	0	0	-	-
Dg	1	22	0	6	0	1	-	-
Fa	1	30	0	17	0	2	-	-
Php	1	25	0	13	0	2	-	-
Hl	0	12	0	3	0	0	-	-
Bc	1	15	0	5	0	1	-	-
<i>Media</i>	<i>1</i>	<i>15</i>		<i>6</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	-	-

Fuente: (Martínez y Piñeiro, 1991)

Siembras de otoño de 1990, excepto alfalfa y sus mezclas que se sembraron en primavera 1991.

Los nombres de las especies son las iniciales de sus nombres latinos

Lm = Raigrás italiano, Lp = Raigrás inglés, Lb = Raigrás híbrido, Dg = Dactilo, Fa = Festuca alta, Php = Fleo, Hl = Holco, Bc = Bromo catártico, Tp = Trébol violeta, Tr = Trébol blanco, Lu = Loto pedunculado, Ms = Alfalfa

Tabla 3. Contribución de las distintas leguminosas sembradas (Tp-s, Tr-s, Lu-s, Ms-s) y del trébol blanco espontáneo (Tr-e), en % sobre materia verde, a la producción total en función de las especies gramíneas (gramínea) acompañantes (Media de 160 y 360 kg/ha/año N) en Grado (Asturias). Segundo año.

Gramínea sembrada	Leguminosas sembradas							
	Ninguna	T. violeta		T. blanco	Loto		Alfalfa	
	Tr-e	Tp-s	Tr-s	Tr-s+Tr-e	Lu-s	Tr-e	Ms-s	Tr-e
Lm	7	26	3	9	-	-	45	1
Lp	16	32	4	18	-	-	71	3
Lb+Lp	12	41	2	16	-	-	65	2
Dg	4	21	3	6	-	-	60	2
Fa	27	51	11	36	-	-	74	3
Php	21	55	3	30	-	-	81	4
Hl	9	26	4	8	-	-	65	2
Bc	12	30	5	17	-	-	45	2
<i>Media</i>	<i>13</i>	<i>35</i>	<i>4</i>	<i>18</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>63</i>	<i>2</i>

Fuente: (Martínez y Piñeiro, 1992)

Siembras de otoño de 1990, excepto alfalfa y sus mezclas que se sembraron en primavera 1991.

Los nombres de las especies son las iniciales de sus nombres latinos:

Lm = Raigrás italiano, Lp = Raigrás inglés, Lb = Raigrás híbrido, Dg = Dactilo, Fa = Festuca alta, Php = Fleo, Hl = Holco, Bc = Bromo catártico, Tp = Trébol violeta, Tr = Trébol blanco, Lu = Loto pedunculado, Ms = Alfalfa

Mezclas entre gramíneas

En la década de los sesenta se recomendaban, entre otras, las tres mezclas siguientes: 1) raigrás inglés+trébol blanco, 2) dactilo+trébol blanco, 3) raigrás inglés+dactilo+trébol blanco. La segunda no solían sembrarla los agricultores por su lento establecimiento y la tercera cayó en desuso en los años setenta porque el dactilo empezó a ser rechazado por ser una especie basta con respecto al raigrás inglés, sustituyéndose por raigrás híbrido en algunos casos. La siembra de dactilo era, sin embargo, recomendable en zonas de veranos muy secos y quedaba la duda de si recomendar la segunda o la tercera para estos casos porque tiene raigrás inglés en su composición y se establece con mayor rapidez. Para resolver estas cuestiones se hizo un experimento del que se entresacaron los datos mostrados en la Tabla 4. En ella podemos ver que el raigrás inglés se estableció más rápido que el dactilo, lo que conllevó una menor presencia de vegetación espontánea en el primer año en la mezcla que en la monofita de dactilo. El raigrás dominó al dactilo en la mezcla en la fase de establecimiento, de modo que la contribución de éste a la producción fue muy escasa en el primer año. En el segundo mejoró el dactilo en su contribución a la producción, y en el cuarto casi alcanzó al raigrás inglés. A la vista de estos datos se concluyó que en aquellas zonas en las que sea recomendable sembrar dactilo, debe mezclarse con raigrás inglés porque en los primeros años se va a disponer de un forraje de más calidad por la contribución del raigrás a la producción, a la vez la pradera entra más rápidamente en producción.

Tabla 4. Producción (t/ha MS) total (T) y de las componentes de siembras monofitas de raigrás inglés (Lp), dactilo (Dg) y su mezcla (Lp+Dg), y porcentaje de otras especies (O) sobre el total.

Especie Sembrada	T	Componentes			(1)
		Lp	Dg	O	Ox100/T
1^{er} año					
Lp	15,0	12,6	-	2,4	16
Dg	13	-	7,9	5,1	39
Lp+Dg	15,1	11,7	0,7	2,7	18
2^o año					
Lp	10,0	8,7	-	1,3	13
Dg	10,4	-	8,1	2,3	22
Lp+Dg	10,8	7,6	2,0	1,2	11
4^o año					
Lp	10,3	8,2	-	2,1	20
Dg	10,1	-	7,8	2,3	22
Lp+Dg	10,5	4,9	4,3	1,3	12

Fuente: Piñeiro y Pérez, 1991. Siembras de otoño en Mabegondo. Explotación en pastoreo

Los nombres de las especies son las iniciales de sus nombres latinos:

Lp = Raigrás inglés, Lb = Raigrás híbrido, Dg = Dactilo

(1) Contribución de 'otras plantas' a la producción total.

Nuevas mezclas recomendadas en los noventa

Con base en la información anteriormente comentada se hicieron recomendaciones de nuevas mezclas en los noventa, todavía vigentes en la actualidad, para sustituir a las de los años sesenta. Pueden verse en Piñeiro (1984).

Evaluación de variedades de especies pratenses

Desde 1978 hasta 2003 se han evaluado 179 variedades de raigrás italiano, 161 de raigrás inglés, 28 de raigrás híbrido, 74 de dactilo, 49 de festuca alta, 42 de trébol violeta, 25 de trébol blanco y 47 de alfalfa dentro del programa de colaboración de las Comunidades Autónomas con la Oficina Española de Variedades Vegetales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con el objetivo de conocer su valor agronómico para su posible inclusión en las Listas de Variedades Comerciales de España, que se complementó con programas propios del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, en Galicia, y del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, en Asturias.

Anualmente se actualiza una síntesis de los datos sobre el valor agronómico de todas las variedades evaluadas que están en las Listas Españolas de Variedades Comerciales, en

el Catálogo Común de Especies Agrícolas de la Unión Europea o en la Lista de Variedades Admitidas para la Certificación de Semillas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). La síntesis se obtiene por aplicación del método de mínimos cuadrados a la información disponible desde 1978 hasta el año de actualización, de modo que cada una de ellas se puede comparar con todas y cada una de las restantes, dentro de cada especie, independientemente del año en que se hayan sembrado. Se utilizan los datos obtenidos en las cinco localidades de la red oficial de evaluación: Grado (Asturias) a 50 m de altitud, Mabegondo (A Coruña) a 100, Puebla de Brollón (Lugo) a 400, Oscoz (Navarra) a 600 y Marco da Curra (A Coruña) a 650, que se complementan con otros obtenidos en Argüero (Asturias), Otur (Asturias), Las Regueras (Asturias), Tineo (Asturias) y Ribadeo (Lugo).

De la realización de los experimentos de campo se ocupa el Instituto Técnico y de Gestión Ganadero (ITGG) en Navarra, el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) en Asturias, y el CIAM en Galicia.

Nueva situación desde 1999: El camino hacia la desinformación

La existencia del Catálogo Común de Variedades de Especies Agrícolas, de la UE, como Lista de Variedades comercializables en todos los países que la integran, y por tanto también en España, y de la Lista de Variedades Admitidas para la Certificación de Semillas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que sirve de base también para su posible importación en España, hizo que perdiese valor la Lista Española de Variedades Comerciales y, como consecuencia, que disminuyesen las solicitudes de registro de variedades de especies pratenses, de tal modo que en 1999 se hicieron las últimas siembras sistemáticas de la red de evaluación coordinada por la OEVV. Si bien esta vía no está oficialmente cerrada, la realidad es que desde 1999 no hubo más que una solicitud de una variedad de raigrás italiano, que se sembró en otoño de 2003 con las correspondientes variedades testigo de la especie. Dado que esta situación conduce a la existencia de un mercado de variedades cada vez más desinformado sobre su comportamiento agronómico, como lo demuestra el hecho de que en el año 2004 hubo 139 variedades de raigrás (italiano, inglés o híbrido) en el mercado español de las cuales 49, el 35 %, no han sido evaluadas previamente en España, se iniciaron en el CIAM dos proyectos, uno en el año 2000 y otro en el 2003, con el objetivo de corregir esta tendencia poco deseable, y para contribuir al conocimiento del valor agronómico de las nuevas variedades. Es difícil, sin embargo, dar estabilidad a este tipo de trabajos porque la actividad de evaluación no entra dentro de las prioridades de las convocatorias oficiales de programas I+D+I, en sus niveles autonómico y nacional, y otro tipo de ayudas para experimentación no suele existir.

La metodología de evaluación actualmente empleada ha sido objeto de análisis en comunicaciones presentadas en distintas Reuniones Científicas de la SEEP (González Arráez, 1990; González y Piñeiro, 1991, 1995, 1996; Collar, 1992; Piñeiro y González, 1995).

En la Tabla 5 se hace un resumen de los datos de valor agronómico disponibles en la última actualización de la 'Síntesis de datos sobre valor agronómico de variedades de especies pratenses evaluadas en Asturias, Galicia y Navarra (Período 1978-2003)'. Las diferencias entre las más productivas y las menos productivas oscilan entre el 16 y el 33 %, lo que pone en evidencia la necesidad de disponer de información previa antes de adquirir

una variedad. Todas las variedades incluidas en la síntesis son susceptibles de ser comercializadas en España por estar en la Lista Española de Variedades Comerciales, en el Catálogo Común de Especies Agrícolas de la Unión Europea o en Lista de Variedades Admitidas para la Certificación de Semillas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Tabla 5. Evaluación de variedades pratenses. Índice de producción de la variedad más (máximo) y menos (mínimo) productiva dentro de cada especie.

Especie	Nº var ¹	Índice de producción ³		
		Máximo	Mínimo	Diferencia
Raigrás italiano alternativo ²	48	105	85	20
Raigrás italiano alternativo ²	56	104	88	16
Raigrás inglés. 1 ^{er} año	86	114	81	33
Raigrás inglés. 2 ^o año	86	112	82	30
Dactilo. 1 ^{er} año	30	116	86	30
Dactilo. 2 ^o año	30	107	87	20

Fuente: 'Síntesis de datos sobre valor agronómico de variedades de especies pratenses evaluadas en Asturias, Galicia y Navarra (Período 1978-2003)'. Disponible en internet: www.xunta.es/conselle/ag/dfitaga/ciam

¹Número de variedades en la lista de síntesis.

²Primer año de producción.

³Valor 100 = Producción media (t/ha MS) de las variedades testigo en cada especie: Raigrás italiano alternativo 12,5; raigrás italiano no alternativo 13,5; raigrás inglés 1^{er} año 10,8; raigrás inglés 2^o año 9,1; dactilo 1^{er} año 9,4; dactilo 2^o año 9,5.

Recursos fitogenéticos y mejora genética

El mercado de semillas, que se nutre de la oferta de variedades registradas en las Listas Oficiales de Variedades, ha hecho desaparecer las variedades autóctonas con las que se abastecían pequeños mercados locales donde los agricultores vendían y, a su vez, se abastecían de semillas. Este problema se describió ya en 1978 por Fernández *et al.* (1978), que realizaron una investigación sobre tipos de *Trifolium pratense* L. en poblaciones naturales de Asturias en el que señalaban que “parece pues de gran interés la descripción y preservación del material genético de algunos de estos tipos localmente adaptados, ya que la mayoría de los tipos locales se están perdiendo debido al incremento de la especialización del laboreo, un mercado de semillas más desarrollado y la aparición de nuevas y buenas variedades”.

Los primeros intentos de convertir los ecotipos autóctonos en variedades comerciales están reflejados en los escritos de Lindner (1973) y de Vivero (1976), que trabajaron con ecotipos gallegos de raigrás italiano; Lindner (1976), sobre ecotipos de dactilo recogidos en Pontevedra y Orense; y de Zulueta (1978), que trabajó con la variedad ‘IFIE-1’ de dactilo, seleccionada por el autor a partir de material recogido en Galicia. Ninguno de estos trabajos culminó con el registro de una variedad comercial, pero fueron la antesala de investigaciones posteriores para el estudio y la obtención de variedades. Con estos antecedentes, Piñeiro y Pérez (1981) presentaron en 1981 los resultados de un estudio sobre el valor agronómico de raigrás italiano, raigrás inglés, dactilo y trébol blanco,

recogidos en Galicia, y de trébol violeta recogido en León y Palencia. Este trabajo fue parte del proceso de obtención de las variedades ‘Brigantia’, de raigrás ingles, ‘Artabro’, de dactilo, y ‘Maragato’, de trébol violeta, ya comercializadas y que permanecen todavía en la Lista Española de Variedades Comerciales. En el artículo citado se comenta el buen comportamiento agronómico de la variedad ‘Tima’, de festuca alta, seleccionada en el Centro Regional de Investigación y Desarrollo Agrario de Extremadura, con base en material autóctono recogido en el País Vasco.

Desde 1986 en adelante se han publicado numerosos estudios sobre caracterización y mejora genética del material conservado en los Bancos de Germoplasma de la Misión Biológica de Galicia (CSIC) y del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, recogido principalmente en la zona húmeda de España en colaboración con otros Organismos como la Universidad de Oviedo. Los estudios se refieren a raigrás italiano (Arbones y Oliveira, 1993; Bregu y Oliveira, 1994; Lindner *et al.*, 1995, 1996, 1997; Oliveira *et al.* 1998; López y Oliveira, 2000a, 2000b; Costal *et al.*, 2004), raigrás inglés (Oliveira, 1992; Oliveira y Castro, 1994; Arbones y Oliveira, 1995; Costal *et al.*, 2004; López y Oliveira, 2000a, 2000b, 2001; Oliveira y Charmet, 1990, 1988-1989a, 1988-1990 b; Oliveira y Castro, 1993, 1997; Oliveira *et al.*, 2001, 2002, 2003), raigrás anual (Oliveira y López, 1999), raigrás canario (Oliveira *et al.*, 1995), festucas finas (Oliveira *et al.*, 2000; Costal *et al.*, 2003) y poa (Costal *et al.*, 2003). Como resultado de algunos de estos trabajos se obtuvieron las variedades ‘Pomba’, de raigrás italiano no alternativo, y ‘Ciami’, de raigrás inglés, recientemente registradas en las Listas Españolas de Variedades Comerciales, después de haber superado las pruebas de comportamiento agronómico en la red oficial de ensayos de la Oficina Española de Variedades Vegetales.

ESPECIES, VARIETADES Y MEZCLAS DE FORRAJES ANUALES

Cultivos de invierno

Nabos, remolacha y col

No hemos encontrado ningún trabajo sobre nabos (*Brassica napus* L. var. *Napobrassica* (L.) Rchb.), remolacha (*Beta vulgaris* L.) o col forrajera (*Brassica oleracea* L.) ni en las actas de las Reuniones Científicas ni en la Revista Pastos desde el año 1986 en adelante. En este caso la investigación se hizo eco del casi abandono de estas especies por las explotaciones ganaderas.

Cereales

La avena y el centeno tuvieron mucha importancia en las explotaciones ganaderas tradicionales en los años sesenta. En las explotaciones fueron desplazados por las praderas, en general, y por el raigrás italiano en la fase de invierno de las rotaciones forrajeras. Esto supuso también el abandono del estudio de estas especies durante largos años. En fechas recientes, sin embargo, se empezó a especular sobre su posible uso como forraje a aprovechar en un solo corte para ensilar, en sustitución del raigrás italiano, que tiene un buen crecimiento de invierno si se siembra temprano, sobre todo en zonas costeras, lo que puede obligar a realizar más de un corte para silo, situándose el primero en una época poco adecuada para la recolección por exceso de humedad en el suelo y condiciones atmosféricas

difíciles para hacer un presecado de un forraje con alto contenido en humedad y, por ello, no apto para ensilar directamente. En este contexto se sitúan los trabajos de Aizpurúa *et al.* (1991), que estudiaron la evolución de la producción y del valor nutritivo según estado fenológico de trigo (*Triticum aestivum* L.), triticale (x *Triticosecale* Wittm.), centeno (*Secale cereale* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.), en comparación raigrás italiano y con la mezcla avena+veza (*Vicia sativa* L.); de Suárez *et al.* (1993), sobre variedades de avena (*Avena sativa* L.), centeno y triticale; de Flores *et al.* (2003), sobre variedades de guisante (*Pisum sativum* L.) y triticale, y de Salcedo (2003, 2004a,b), que estudió la evolución de la producción y del valor nutritivo de la colza (*Brassica napus* L.), desde el inicio de la floración hasta grano lechoso, y del trigo, desde el final de ahijado hasta el estado de grano pastoso. Los cereales ensayados y la colza se muestran como posibles opciones para sustituir al raigrás italiano en invierno, que, en todo caso, sigue siendo un firme candidato a permanecer en las explotaciones como un buen forraje de invierno, a la vista de los resultados de Aizpurúa *et al.* (1991). Una reciente revisión de datos históricos del programa de evaluación de variedades desarrollado en Grado (Asturias) indica que el raigrás italiano no alternativo y el raigrás híbrido se ajustan mejor que el raigrás italiano alternativo como componentes de una rotación de dos cultivos/año, en aquellas explotaciones que basen su alimentación forrajera en productos ensilados (Martínez *et al.*, 2004).

Leguminosas

El trébol encarnado (*Trifolium incarnatum* L.) y la serradella (*Ornithopus sativus* Brot.) se utilizaron en las explotaciones tradicionales ganaderas de las zonas costeras como forraje de invierno en rotación con maíz pero no encontraron su sitio en la explotación moderna, que utiliza predominantemente el raigrás italiano como forraje de invierno. Con el objetivo de disponer de información sobre su nivel de producción y valor nutritivo, Iglesias y Gómez-Ibarlucea (1987) e Iglesias y Lloveras (1987, 1997) estudiaron los cultivos citados y demostraron que se podrían conseguir entre 4 y 5 t/ha de materia seca hacia finales de abril de un forraje con alto contenido en proteína y buena digestibilidad, e indican que la serradella debe cultivarse asociada a un tutor porque es muy sensible al encamado. Del mismo orden de magnitud fueron los resultados conseguidos con el cultivo del altramuz (*Lupinus albus* L.) por Sardón *et al.* (1992). Ninguna de las tres especies se utiliza en la actualidad en las explotaciones ganaderas.

Trabajos recientes sobre especies como alverjón, haboncillo (*Vicia faba* L.), guisante (*Pisum sativum* L.) y veza común están proporcionando mucha información, que aparece referenciada y comentada en el apartado anterior o en el siguiente.

Mezclas cereal-leguminosa

En la búsqueda de cultivos que puedan sustituir al raigrás italiano, el mayor esfuerzo se está poniendo en el estudio de mezclas de un cereal con una leguminosa, en las que el cereal actuaría de tutor y la leguminosa contribuiría al enriquecimiento en proteína de la mezcla, con el objetivo de conseguir un forraje con un contenido en proteína en el entorno del 15 %. En este contexto se sitúan los trabajos de Castro y Piñeiro (1998a, b), sobre avena-veza, Martínez *et al.* (2002), sobre avena o triticale mezclados con veza, guisante, alverjón o haboncillo, Castellón *et al.* (2003), sobre veza-avena, tritale-guisante, triticale-alverjón y haba menor, Mangado y Eguinoa (2003), sobre avena o cebada mezclados con guisante o veza; Pedrol y Martínez (2003), sobre avena-veza y triticale-haboncillo; Roza *et*

al. (2004), sobre triticale-haboncillo; Piñeiro *et al.* (2004), sobre variedades de guisante con triticale; y Suárez *et al.* (2004), sobre mezclas de avena, centeno o triticale con guisante o veza.

Las primeras conclusiones a estos trabajos son:

- La avena es preferible a la cebada en Navarra como acompañante de la veza o del guisante
- La avena es un mal tutor para la veza en Galicia, quizá debido a que se utilizó la variedad más sensible al encamado dentro de la gama de variedades de avena posibles
- El triticale se está revelando como un buen tutor.
- La mezcla triticale-haboncillo es una buena opción en Asturias
- El guisante tiene un alto contenido en humedad, lo que obliga a un presecado previo a su ensilado.

CULTIVOS DE VERANO

Especies

El principal cultivo forrajero de verano en la actualidad es el maíz (*Zea mays* L.). Ya en 1982, Moreno (1982) concluía que “una combinación de praderas para pastoreo y maíz ensilado parece una buena opción en las explotaciones ganaderas intensivas de las zonas húmedas”, a pesar de la desventaja de tener que aplicar “una tecnología relativamente desconocida por los agricultores como es el ensilar”. Las cosas han cambiado mucho y la tecnología del ensilado es ya familiar en las explotaciones y la superficie destinada a maíz forrajero creció de forma espectacular en las explotaciones de producción de leche de vacuno porque se adapta muy bien a sus necesidades de forrajes ensilados, aunque las estadísticas generales muestran un descenso del cultivo en el período 1986-2001 en la Cornisa Cantábrica. En una encuesta realizada a 300 explotaciones de la provincia de la Coruña se observó que la superficie media de maíz forrajero por explotación pasó de 1,3 a 2,9 ha en el período 1992-1996 (Flores *et al.*, 2000).

El girasol (*Heliantus annuus* L.) forrajero fue objeto de algunos estudios después de que Remón *et al.* (1974) destacase el interés de su cultivo en Asturias, con base en los resultados obtenidos en 15 campos de ensayo localizados en la zona costera asturiana, para recomendarlo más tarde (Remón, 1976) como complemento al maíz forrajero de ciclo 200, con objeto de cubrir el bache de producción de forraje en verano. En 1986, Lloveras *et al.* (1986) presentaron los datos de un estudio de fechas de corte en dos localidades de Galicia (Mabegondo y Puebla de Brollón) y de variedades en tres localidades, las dos anteriores en Galicia y Grado en Asturias, en los que se consiguieron producciones medias que oscilaron entre 4,3 y 6,9 t/ha de MS, dependiendo de la localidad, en un período de 72-78 días desde la siembra. En el experimento de fechas de corte, en el que se compararon cortes a principios de agosto con cortes a principios de septiembre, tras siembras en la primera quincena de mayo, se observó que la calidad baja mucho de agosto a septiembre, obteniéndose por el contrario mucha mayor cantidad de forraje en Mabegondo. En Puebla hubo menos variación de agosto a septiembre porque es una localidad con mucha sequía y altas temperaturas en verano.

El comportamiento agronómico del híbrido de sorgo x pasto del Sudán (*Sorghum bicolor* Moench. x *Sorghum sudanense* Stapf.) se estudió como cultivo de verano, en rotación con raigrás italiano en invierno, con el objetivo de ampliar la estación de disponibilidad de forraje verde en verano porque las praderas reducen su producción por efecto de la sequía. El sorgo se aprovechaba de forma secuencial, simulando el proceso de suministro de forraje verde en una explotación, iniciando su aprovechamiento cuando la altura era al menos de 50 cm. Los resultados indican que el raigrás italiano, en invierno, y el híbrido de sorgo por pasto del Sudán, en verano, permiten ampliar la disponibilidad de forraje verde en 5-8 semanas en cada época (Piñeiro y Pérez, 1997). Del manejo del ensayo se sacó la impresión de que el sorgo es un cultivo difícil de manejar porque se dispara su crecimiento después de alcanzar los 50 cm, de tal modo que el forraje aprovechado en fases más tardías es de bastante menor calidad. En un ensayo de aprovechamiento en pastoreo de sorgo con vacas lecheras, se registraron ingestiones bajas con respecto a las obtenidas en praderas (Salcedo, 1995), que se confirmaron cuando se hizo el suministro en pesebre de sorgo de 2º ciclo (Salcedo, 1996). Por su parte, Mangado (2005, comunicación personal) observó la muerte de ovejas en pastoreo de sorgo, como consecuencia de la toxicidad asociada a los rebrotes jóvenes de las plantas durante el período de estancia del ganado en el pastoreo.

De esta breve revisión se puede concluir que el girasol y el híbrido de sorgo x pasto del Sudán tienen escaso encaje en las explotaciones ganaderas más intensivas, sobre todo si basan la alimentación en productos ensilados. El maíz forrajero es, en este caso, el forraje de verano por excelencia.

Mezcla maíz-soja

Martínez *et al.* (2000) estudiaron en Asturias la asociación de maíz forrajero con soja forrajera (*Glicine hispida*) con el objetivo de conseguir un forraje más rico en proteína. La aparición de un año anormalmente seco y la dificultad de controlar la vegetación espontánea mediante herbicidas llevó a una producción de energía metabolizable un 15 % inferior de la asociación con respecto al maíz en siembra monofita. Se repitió el ensayo en un año más normal (Roza *et al.*, 2001) pero volvió a fallar el establecimiento de la soja por problemas de orden mecánico en la siembra. En este caso se consiguió una producción similar a la del maíz monofito, pero la mejora en el contenido en proteína fue muy escasa a causa de la baja presencia de soja.

Evaluación de variedades comerciales de maíz forrajero

A pesar de la creciente demanda de variedades para forraje, los ensayos oficiales de valor agronómico de maíz coordinados por la OEVV y desarrollados en la zona húmeda seguían orientados a conocer su aptitud como productoras de grano en la década de los noventa del siglo pasado. Como se comentará en el apartado siguiente, es importante conocer la producción y calidad de la planta entera cuando la producción se orienta al ensilaje, no es suficiente conocer solamente la aptitud de la variedad para producir grano. Por eso, surgieron iniciativas locales en el sentido de crear una infraestructura que permitiese la evaluación de variedades para forraje, que sirviese de base para disponer de una lista de variedades comerciales con sus características productivas y de calidad. Los

primeros resultados de esta iniciativa fueron presentados por Martínez *et al.* (1999), del SERIDA (Asturias), en la XXXIX Reunión Científica de la SEEP, si bien ya se venía desarrollando una actividad similar por el Servicio de Agricultura de la Diputación de Álava en ese momento pero nunca se había presentado este tipo de información en las reuniones de la SEEP. Galicia se unió a esta actividad tres años después, presentando los primeros resultados en la XLI RC (Suárez *et al.*, 2001). Estas presentaciones crearon un ambiente positivo de intercambio de información entre investigadores y técnicos de distintas autonomías, que culminó con una reunión de trabajo en Lleida con motivo de la celebración de la XLII RC, en la que se acordó crear un Grupo de Trabajo con el objetivo de coordinar los protocolos de evaluación y analizar en común los problemas que se vayan presentando. En el grupo están representados los servicios siguientes: IRTA (Cataluña), ITG-Ganadero (Navarra), Neiker (País Vasco), Diputación de Álava, SERIDA (Asturias) y CIAM (Galicia). En la RC se presentó una propuesta de presentación de la información resultante de los ensayos de variedades (Suárez *et al.*, 2002). Todos estos servicios realizan en la actualidad ensayos de forma sistemática, que publican anualmente. Los de Galicia y Asturias están disponibles en internet (direcciones: serida.org y www.xunta.es/conselle/ag/dfitaga/ciam, respectivamente).

De cada variedad se dan datos de: precocidad (días transcurridos entre siembra y recolección), altura de la planta, % de espiga, producción (t/ha MS y t/ha MOD), índice productivo (% sobre variedades testigo), digestibilidad de la materia orgánica, contenido en proteína bruta, nº de años en que ha sido ensayada y casa comercial que la distribuye.

Una idea del interés de la información nos la da el hecho de que el índice productivo oscila entre 79 (variedad menos productiva) y 120 (variedad más productiva), en la última lista publicada en Galicia.

Recursos fitogenéticos y mejora genética

Hasta la década de los ochenta se asumía que una buena variedad de maíz para grano es también una buena variedad para forraje. Mas aún, en los años 1988-1989 se vendían en Galicia como maíz forrajero aquellas variedades de maíz grano de ciclos 700-800 excedentes de campaña en regiones como Andalucía y Extremadura, donde los ciclos utilizados son más largos y la campaña de siembra se termina antes. Las casas comerciales solían hacer reducciones de precio de hasta el 50 % para deshacerse de los excedentes, lo que era atractivo suficiente para los agricultores gallegos, que carecían en aquel momento de criterios adecuados para adquirir una variedad de maíz forrajero. En las condiciones climáticas de Galicia, lo normal es sembrar variedades de los ciclos 200 y 300 para que se puedan desarrollar adecuadamente antes de ser cosechadas para ensilar en el momento en que el grano alcance el estado pastoso-vítreo.

Mientras la digestibilidad de la paja (tallo+espatas+hojas) del maíz es del orden del 60 % con variaciones de hasta 10 puntos entre genotipos, la de la espiga está en torno al 80% con muy escasa variación entre genotipos (Campo *et al.*, 1999). Dado que la paja representa entre el 40 y el 50 % de la materia seca total del conjunto de la planta, asumir que una buena variedad para grano es buena para forraje es ignorar la variabilidad de la calidad asociada a casi el 50 % de la planta. Teniendo en cuenta el aumento de la demanda del maíz forrajero, en detrimento del maíz para grano, el programa de mejora genética de maíz del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo se orientó a la creación de

variedades para forraje, enfocando la selección hacia la consecución de variedades con paja más digestible. Los trabajos de Moreno *et al.* (1993, 2002), Campo *et al.* (1998;1999a, 1999b) y Campo y Moreno (2003) son parte de este programa, que se nutre de la variabilidad existente en el material recogido en el Banco de Germoplasma del CIAM principalmente.

ROTACIONES FORRAJERAS

Los primeros estudios con base experimental sólida en los que se compararon rotaciones de dos cultivos por año con praderas de corta y larga duración se publicaron en la revista Pastos en 1982 (Lloveras, 1982). Se compararon las rotaciones maíz-centeno, maíz-colza, maíz-veza+avena, maíz-raigrás italiano, de dos cultivos por año, con praderas de corta (mezcla de raigrás italiano, dactilo, trébol violeta y trébol blanco) y de larga duración (mezcla de raigrás inglés y trébol blanco), en tres localidades de Galicia. Los resultados muestran que “las rotaciones de cultivos producen unas 5 t/ha MS más que las praderas. En cualquiera de las tres localidades la rotación de cultivos que tiene como base el maíz forrajero produce del orden de 14-17 t/ha MS, mientras que la pradera de corta duración produce entre 7 y 12 t/ha MS y la de larga duración entre 6 y 10 t/ha MS.

En la década de los noventa del siglo pasado se sembraron diversos experimentos en Navarra, con rotaciones de raigrás-maíz, raigrás-girasol, avena+guisante-maíz y avena+guisante-girasol; y en País Vasco, Asturias y Galicia, con rotaciones de raigrás-maíz y de raigrás-sorgo x pasto del Sudán, en siembra directa y convencional, con riego y sin riego, dependiendo de la localidad. En el País Vasco se hizo especial hincapié en los aspectos medioambientales de la rotación y en Galicia en el estudio de la asociación de veza con avena porque había dado muy buenos resultados en experimentos anteriores (Lloveras, 1982). De esta serie de ensayos son las publicaciones de Bordegaray *et al.* (1996), sobre aspectos económicos de las siembras directa y convencional; Piñeiro y Pérez (1996, 1997), sobre complementariedad del sorgo y raigrás con las praderas y sobre siembra directa y convencional; Báez *et al.*, (1997, 2000), sobre aspectos medioambientales de las siembras directa y convencional; Martínez y Piñeiro (1997), sobre aspectos de alfalfa y trébol violeta; López *et al.* (1999a, 1999b, 2000a, 2000b, 2001), sobre efectos del riego en siembra directa y convencional; Mangado y Amezttoy (2000), sobre aspectos económicos de las rotaciones; Martínez y Piñeiro (2002), sobre siembra directa y convencional de maíz; y Martínez y Pedrol (2003), sobre efecto de la siembra directa y del tipo de abono.

Los resultados presentados en las comunicaciones anteriormente citadas se resumen en los apartados siguientes:

Maíz forrajero vs híbrido de sorgo por pasto del Sudán

La producción del maíz forrajero para ensilar superó ampliamente al híbrido de sorgo x pasto del Sudán como forraje de verano, entre un 55 y un 95 %, con independencia de la localidad y año. Aunque el objetivo del sorgo era proporcionar forraje verde en verano en lugar de producir una cosecha para ensilar, las diferencias tan grandes entre las dos especies hacen que no sea aconsejable el uso del sorgo como componente de verano, sobre todo en aquellas zonas en que el cultivo del maíz está ya acreditado y es de uso común en las explotaciones ganaderas.

Laboreo convencional vs siembra directa en maíz

Aunque se ha observado una cierta variabilidad, los datos confirman que el maíz cultivado en siembra directa da una producción menor que el cultivado por métodos convencionales. La reducción varió entre un 5 y 14 % en los primeros años pero se incrementó con el paso del tiempo, llegando a contabilizarse una reducción del 25 % en las parcelas sembradas directamente durante 4 años consecutivos con respecto a las parcelas de siembra convencional. Se atribuyó esta reducción progresiva al aumento del grado de compactación del suelo pero no se hicieron medidas en este sentido.

Laboreo convencional vs siembra directa en raigrás italiano y en sorgo

El raigrás se estableció casi siempre de forma satisfactoria tanto en siembra directa como en siembra convencional, por lo que es una práctica perfectamente recomendable. Los resultados han ido desde una ligera menor producción en las parcelas de siembra directa hasta producciones ligeramente superiores con respecto a la siembra convencional.

El establecimiento del sorgo por siembra directa fue satisfactorio en los dos primeros años, con producciones inferiores, que oscilaron entre el 6 y el 14 % en las parcelas de siembra directa con respecto a las de laboreo convencional. El establecimiento fue menos satisfactorio con el paso del tiempo, debido probablemente a la compactación del suelo, lo que no ocurrió en la siembra de raigrás italiano. La diferencia principal entre las dos especies está que la siembra del raigrás italiano se hace en el otoño, con tiempo generalmente húmedo después de la siembra, y la del sorgo en la primavera, con posibles períodos cortos de sequía posteriores a la siembra.

Respuesta al riego de la rotación maíz forrajero-raigrás italiano

Respuesta del maíz forrajero

A pesar de que el clima de Galicia es de tipo templado húmedo, con lluvias que pueden superar los 1000 mm anuales en muchas zonas, hay una sequía de verano que afecta al crecimiento de los cultivos.

La respuesta al riego ha oscilado entre el 46 y el 61 %, lo que indica el interés del riego en Galicia. De hecho son históricos los regadíos de ciertas zonas, con almacenamiento del agua procedente de pequeños manantiales, bajo la dirección de comunidades locales de

regantes, que han funcionado relativamente bien pero que no estuvieron exentas de serios conflictos puntuales.

Efecto residual sobre el raigrás italiano

Toda el agua se aplicó en verano, durante la fase de cultivo del maíz. Se observó un efecto negativo del riego sobre el crecimiento del raigrás durante el invierno-primavera, de modo la producción del raigrás en las parcelas regadas en el verano anterior dieron producciones inferiores a las de las parcelas no regadas, con reducciones que oscilaron entre el 27 y el 33 %. Este efecto puede ser consecuencia de una probable mayor disponibilidad de nitrógeno en las parcelas no regadas a lo largo del otoño-invierno.

Respuesta de la rotación

La respuesta media del maíz al riego fue del 53 % y la reducción media del raigrás del 69 %, lo que resultó en una respuesta media de la rotación del 27 %, cifra relativamente cercana a la respuesta de las praderas en Grado (Asturias), que fue del 37 % (Martínez y Piñeiro, 1994). En valores absolutos la respuesta fue mayor en la rotación que en las praderas por ser las rotaciones más productivas.

Renovación de praderas viejas por siembra directa

La producción media de los dos primeros años de tres mezclas establecidas por siembra directa en Grado (Asturias) fue inferior en un 2 % para siembras de otoño y en un 10 % para siembras de primavera, con respecto a las parcelas establecidas por laboreo convencional. Desde este punto de vista sería recomendable la siembra directa, pero la persistencia de las especies sembradas fue muy inferior, lo que introduce un factor de duda y hace que la siembra directa no pueda recomendarse de forma generalizada. En el 2º año de producción, las parcelas de siembra directa tenían ya un 52 % de especies no sembradas frente al 21% de las de laboreo convencional, en las siembras de otoño. En las siembras de primavera estas cifras eran del 19 % y del 4 %, respectivamente.

Aspectos mediambientales: efecto del cultivo de invierno

Se compararon siembras de otoño de raigrás italiano y de trébol encarnado, en cultivo monofito, con el barbecho limpio de malas hierbas.

Pérdidas por lixiviación

Las pérdidas mayores correspondieron a las parcelas mantenidas en barbecho, le siguieron las cultivadas con trébol encarnado, siendo las de raigrás las que menos pérdidas tuvieron.

Costes de producción de las rotaciones de 2 cultivos/año

En Oskotz (Navarra) se establecieron 4 rotaciones en gran parcela: 1) Raigrás italiano alternativo-maíz forrajero, con dos variantes 2) Raigrás italiano alternativo-girasol forrajero, 3) Mezcla avena+guisante forrajero-maíz forrajero, y 4) Mezcla avena+guisante

forrajero-girasol forrajero. Para la rotación 1 hubo dos variantes que consistieron en aprovechar el raigrás en uno o dos cortes, mientras que en la 2 se aprovechó solamente en dos cortes. Las demás componentes de las distintas rotaciones se aprovecharon en corte único. Se tomaron datos de rendimientos de las labores, producción y calidad de las distintas rotaciones con los que se elaboraron los costes de producción por kg MS (materia seca), mj EM (energía metabolizable) o kg PB (proteína bruta).

Variantes de la rotación raigrás-maíz

El aprovechamiento del raigrás en dos cortes aumentó el costo de producción del kg de MS de la rotación en un 19% y del mj de EM en un 15 %, con respecto al aprovechamiento en un solo corte. Por el contrario se redujo el costo de producción del kg de PB en un 14 %, por ser más rico en proteína el raigrás joven.

Comparación de las rotaciones con raigrás y con avena+guisante

La sustitución del raigrás italiano alternativo, aprovechado en un solo corte, por una mezcla de avena con guisante forrajero supuso un aumento del 8% del kg de MS o del mj de EM y una reducción del 31 % en el coste de la proteína, como consecuencia del mayor contenido en proteína de la mezcla de avena+guisante con respecto al del raigrás.

Comparación de las rotaciones con maíz y con girasol

La sustitución del maíz forrajero por el girasol forrajero, como componente de verano, en rotación con raigrás italiano alternativo o avena+guisante forrajero como componentes de invierno, ha supuesto en todos los casos una reducción del costo de producción del kg de MS, del mj EM y del kg de PB.

Problemas de mecanización del girasol

Con estos resultados parece que la opción más clara en verano es el girasol en lugar del maíz, pero conviene tener en cuenta que la recolección mecanizada del girasol con los equipos actuales de picado del maíz resultó muy dificultosa debido a la posición apical del capítulo sobre una planta muy alta, que tendía a quebrarse por encima de la barra que limita la alimentación del equipo de cosecha, dando lugar a grandes acumulaciones por encima del equipo de picado que obligaron a frecuentes paradas. A causa de estos problemas, solamente consiguió ensilarse el 68,5% de la producción total lo cual hace inviable económicamente el aprovechamiento del girasol para ensilar mientras no se resuelvan los problemas de mecanización.

MANEJO DE LA FERTILIDAD QUÍMICA DEL SUELO

La ponencia del apartado ‘Mejora y producción vegetal y fertilización’ de la RC celebrada en 1986 trató sobre la ‘Importancia del abonado en la producción de los pastos de la zona húmeda española’ (Mombiola, 1986). En ella se indica que “gran parte de los agricultores sigue mostrándose reacia a invertir en el abonado de los pastos” y se puso especial énfasis en la necesidad de que la “investigación por componentes asuma la idea del sistema completo de producción y tome conciencia de su papel dentro de éste, si no quiere arriesgarse a que sus resultados caigan en la irrelevancia”.

En el período que va de 1986 a 2004 se han publicado cerca de un centenar de trabajos, en el ámbito de la SEEP, sobre el tema de la fertilidad química del suelo desde

distintos ángulos, que van desde el estudio de respuestas a la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos hasta el estudio del efecto de labores culturales en la dinámica de los nutrientes en el suelo. El tema es de tal importancia que debería ser objeto de una ponencia en el próximo futuro. En esta ocasión destacaremos dos aspectos en relación con lo expuesto en 1986: 1) La investigación asumió la idea del sistema completo, y 2) Una buena parte de los agricultores han dejado de ser reacios a invertir en el abonado de las praderas y aportan demasiado abono a sus cultivos. Entre los numerosos artículos seleccionaremos los que estimamos más relevantes, para acreditar los dos cambios señalados.

La asunción del sistema completo

Sinclair *et al.* (1992) presentaron en la XXXII RC un ciclo de mantenimiento del fósforo para explotaciones de vacuno de leche con los siguientes componente: A) P extraído por el pasto, B) P reciclado en la hierba no pastada, C) P en los suplementos (piensos y forrajes comprados en el exterior), D) P ingerido por los animales, E) P eliminado en la leche, F) P excretado por los animales, I) P perdido en las excretas, K) P excretado y reciclado en el pasto, Q) P de los fertilizantes, Ñ) P aplicado al suelo, M) P perdido en el suelo, que aplicaron a 9 explotaciones del País Vasco. Es el principio de la asunción en la práctica del sistema completo suelo-planta-animal en la Cornisa Cantabrica para basar en él un modelo de recomendación de abonado. Al año siguiente, Oyanarte (1993) presentó el ‘Programa integral de recomendación de abonado en praderas’, un programa informático que calcula los ciclos de P y K y estima los siguientes parámetros: producción potencial de la pradera, producción destinada al corte, eficiencia del reciclaje de excretas en pastoreo y eficiencia de utilización de la hierba, que son necesarios para el cálculo de los ciclos.

En 1997 se aplicó el modelo en 12 explotaciones gallegas (Castro y Mateo, 1999), concluyendo que hay exceso de fósforo en los suelos porque se aportan cantidades superiores a las necesidades, mientras que el potasio presenta valores normales. Son datos que nos indican que el agricultor abona demasiado y ha dejado, por tanto, de ser reacio a invertir en fertilizantes. En una comunicación posterior (Castro *et al.*, 2000) se comenta que en una de las explotaciones disminuyó la compra de abonos fosfóricos en un 82 % y potásicos en un 67 %, como consecuencia de la aplicación del ciclo de mantenimiento de nutrientes. Con base en los trabajos del País Vasco, se está también avanzando en Galicia para disponer de un modelo para recomendación de abonado. Como precursor de un futuro modelo de recomendación se ha desarrollado un sistema de información geográfica para la gestión de la fertilidad del suelo en explotaciones ganaderas (Castro *et al.*, 2003).

El exceso de abonado: Un problema para la conservación del medio natural

En esta misma Reunión Científica se presenta una comunicación (Novoa *et al.*, 2005) en la que se analizan los balances de nitrógeno y fósforo en explotaciones de leche de 8 regiones del arco atlántico (País del Loira, Bretaña, Aquitania, SO de Irlanda, SO de Inglaterra, País Vasco, Galicia y Norte de Portugal). Galicia está representada por 14 explotaciones. La explotaciones gallegas, con una carga ganadera media de 3,1 UGM ha⁻¹, presentan un superávit medio de 163 kg P₂O₅ · ha⁻¹ año⁻¹ en el balance de fósforo (entradas-

salidas), el más alto de 8 regiones, y de 347 kg ha⁻¹ año⁻¹ en el balance de nitrógeno, el 2º más alto después de Portugal. A pesar de ello, las 14 explotaciones gallegas compran una media de 79 kg P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹ y 106 kg N ha⁻¹ año⁻¹. Se recomienda no comprar P y se piensa que quizá tampoco sería necesario comprar N si se gestionase bien el exceso de este nutriente.

Afortunadamente no todas las explotaciones tienen una carga ganadera tan alta, pero estos datos son una señal de alarma suficiente como para que se ponga en marcha con urgencia un programa de recomendación de abonado basado en el ciclo de nutrientes en toda la Cornisa Cantábrica, con objeto de que cada explotación reconsidere su compra de abonos. Las 14 explotaciones de la muestra están lejos de hacer una gestión eficiente desde el punto de vista de la conservación del medio natural. Puede que tampoco sea eficiente la gestión desde el punto de vista económico porque se hacen gastos innecesarios en fertilizantes.

VALOR NUTRITIVO Y ENSILADO DE FORRAJES

El valor nutritivo y el ensilado de forrajes fueron temas ampliamente investigados desde 1986 hasta 2004. Los hemos agrupado en un solo apartado porque los estudios de ensilado incluyen el estudio de su valor nutritivo en la mayor parte de los casos. En este período se han presentado más de un centenar de artículos sobre estos temas, lo que es un indicador de su importancia. Ambos tienen entidad suficiente como para desarrollar una ponencia específica sobre cada uno de ellos. En esta ponencia nos limitaremos a subrayar la gran importancia que el estudio de la técnica de Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (*Near Infrared Reflectance Spectroscopy* = NIRS) tuvo para el desarrollo de Laboratorios de Servicio al sector ganadero, por ser simple, rápida y suficientemente precisa en la determinación de los parámetros de calidad más importantes.

El primer trabajo publicado en Actas de la SEEP sobre la aplicación de la técnica NIRS al estudio del valor nutritivo de forrajes de la Cornisa Cantábrica data de 1990 (Martínez *et al.*, 1990). El objetivo fue desarrollar calibraciones para determinación de materia seca, cenizas, proteína bruta, fibra neutro detergente y digestibilidad enzimática con celulosa en ensilados de hierba de Asturias. La técnica se fue perfeccionando en los años siguientes a la vez que se fueron incorporando otro tipo de muestras como maíz forrajero, distintas especies pratenses, alimentos concentrados, etc. De este período son los trabajos realizados en Asturias y Galicia por Roza *et al.* (1991, 1992), sobre prados y praderas; Castro (1992), sobre praderas; Castro y Moreno (1993), Bricchette *et al.* (2000) y Roza *et al.* (1995, 1996), sobre maíz forrajero; Castro y Oliveira (1994), sobre raigrás inglés; Martínez Yáñez *et al.* (1995), sobre mazorca de maíz; Martínez *et al.* (1995) y Castro *et al.* (1995, 1997, 1998, 2002), sobre ensilados de pradera; Martínez *et al.* (1995, 2002), sobre distintas especies y mezclas pratenses; Martínez *et al.* (1993), Santos *et al.* (1997), Soldado *et al.* (2003) y Castro *et al.* (2001, 2004), sobre ensilados de maíz; Roza *et al.* (2002), sobre piensos; Flores *et al.* (2003) y Fernández *et al.* (2004) sobre guisantes forrajeros y triticale.

Un ejemplo de transferencia de tecnología al Sector

Como consecuencia de todos estos trabajos, tanto el Servicio de Investigación y Desarrollo Agrario de Asturias como el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo,

de Galicia, disponen de ecuaciones de calibración que han servido de base para que la Cooperativa Os Irmandiños, de Ribadeo (Lugo), haya podido dotarse de un laboratorio propio, con un Espectroscopio de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano para analizar las materias primas de sus piensos y los forrajes ensilados de sus ganaderos. Es un extraordinario ejemplo de transferencia de tecnología desde dos Centros de Investigación a una importante Cooperativa Agraria. Por su parte, el Laboratorio Interprofesional de Análisis de Leche de Galicia dispone de un Espectroscopio que utiliza las ecuaciones desarrolladas en el CIAM para su servicio de análisis de forrajes ensilados.

En poco más de una década, y gracias a este espectacular desarrollo basado en los logros de Centros de Investigación, se pasó de carecer de información sobre el valor nutritivo de los forrajes ensilados a que prácticamente todos los ganaderos de vacuno de leche de cierta importancia conozcan bien sus ensilados, para formular correctamente las raciones alimenticias de su ganado.

La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos ha sido testigo privilegiado de este progreso, por haber proporcionado el foro adecuado para presentar y discutir los resultados de investigación que han estado en la base de todo el proceso, como acreditan todos los trabajos antes citados, publicados en las Actas de las Reuniones Científicas o en la Revista Pastos.

AGRICULTURA ECOLÓGICA

La agricultura ecológica se rige por el Reglamento nº 2092/91, del año 1991, de la Unión Europea, que contiene las exigencias para producir cultivos ecológicos en Europa. En 1999 se publicó el Reglamento nº 1804/99, que complementa el anterior y da cobertura a la producción ganadera.

Los puntos más importantes del reglamento relacionados con la producción de pastos son los siguientes:

- Las enmiendas como la caliza y los fertilizantes como el fosfato de roca, que se solubilizan lentamente en el suelo, están permitidos pero los fertilizantes minerales solubles están prohibidos.
- El ganado debe tener acceso al pasto durante la estación de crecimiento de la hierba.
- La dieta diaria del ganado rumiante debe contener, al menos, el 60 % de forraje, expresado en términos de materia seca.

En estas condiciones, las leguminosas cobran un papel primordial en la pradera por su capacidad de fijar nitrógeno del aire y proporcionar el nitrógeno que necesita el sistema de producción, al no poder utilizar abonos nitrogenados de síntesis. El trébol blanco pasa a ser la componente más importante de las praderas de larga duración, siendo por ello necesario adoptar sistemas de manejo que le favorezcan.

La ganadería ecológica tiene por el momento una escasa presencia en la Cornisa Cantábrica, si se compara con otros países como Holanda, Dinamarca o Reino Unido, porque empezó a desarrollarse con un considerable retraso con respecto a estos países. En todo caso, parece que muchos de los ganaderos que dieron el paso de cambiar a producción ecológica están relativamente satisfechos y algunos manifiestan abiertamente que no piensan volver a la producción convencional.

La investigación sobre manejo de praderas para favorecer la presencia del trébol blanco y para aplicar la recomendación de abonado con base en el ciclo de nutrientes estuvo detrás del proceso de conversión a producción ecológica de la granja ‘Arqueixal’ de vacuno de leche, ubicada en Palas de Rei (Lugo). Estos trabajos sobre el manejo de la pradera (Piñeiro *et al.*, 2002), aplicación del ciclo de nutrientes (Castro *et al.*, 2002) y evolución económica de la granja (Barbeyto *et al.*, 2002) se presentaron en la XLII RC. En reuniones posteriores se presentaron trabajos sobre maíz forrajero, rotaciones forrajeras o asociaciones cereal-leguminosa (Castellón *et al.*, 2003; Mangado, 2002; Mangado y Eguinoa, 2003; Pedrol y Martínez, 2003a, 2003b, Suárez *et al.*, 2003).

También en el caso de la agricultura ecológica la SEEP está acogiendo en sus RC la presentación y discusión de los resultados de investigación sobre producción forrajera en cultivo ecológico, a pesar que existe la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, que realiza congresos cada año en los que algunos de los socios de la SEEP presentan trabajos. Es una prueba más de la cercanía de la SEEP a los cambios que experimentan nuestras explotaciones.

ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

Las publicaciones sobre aspectos medioambientales en la Cornisa Cantábrica no son muy abundantes. La información existente se refiere a 1) Pérdidas de N por desnitrificación (Estavillo *et al.* 1991; Virgel *et al.*, 1995; Merino *et al.*, 2000, 2001; 2) Pérdidas de N por lixiviación en rotaciones forrajeras intensivas (Báez *et al.*, 2000); 3) Atenuación de la contaminación por escorrentía de zonas abonadas con purín mediante la implantación de filtros verdes (Nuñez *et al.*, 1995; Artetxe *et al.*, 1999).

Los resultados de las investigaciones se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Las pérdidas de N por desnitrificación, como consecuencia de la aplicación de abono nitrogenado o del laboreo del suelo, son mayores cuando se abona o se laboreo con el suelo húmedo.
- Las pérdidas de N por lixiviación son mayores cuando se deja el suelo en barbecho en invierno y menores cuando se cultiva raigrás italiano.
- Los filtros verdes reducen la contaminación por escorrentía

Una tendencia preocupante

Existe una cierta tendencia en ciertas explotaciones a destinar algunas parcelas a la siembra de maíz en verano para dejarlas en barbecho en invierno, en lugar de sembrar raigrás italiano, porque les resulta complicado gestionar la producción del raigrás. Es una tendencia realmente preocupante a la luz de los resultados de investigación comentados anteriormente.

El papel de la Administración

A pesar de que en la actualidad hay un importante servicio técnico en las Cooperativas Agrarias, es posible que algunas de las prácticas recomendadas, como puede ser el caso de la reducción del abonado, no se puedan trasladar fácilmente a la explotación

porque las Cooperativas son, en algunos casos, vendedores de abonos.

Por ello, la Administración debería dotarse de un buen Servicio de Transferencia de Tecnología para que la información llegue de una forma independiente.

En todo caso, conviene decir que muchos técnicos de muchas cooperativas están haciendo una labor excelente, promoviendo la adopción de buenas prácticas agrícolas en las explotaciones que atienden.

CONCLUSIONES

Con base en la información comentada anteriormente se puede concluir que

- En el periodo 1986-2005 se presentó mucha información en el ámbito de la SEEP, que ayudará, sin duda, a que las explotaciones ganaderas de la Cornisa Cantábrica gestionen su producción forrajera de un modo eficiente y compatible con la conservación del medio natural.
- Es necesario que la Administración se dote de un buen Servicio de Transferencia de Tecnología para que los conocimientos actuales se apliquen en las explotaciones.
- La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos atesora una información muy valiosa en sus publicaciones, gracias a la celebración de Reuniones Científicas anuales, que estimulan la participación de sus socios para la presentación de los hallazgos más recientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIZPURUA, A.; CASTELLON, A.; ALBIZU, I.; GARRO, J. y BESGA, G., 2001. Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maíz en el País Vasco. *XLI RC de la SEEP*, 539 - 545. Alicante, 23-27 Abril 2001.

ARBONES MACIÑEIRA, E.; OLIVEIRA PRENDES, J. A., 1993. Variabilidad agronómica de poblaciones naturales de raigrás italiano del norte de España. *Actas XXXIII RC de la SEEP*, 61-69. Ciudad Real, 29 Marzo-2 Abril 1993.

ARBONES, E.; OLIVEIRA, J.A., 1995. Influencia de la variabilidad ecogeográfica sobre la variabilidad agronómica y morfológica de *Lolium perenne*. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 25 - 29. Tenerife, 1995.

ARTETXE, A.; PINTO, M.; BESGA, G., 1999. Reducción de la contaminación debida a aplicaciones de purín de vacuno mediante filtros verdes. *Actas XXXIX RC de la SEEP*, 341- 347. Almería, 1999.

BAEZ, D.; ESTAVILLO, J.M.; RODRIGUEZ, M.; PINTO, M.; BESGA, G.; MERINO, P., 2000. Pérdidas de nitrógeno por lixiviación en alternativas forrajeras intensivas. *XL RC de la SEEP*, 229 - 234. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

BAEZ, M.D.; RODRIGUEZ, J.M.; BORDEGARAY, I.; ESTAVILLO, M., 1997. Dinámica del nitrógeno en una rotación raigrás-maíz bajo siembra directa y convencional. *Actas XXXVII RC de la SEEP*, 191 - 197. Sevilla-Huelva, 5-9 Mayo 1997.

BARBEYTO, F.; CASTRO, J.; DIAZ, N.; PIÑEIRO, J., 2002. Producción de leche

de vacuno en la granja Arqueixal: análisis económico del proceso de conversión a producción ecológica. *Actas XLII RC de la SEEP*, 621 - 626. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

BASTIDA LOINAZ, C.; RODRÍGUEZ JULIÁ, M., 1991. Mezclas pratenses binarias en la Cornisa Cantábrica. Resultados en el País Vasco. *XXXI RC de la SEEP*, 262-268. Murcia, 20-24 Mayo 1991.

BASTIDA, C.; OYANARTE, M.; RODRÍGUEZ, M.; ZARRABEITIA, J. V., 1992. Comportamiento agronómico de mezclas pratenses binarias en el País Vasco. *XXXII RC de la SEEP*, 171-175. Pamplona, 1-5 Junio 1992.

BORDEGARAY, I.; RODRIGUEZ, M.; CRUZADO,P.; MANGADO, J.; MARTINEZ, A.; ZARRABEITIA, J.V.; PIÑEIRO, J., 1996. Siembra directa en las rotaciones forrajeras de raigrás italiano-maíz en la Cornisa Cantábrica. *Actas XXXVI RC de la SEEP*, 273 - 278. La Rioja, 1996.

BREGU, R.; OLIVEIRA, J.A., 1994. Evaluación de la variabilidad morfológica en estado plántula de poblaciones del país de raigrás italiano. *Actas XXXIV RC de la SEEP*, 223 - 228. Santander, 30 Mayo-2 Junio 1994.

BRICHETTE MIEG, I.; CASTRO, P.; LOPEZ, A.; MORENO-GONZALEZ,J.,2000. Actualización de la calibración NIRS para estimar la digestibilidad de la materia orgánica en 28 ecotipos de maíz del norte de España. *XL RC de la SEEP*, 391 – 397. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

BUREAU DE PROMOTION DES VARIETES FOURRAGÈRES, 1982. Le point des connaissances sur le brome cathartique. Ed. Bureau de promotion de variétés fourragères, 100 pp. Paris (Francia).

CAMPO RAMIREZ, L.; MORENO-GONZALEZ, J.; CASTRO, P., 1999. Determinación del valor nutritivo del maíz forrajero a distintas densidades de plantas mediante el NIRS. *Actas XXXIX RC de la SEEP*, 179 – 183. Almería, 1999.

CAMPO RAMIREZ, L.; MORENO-GONZALEZ, J., 1999. Varianza genética y heredabilidad en la producción de maíz a diferentes densidades. *Actas XXXIX RC de la SEEP*, 173 – 177. Almería, 1999.

CAMPO RAMIREZ, L.; MORENO-GONZALEZ, J.; LOPEZ GARCIA, A., 1998. Efecto de la densidad de plantas en la superficie foliar y la producción de maíz forrajero en Galicia. *Actas XXXVIII RC de la SEEP*, 181- 184. Soria, 1998.

CAMPO, L.; MORENO GONZALEZ, J., 2003. Evaluación del rendimiento, digestibilidad y otros caracteres de maíz forrajero en diferentes fechas de recolección. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 277 - 283. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

CASTELLON, A.; AIZPURUA, A.; ORTUZAR, A.; GARRO, J., 2003. Rotación bajo manejo ecológico y convencional para la obtención de un forraje con alto contenido en proteína. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 105 - 110. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

CASTRO GARCIA, M.P.; PIÑEIRO ANDION, J., 1998. Efecto de la dosis de siembra de avena (*Avena sativa L.*) y veza común (*Vicia sativa L.*) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. *Actas XXXVIII RC de la SEEP*, 173- 176. Soria, 1998.

CASTRO GARCIA, M.P.; PIÑEIRO ANDION, J., 1998. Efecto del tipo de aprovechamiento y abonado nitrogenado de la mezcla avena (*Avena sativa L.*) y veza (*Vicia sativa L.*) en la producción, composición botánica y valor nutritivo de la asociación. *Actas XXXVIII RC de la SEEP*, 177- 180. Soria, 1998.

CASTRO INSUA, J.; BLAZQUEZ RODRIGUEZ, R.; MATEO CANALEJO, E.; NOVOA MARTINEZ, R., 2000 Evolución del ciclo de fósforo y potasio en una explotación lechera que produce queso tipo Arzua-Ulloa en proceso de adaptación hacia la agricultura ecológica. *XL RC de la SEEP*, 235 – 241. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

CASTRO INSUA, J.; MATEO CANALEJO, E., 1999. Ciclos de nutrientes en doce explotaciones lecheras gallegas: P y K. *Actas XXXIX RC de la SEEP*, 373 – 377. Almería, 1999.

CASTRO INSUA, J.; MATEO CANALEJO, M.E., 1997. Evolución del fósforo en el suelo en praderas fertilizadas mediante un modelo basado en el ciclo de nutrientes. *Actas XXXVII RC de la SEEP*, 317 - 323. Sevilla-Huelva, 5-9 Mayo 1997.

CASTRO, J.; NOVOA, R.; BLAZQUEZ, R.; BARBEYTO, F.; DIAZ, N.; PIÑEIRO, J., 2002. Seguimiento del abonado y de la fertilidad del suelo en la granja Arqueixal durante el proceso de conversión en ecológica. *Actas XLII RC de la SEEP*, 271 - 276. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

CASTRO, J.; NOVOA, R.; VALLADARES, J.; LOPEZ DIAZ, J., 2003. Desarrollo de un sistema de información geográfica para la gestión de la fertilidad del suelo en las explotaciones ganaderas. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 751 - 755. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

CASTRO, P., 1992. Determinación de nitrógeno en muestras de pradera mixta mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo. *XXXII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 56-59. Pamplona, 1-5 Junio 1992.

CASTRO, P., 1992. Determinación de nitrógeno en muestras de pradera mixta mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo. *XXXII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 56-59. Pamplona, 1-5 Junio 1992.

CASTRO, P., 1998. Análisis de ensilados mediante NIRS: ¿en fresco o en seco?. *Actas XXXVIII RC de la SEEP*, 299 - 302. Soria, 1998.

CASTRO, P.; FLORES, G.; CASTRO, J.; GONZALEZ, A., 1995. Análisis de ensilado de pradera mixta mediante NIRS: determinación de proteína y fibra ácido detergente. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 229 – 233. Tenerife, 1995.

CASTRO, P.; FLORES, G.; GONZALEZ-ARRAEZ, A.; CASTRO, J.; FERNANDEZ-LORENZO, B., 2004. Análisis de ensilados de maíz mediante NIRS. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 279 - 283. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

CASTRO, P.; FLORES, G.; GONZALEZ-ARRAEZ, A.; DIAZ G-VILLAMIL, L., 2002. Estrategias de calibración NIRS para determinar parámetros nutritivos en ensilados de hierba. *Actas XLII RC de la SEEP*, 475 - 478. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

CASTRO, P.; FLORES-CALVETE, G.; GONZALEZ ARRAEZ, A.; CARDELLE, M., 2001. Predicción del valor nutritivo de ensilados de maíz mediante NIRS. *XLI RC de la SEEP*, 407 - 411. Alicante, 23-27 Abril 2001.

CASTRO, P.; MORENO-GONZALEZ, J., 1993. Análisis de maíz forrajero mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo próximo (NIRS). *Actas XXXIII RC de la SEEP*, 425 -431. Ciudad Real, 29 Marzo-2 Abril 1993.

CASTRO, P.; OLIVEIRA, J.A., 1994. Análisis de raigrás inglés mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo próximo (NIRS). *Actas XXXIV RC de la SEEP*, 161 - 167. Santander, 30 Mayo-2 Junio 1994.

CASTRO, P.; RODRIGUEZ-ARIAS, M.; VILLAMARIN, B., 1997. Análisis en fresco de ensilados de hierba mediante NIRS: preparación de la muestra. *Actas XXXVII RC de la SEEP*, 379 - 384. Sevilla-Huelva, 5-9 Mayo 1997.

COLLAR URQUIJO, J., 1990-91, Evaluación de daños en especies pratenses gramíneas causados por enfermedades foliares en Galicia. *Pastos*, **XX-XXI**, 51-70.

COLLAR URQUIJO, J., 1992. Evaluación de daños en tréboles causados por enfermedades foliares en Galicia. *Pastos*, **XXII(II)**, 163-175.

COLLAR URQUIJO, J., 1992. Una metodología para evaluar la sensibilidad varietal las enfermedades en gramíneas pratenses. *XXXII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 103-108. Pamplona, 1-5 Junio 1992.

COSTAL ANDRADE, L.; GONZALEZ ARRAEZ, E.; OLIVEIRA PRENDES, J.A., 2004. Caracterización agronómica de gramíneas pratenses de la Cordillera Cantábrica en Galicia. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 511 - 516. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

COSTAL, L.; GONZALEZ ARRAEZ, E.; OLIVEIRA, J.A.; LOPEZ DIAZ J.E., 2003. Caracterización agronómica de especies cespitosas en Galicia. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 47 - 53. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

ESTAVILLO, J. M.; GONZÁLEZ-MURÚA, C.; RODRÍGUEZ, M., 1992. Cuantificación de los aportes y pérdidas de nitrógeno en una pradera natural en el País Vasco bajo fertilización orgánica e inorgánica. *XXXII RC de la SEEP*, 176-179. Pamplona, 1-5 Junio 1992.

ESTAVILLO, J.M.; RODRIGUEZ, M.; GONZALEZ-MURUA, C., 1994. Pérdidas de nitrógeno por desnitrificación y lixiviación. Efecto de la aplicación de purín de vacuno. *Actas XXXIV RC de la SEEP*, 119 -124. Santander, 30 Mayo-2 Junio 1994.

FERNANDEZ RODRIGUEZ –ARANGO, B.; ALFAGEME BEOVIDE, L.A.; BUSQUE MARCOS, J., 1994. Comportamiento Agronómico de mezclas Binarias Gramínea-leguminosa en Cantabria. *Actas XXXIV RC de la SEEP*, 175- 181. Santander, 30 Mayo-2 Junio 1994.

FERNANDEZ, G., ABELLA, M.A., ALVAREZ, M.A.; MOREY, M., 1978. Investigaciones preliminares sobre tipos de *Trifolium pratense* L. en poblaciones naturales de Asturias. *Pastos*, **VIII(II)**, 195-206.

FERNANDEZ-LORENZO, B.; CASTRO, P.; FLORES, G.; G. ARRAEZ, A.; VALLADARES, J., 2004. Estimación de la composición química del guisante (*Pisum sativum* L.) y triticale (*x Triticosecale* Wittm.) mediante NIRS. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 285 - 290. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

FLORES CALVETE , G.; AMOR FERNANDEZ, J.; RESCH ZAFRA, C.; GONZALEZ-ARRAEZ, A., 2000. Valor nutritivo del ensilaje de hierba en las explotaciones ganaderas de Galicia. *Pastos*, **XXX(II)**, 149-191.

FLORES, G.; GONZALEZ ARRAEZ, A.; PIÑEIRO, J.; CASTRO, P.; DIAZ VILLAMIL, L.; VALLADARES, J., 2003. Composición química y digestibilidad in vitro del guisante forrajero (*Pisum sativum* L.) y triticale (*x Triticosecale* Wittm.) como cultivos invernales en seis fechas de corte en primavera. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 261 - 267. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

GARCIA, A.; LINDNER, R.; LEMA, M., 2002. Differential adaptability of one population of *Dactylis glomerata* subes. *marina* and the hybrid between "marina x *glomerata*". *Pastos*, **XXXII(I)**, 49-58.

GONZÁLEZ ARRÁEZ, E., 1990. Producción y persistencia en variedades de raigrás inglés. XXXI Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Ponencias y comunicaciones, 240-247. Donostia-San Sebastián, 4-8 Junio 1990.

GONZALEZ ARRAEZ, E.; PIÑEIRO ANDION, J., 1994. Efecto del método de corte en los rendimientos de variedades de raigrás inglés. *Actas XXXIV RC de la SEEP*, 197 - 201. Santander, 30 Mayo-2 Junio 1994.

GONZALEZ ARRAEZ, E.; PIÑEIRO ANDION, J., 1995. Evaluación de variedades de raigrás inglés en siega y pastoreo. II. Efecto sobre la persistencia. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 285 – 288. Tenerife, 1995.

GONZALEZ ARRAEZ, E.; PIÑEIRO ANDION, J., 1996. Evaluación de variedades de raigrás inglés en siega y pastoreo en un estudio de larga duración. *Actas XXXVI RC de la SEEP*, 269 - 272. La Rioja, 1996

IGLESIAS, M^a. I.; GOMEZ-IBARLUCEA SEMPERE, C., 1987. Producción y valor nutritivo del trébol encarnado (*Trifolium incarnatum* L.) en Galicia. *Pastos*, **XVII(1-2)**, 97-103.

IGLESIAS, M^a. I.; LLOVERAS, J., 1987. Producción y valor nutritivo de la Serradella (*Ornithopus sativus* Brot) en Galicia. *Pastos*, **XVII(1-2)**, 89-96.

IGLESLAS DIAZ, M^a. I.; LLOVERAS I VILAMANYA, J., 1997. Producción y valor nutritivo de ecotipos de trébol encarnado. *Pastos*, **XXVII(I)**, 75-86.

LINDER, R.; GARCIA, J.A.; OLIVEIRA, J.A.,1996. Evaluación de la variedad isoenzimática en razas locales de raigrás italiano del noroeste peninsular. *Actas XXXVI RC de la SEEP*, 153 - 157. La Rioja, 1996

LINDNER SELBMANN, R., 1988-89. Estudio comparativo entre dos citotipos del género *Dactylis* (Gramineae). *Pastos*, **XVIII-XIX**, 147-157.

LINDNER SELBMANN, R.; OLIVEIRA PRENDES, J. A.; GARCIA DE IZAGUIRRE, A., 1997. Breeding early italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) for rotation with maize in northwest Spain. *Pastos*, **XXVII(I)**, 65-74.

LINDNER, R., 1973. Estudio de selección y productividad en poblaciones de raygrass italiano (*Lolium multiflorum* Lam.). *Pastos*, **3**, 209-316.

LINDNER, R., 1976. Influencia del sol y de la sombra sobre el crecimiento y desarrollo en poblaciones de *Dactylis glomerata* L.. *Pastos*, **6(2)**, 376-383.

LINDNER, R., 1993. Evaluación del género *Dactylis* (*Poaceae*) del Noroeste de la Península Ibérica. *Pastos*, **XXIII(II)**, 69-81.

LINDNER, R., 2004. Recursos fitogenéticos del género *Dactylis* en el Norte y Noroeste de la Península Ibérica. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 525 - 530. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

LINDNER, R.; LEMA, M., 2002. Caracterización de poblaciones del género *Dactylis* en la cordillera Cantábrica. *Actas XLII RC de la SEEP*, 85 - 90. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

LINDNER, R.; LEMA, M., 2003. Caracterización de poblaciones naturales del género *Dactylis* de Galicia. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 609 - 614. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

LINDNER, R.; LEMA, M.; LINDNER, G.; GARCIA, A., 2000. Natural hybridization among cockfoot (*Dactylis glomerata*) subspecies in Galicia. *Pastos*, **XXX(I)**, 103-113.

LINDNER, R.; OLIVEIRA, J.A.; BREGU, R.; GARCIA, A.; GONZALEZ, A., 1995. Caracterización agronómica de razas locales de raigrás italiano del noroeste peninsular. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 203 - 208. Tenerife, 1995.

LLOVERAS, J.; BADÍA, N.; PRIETO, V., 1986. Variedades, producción y valor nutritivo de girasol forrajero en Asturias y Galicia. XXVI Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Ponencias y comunicaciones, **I**, 195-210. Oviedo (Asturias), 2-6 Junio 1986.

LOPEZ CEDRON, F.X.; RUIZ NOGUEIRA, B. y SAU, F., 2000b. Influencia del sistema de siembra y del riego sobre la eficiencia en el uso del agua y la producción del maíz forrajero durante dos años experimentales en Galicia. *XL RC de la SEEP*, 345 - 350. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

LOPEZ CEDRON, F.X.; RUIZ NOGUEIRA, B.; CORRAL LOPEZ, J.J.; PIÑEIRO, J.; SAU, F., 1999b. Productividad de dos rotaciones forrajeras en regadío y en secano en Galicia. *Actas XXXIX RC de la SEEP*, 227 - 231. Almería, 1999.

LOPEZ CEDRON, F.X.; RUIZ NOGUEIRA, B.; CORRAL LOPEZ, J.J.; PIÑEIRO,

J.: SAU, F., 2000a. Producción de biomasa de dos rotaciones forrajeras intensivas en regadío y en secano en Galicia. *XL RC de la SEEP*, 339 – 344. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

LOPEZ CEDRON, F.X.; RUIZ NOGUEIRA, B.; PIÑEIRO, J.; SAU, F., 2001. Rotaciones forrajeras intensivas en Galicia: resultados de tres años de experiencias. *XLI RC de la SEEP*, 629 - 634. Alicante, 23-27 Abril 2001.

LOPEZ CEDRON, F.X.; RUIZ NOGUEIRA, B.; SAU, F., 1999a. Influencia del sistema de laboreo y del riego sobre la eficiencia en el uso del agua y la producción del maíz forrajero en Galicia. *Actas XXXIX RC de la SEEP*, 221 – 226. Almería, 1999.

LOPEZ, J. E.; OLIVEIRA, J. A., 2000. Comparación de procedimientos para elaborar colecciones nucleares en poblaciones españolas de raigrás inglés e italiano. *Pastos, XXX(I)*, 71-102.

LOPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2000a. Caracterización de poblaciones naturales de festuca alta del norte de España desprovistas de hongos endofitos. *XL RC de la SEEP*, 199 – 204. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000

LOPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2000b. Evaluación agronómica de accesiones españolas de raigrás inglés e italiano desprovistas de hongos endofitos. *XL RC de la SEEP*, 205 – 210. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000

LOPEZ, J.E.; OLIVEIRA, J.A., 2001. Comparación de procedimientos para elaborar una colección núcleo en accesiones de raigrás inglés. *XLI RC de la SEEP*, 189 - 194. Alicante, 23-27 Abril 2001.

MANGADO URDANIZ, J. M.; EGUINO ANCHO, P., 2003. Asociaciones forrajeras cereal-leguminosa en cultivo ecológico en la Navarra húmeda. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 93 - 98. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

MANGADO URDANIZ, J.M., 2002. Relación de la dosis de siembra con la producción y calidad de maíz para uso forrajero cultivado bajo sistema ecológico. *Actas XLII RC de la SEEP*, 295 - 301. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

MANGADO URDANIZ, J.M.; AMEZTOY JUSTE, J.M., 2000. Alternativas forrajeras intensivas en la Navarra húmeda. Análisis económico. *XL RC de la SEEP*, 755 – 761. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

MANGADO, J.M., 2003. Manejo ganadero de (*Lolium rigidum* Gaud.) en cultivo ecológico en los secanos semiáridos de la ribera del Ebro de Navarra. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 123 - 129. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

MARTINEZ FERNANDEZ, A.; ROZA DELGADO, B. DE LA, 1997. Poder contaminante de los efluentes de ensilados de hierba y raigrás italiano según materia seca del forraje inicial y aditivo utilizado. *Actas XXXVII RC de la SEEP*, 199 - 204. Sevilla-Huelva, 5-9 Mayo 1997.

MARTINEZ FERNANDEZ, A.; ROZA DELGADO, B. DE LA; ARGAMENTERIA GUTIERREZ, A., 2002. Aplicación del análisis discriminante en la clasificación de especies herbáceas por NIRS. *Actas XLII RC de la SEEP*, 451 - 456. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

MARTINEZ MARTINEZ, A.; PEDROL BONJOCH, N.; PIÑEIRO ANDION, J., 2004. Producción de invierno-primavera de cuatro tipos de raigrás en la Cornisa Cantábrica. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 411 - 416. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

MARTÍNEZ MARTÍNEZ, A.; PIÑEIRO ANDIÓN, J., 1991. Producción de primer año de diversas especies pratenses y sus mezclas simples gramínea-leguminosa en Asturias. XXXI Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, 291-296. Murcia, 20-24 Mayo 1991.

MARTINEZ MARTINEZ, A.; PIÑEIRO ANDION, J., 1994. Efecto del riego en la producción de praderas sembradas en Asturias. *Actas XXXIV RC de la SEEP*, 203 - 208. Santander, 30 Mayo-2 Junio 1994.

MARTINEZ MARTINEZ, A.; PIÑEIRO ANDION, J., 1997. Componentes de la producción de praderas intensivas en la cornisa Cantábrica. *Actas XXXVII RC de la SEEP*, 249 - 255. Sevilla-Huelva, 5-9 Mayo 1997.

MARTINEZ MARTINEZ, A.; PIÑEIRO ANDION, J., 2002. Primeros años de siembra directa de maíz para ensilar. *Actas XLII RC de la SEEP*, 303 - 308. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

MARTINEZ MARTINEZ, A.; ROZA DELGADO, B. DE LA; MARTINEZ FERNANDEZ, A., 1999. Comportamiento agronómico de variedades comerciales de maíz empleadas para forraje en distintas zonas edafoclimáticas de Asturias. *Actas XXXIX RC de la SEEP*, 233 - 238. Almería, 1999.

MARTINEZ YAÑEZ, I.; CASTRO, P.; MORENO-GONZALEZ, J., 1995. Determinación de proteína bruta en mazorca de maíz forrajero mediante NIRS. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 223 - 227. Tenerife, 1995.

MARTINEZ, A.; ARGAMENTERIA, A.; ROZA, B. DE LA.; MODROÑO, S., 1995. Evaluación de la ensilabilidad de forrajes mediante predicción de su contenido en azúcares solubles y capacidad tampón por reflectancia en el infrarrojo cercano. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 271 - 275. Tenerife, 1995.

MARTINEZ, A.; ARGAMENTERIA, A.; ROZA, B. DE LA; MARTINEZ, A., 2002. Mezclas cereal-leguminosa como forraje invernal en zonas húmedas. *Actas XLII RC de la SEEP*, 315 - 320. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

MARTINEZ, A.; ARGAMENTERIA, A.; ROZA, B. DE LA, 2000. Obtención de un forraje equilibrado en energía y proteína mediante la asociación maíz-leguminosa forrajera. *XL RC de la SEEP*, 493 - 498. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

MARTINEZ, A.; FERNANDEZ, O.; SOLDADO, A.; PELAEZ, M.; MODROÑO, S.; GALIANO, R.; MENDEZ, A.; ANDA DE, G.; ROZA DE LA, B.; ARGAMENTERIA, A., 2003. Diferencias entre contenido en principios nutritivos y metabolitos de fermentación de ensilados de hierba y raigrás italiano procedentes de explotaciones asturianas. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 311 - 317. SEEP y Consejería de

Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

MARTINEZ, A.; PEDROL, N., 2003. Rotación de cultivo con maíz forrajero. Efecto del sistema de laboreo, del tipo de abonado y del tipo de cultivo invernal. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 99 - 104. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

MARTINEZ, A.; PIÑEIRO, J., 1992. Producción de segundo y tercer año de diversas especies pratenses y sus mezclas simples gramínea-leguminosa en Asturias. *XXXVII RC de la SEEP*, 219-223. Pamplona, 1-5 Junio 1992

MARTINEZ, A.; ROZA, B de la; CORNEJO, E.S.; FERNANDEZ, O.; MODROÑO, y ARGAMENTERIA, A. 1993. Calidad nutritiva de los ensilados de maíz y su predicción mediante reflectancia en el infrarrojo cercano. *Actas XXXIII RC de la SEEP*, 477 -483. Ciudad Real, 29 Marzo-2 Abril 1993.

MARTÍNEZ, A.; ROZA, M. B. DE LA; ARGAMENTERÍA, A., 1990. Valoración bromatológica de ensilados de hierba de la zona litoral de Asturias por reflectancia de infrarrojos. XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Ponencias y comunicaciones, 256-263. Donostia-San Sebastián, 4-8 Junio 1990.

MENENDEZ DE LUARCA, S., 1986. Asturias y la producción de pastos. XXVI Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Ponencias y comunicaciones, I, 3-17. Oviedo (Asturias), 2-6 Junio 1986.

MERINO, P.; PINTO, M.; BESGA, G., 2001. Efecto inmediato de la roturación de una pradera en las emisiones de óxidos de nitrógeno en el País Vasco. *XLI RC de la SEEP*, 533 - 538. Alicante, 23-27 Abril 2001.

MERINO, P.; PINTO, M.; BESGA, G.; BAEZ, D., 2000. Emisiones de N₂O desde praderas en el País Vasco. *XL RC de la SEEP*, 289 – 294. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

MOMBIELA, F., 1986. Importancia del abonado en la producción de los pastos de la zona húmeda española. XXVI Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Ponencias y comunicaciones, I, 213-242. Oviedo (Asturias), 2-6 Junio 1986.

MORENO GONZALEZ, J., 1982. El maíz forrajero: una opción en las explotaciones ganaderas. *Pastos*, **XXII(1)**, 157-170.

MORENO-GONZALEZ, J.; BRICHETTE MIEG, I.; LOPEZ, A.; ALONSO, R.C., 2002. Parámetros genéticos del rendimiento, digestibilidad y otros caracteres del maíz (*Zea mays*, L.) forrajero. *Actas XLII RC de la SEEP*, 413 - 418. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

MORENO-GONZÁLEZ, J; GASTRO, P.; LOSADA, E.; LÓPEZ, A., 1993. Variabilidad y selección de genotipos de maíz forrajero para valor nutritivo utilizando el NIRS. *Actas XXXIII RC de la SEEP*, 161-168. Ciudad Real, 29 Marzo-2 Abril 1993.

NOVOA MARTÍNEZ, R.; CASTRO INSUA, J.; BAEZ BERNAL, D., 2005. Balances de nutrientes como herramientas para la evaluación de la sostenibilidad de las explotaciones de vacuno de leche en Galicia. Comunicación presentada a la VL RC de la SEEP. Gijón, 29 Mayo-3 Junio 2005 (en prensa).

NUÑEZ DELGADO, A.; LOPEZ PERIAGO, E.; DIAZ-FIERROS VIQUEIRA, F., 1995. Atenuación de la contaminación de escorrentías procedentes de áreas abonadas con purín de vacuno mediante la implantación de un prado de *Lolium perenne* L. . *Pastos*, **XXV(II)**, 195-216.

OLIVEIRA PRENDES, J. A., 1992. Mejora de una población sintética de raigrás inglés por selección recurrente bilocal. *XXXII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 98-102. Pamplona, 1-5 Junio 1992.

OLIVEIRA PRENDES, J. A.; CASTRO GARCIA, P., 1993. Estabilidad Genotipo-Ambiente del valor nutritivo y la producción de materia seca de 41 genotipos de raigras inglés. *Pastos*, **XXIII(II)**, 83-97.

OLIVEIRA PRENDES, J. A.; MAYOR DIAZ, M.; GONZALEZ ARRAEZ, E., 2000. Infección de festucas finas por hongos endofitos. *Epichlõe* en la Cordillera Cantábrica. *Pastos*, **XXX(II)**, 195-203.

OLIVEIRA PRENDES, J.A.; CASTRO, P., 1994. Estabilidad del valor nutritivo y de la producción de materia seca en raigrás inglés. *Actas XXXIV RC de la SEEP*, 209 - 214. Santander, 30 Mayo-2 Junio 1994.

OLIVEIRA PRENDES, J.A.; CHARMET, G., 1988-89. Characterization of wild perennial ryegrass populations from Galicia (Spain). *Pastos*, **XVIII-XIX**, 51-68.

OLIVEIRA PRENDES, J.A.; CHARMET, G., 1988-89. Poliformismo isoenzimático de seis poblaciones naturales de Raigrás inglés de Galicia *Pastos*, **XVIII-XIX**, 69-85.

OLIVEIRA PRENDES, J.A.; COSTAL ANDRADE, L.; GONZALEZ ARRAEZ, E., 2004. Análisis multivariante de la variabilidad agronómica de especies cespitosas en Galicia. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 497-501. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

OLIVEIRA, J.A.; GONZALEZ, E.; CASTRO, P.; COSTAL, L., 2002. Producción de materia seca y calidad nutritiva de dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endófito en el tercer año de ensayo en Galicia. *Actas XLII RC de la SEEP*, 321 - 325. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

OLIVEIRA, J. A.; CHARMET, G., 1888-89. Characterization of wild perennial ryegrass populations from Galicia (Spain). *Pastos*, **XXVIII-XXIX**, 51-68.

OLIVEIRA, J.; CHARMET, G., 1990. Relaciones entre la variabilidad agronómica y las variables ecológicas en poblaciones naturales de raigrás inglés de Galicia. *XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Ponencias y comunicaciones, 280-285. Donostia-San Sebastián, 4-8 Junio 1990.

OLIVEIRA, J.A.; ARBONES, E.; BREGU, R., 1995. Diversidad genética en poblaciones naturales de *Lolium canariense*. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 21 - 24. Tenerife, 1995.

OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, P.; COLLAR, J.; GONZALEZ, E., 2001. Resultados preliminares del efecto de los hongos endofitos en la producción de materia seca y calidad nutritiva del raigrás inglés en Galicia. *XLI RC de la SEEP*, 569- 573. Alicante, 23-27 Abril 2001.

OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, V., 1997. Presencia del endofito del raigrás inglés en

accesiones recogidas en el norte de España. *Actas XXXVII RC de la SEEP*, 155 - 159. Sevilla-Huelva, 5-9 Mayo 1997.

OLIVEIRA, J.A.; GONZALEZ, E.; COSTAL, L.; CASTRO, P., 2003. Persistencia, producción de materia seca y calidad nutritiva del raigrás inglés infectado con una cepa de hongo endofito en el cuarto año de ensayo en Galicia. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 75 - 80. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

OLIVEIRA, J.A.; LEMA, M.; GARCIA, A.; LINDNER, R.; CASTRO, P., 1998. Comportamiento agronómico de variedades experimentales de raigrás westerwold en Galicia. *Actas XXXVIII RC de la SEEP*, 137 - 140. Soria, 1998.

OLIVEIRA, J.A.; LOPEZ, J.E., 1999. Caracterización isoenzimática de poblaciones españolas de raigrás anual (*Lolium Rigidum* GAUD). *Actas XXXIX RC de la SEEP*, 263 - 268. Almería, 1999.

OYANARTE, M.; BORDEGARAY, L.; RODRIGUEZ, M., 1993. Contenido de proteína bruta y minerales de especies pratenses en el País Vasco. *Actas XXXIII RC de la SEEP*, 407 - 415. Ciudad Real, 29 Marzo-2 Abril 1993.

OYANARTE, M.; RODRIGUEZ, M., 1993. Programa integral de recomendación de abonado en praderas. *Actas XXXIII RC de la SEEP*, 653 - 661. Ciudad Real, 29 Marzo-2 Abril 1993.

PEDROL, N.; MARTINEZ, A., 2003. Asociaciones cereal-leguminosa en rotaciones forrajeras ecológicas de zonas húmedas. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 131 - 136. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

PEDROL, N.; MARTINEZ, A., 2003. Mezclas de pratenses y primeros resultados de rotaciones forrajeras ecológicas en zonas húmedas. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 137 - 142. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

PIÑEIRO ANDION, J.; PEREZ FERNANDEZ, M., 1996. Siembra directa de rotaciones de maíz o de sorgo-raigras italiano en dos localidades de galicia. *Actas XXXVI RC de la SEEP*, 245 - 249. La Rioja, 1996

PIÑEIRO ANDIÓN, J., 1986. La alfalfa y sus mezclas con gramíneas en pastoreo. *Pastos*, **16(1-2)**, 133-141.

PIÑEIRO ANDION, J., 1994. Especies y mezclas pratenses en la España húmeda. *Actas XXXIV RC de la SEEP*, 145 - 160. Santander, 30 Mayo-2 Junio 1994.

PIÑEIRO ANDION, J.; GONZALEZ ARRAEZ, E., 1995. Evaluación de variedades de raigrás inglés en siega y pastoreo. I. Efecto sobre la producción. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 281 - 284. Tenerife, 1995.

PIÑEIRO ANDIÓN, J.; PÉREZ FERNÁNDEZ, M., 1991. Raigrás inglés y dactilo: ¿solos o asociados?. *XXXI RC SEEP*, 209-214. Murcia, 20-24 Mayo 1991.

PIÑEIRO ANDION, J.; PEREZ FERNANDEZ, M., 1997. Complementariedad de las rotaciones maíz/sorgo-raigrás italiano con las praderas de raigrás italiano-trébol violeta. *Actas XXXVII RC de la SEEP*, 183 - 190. Sevilla-Huelva, 5-9 Mayo 1997.

PIÑEIRO ANDION, J.; PEREZ FERNANDEZ, M., 1993. Efecto de la especie de

gramínea acompañante sobre la contribución del trébol blanco a la producción de una mezcla gramínea-trébol. *Actas XXXIII RC de la SEEP*, 203 -210. Ciudad Real, 29 Marzo-2 Abril 1993.

PIÑEIRO, J.; DIAZ, N.; DIAZ, D.; CASTRO, J.; BARBEYTO, F., 2002. Efecto de la siembra en superficie y del manejo en la presencia del trébol blanco en praderas. *Actas XLII RC de la SEEP*, 283 - 288. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

PIÑEIRO, J.; DIAZ, N.; SANTOALLA, M^a. C.; SUAREZ, R.; FERNANDEZ, J., 2004. Variedades de guisantes para forraje. Siembras de otoño. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 405 - 409. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

PIÑEIRO, J.; FERNANDEZ, B.; MARTINEZ, A.; PEREZ, M.; RODRIGUEZ, M., 1994. Comportamiento de diversas especies pratenses y de sus mezclas binarias gramínea-leguminosa en la Cornisa Cantábrica. *Actas XXXIV RC de la SEEP*, 183 - 189. Santander, 30 Mayo-2 Junio 1994.

REMON, J., 1976. Cobertura forrajera estival con girasol y maíz. *Pastos*, **6(1)**, 158-162.

REMON, J.; MASEDA, F.; ALBA, J., 1974, *Pastos*, **4(2)**, 199-207.

ROZA DELGADO, B. DE LA; ARGAMENTERIA GUTIERREZ, A., 1992. Utilización de la espectroscopia por reflectancia en el infrarrojo cercano para la predicción de la digestibilidad de la materia orgánica I. Forrajes verdes. *Pastos*, **XXII(I)**, 71-83.

ROZA DELGADO, B. DE LA; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A.; ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ, A., 1991. Predicción de componentes de la pared celular por reflectancia en el infrarrojo cercano, en hierba de praderas del interior y zona costera asturiana. XXXI Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, 411-417. Murcia, 20-24 Mayo 1991.

ROZA, B. DE LA; MARTINEZ, A.; AFIF, E.; ARGAMENTERIA , A., 2001. Asociación maíz forrajero-soja: efectos de esta ultima sobre producción, composición química y fermentación del ensilado. *XLI RC de la SEEP*, 427 - 432. Alicante, 23-27 Abril 2001.

ROZA, B. DE LA; MARTINEZ, A.; FERNANDEZ, O.; SANTOS, B.; MODROÑO, S., 1995. Análisis del maíz forrajero por NIRS: variaciones en la predicción según tratamiento matemático de los datos espectrales. *Pastos*, **XXV(I)**, 99-113.

ROZA, B. DE LA; MARTINEZ, A.; FERNANDEZ, O.; SANTOS, B.; MODROÑO, S., 1996. Utilización de la espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIRS) para el análisis de maíz. *Actas XXXVI RC de la SEEP*, 359- 364. La Rioja, 1996

ROZA, B. DE LA; SÁNCHEZ, L.; MODROÑO,S.; MARTINEZ, A., 2000. Efectos del tamaño de partícula en la estimación por reflectancia en el infrarrojo cercano de los principios nutritivos de mezclas y piensos compuestos complementarios de los forrajes de la dieta. *XL RC de la SEEP*, 461 – 467. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

ROZA-DELGADO, B. DE LA; MARTINEZ FERNANDEZ, A.; SOLDADO CABEZUELO, A.; ARGAMENTERIA GUTIERREZ, A., 2004. Evolución de la producción y ensilabilidad de la asociación triticale-haboncillos, según su estado de desarrollo. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 273 - 277. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

SALCEDO DIAZ, G., 1995. Influencia de la altura de pastoreo del sorgo x pasto sudán en la alimentación de vacas lecheras. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 89 - 92. Tenerife, 1995.

SALCEDO DIAZ, G., 2003. El ensilado de trigo en la alimentación de vacas lecheras: (1) Efectos del retraso en la recolección sobre la composición química e ingestión de materia seca. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 345 - 351. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

SALCEDO DIAZ, G., 2004a. El trigo (*Triticum aestivum*) utilizado como forraje en la zona costera de Cantabria: (1) Producción, composición química y degradabilidad ruminal. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 303- 308. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

SALCEDO DIAZ, G., 2004b. El trigo (*Triticum aestivum*) utilizado como forraje en la zona costera de Cantabria: (11) Predicción de la producción, valor nutritivo y degradabilidad ruminal. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 309 - 315. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

SALCEDO, G., 1996. Capacidad de ingestión y digestibilidad del sorgo x pasto del sudán de dos ciclos vegetativos por vacas frisonas en nave metabólica. *Actas XXXVI RC de la SEEP*, 419 - 423. La Rioja, 1996

SALCEDO, G., 1997. Composición química y degradabilidad ruminal del sorgo x pasto del Sudán de dos fases vegetativas del segundo ciclo. *Actas XXXVII RC de la SEEP*, 469 - 474. Sevilla-Huelva, 5-9 Mayo 1997.

SALCEDO, G., 2000. Producción, composición química y degradabilidad ruminal de la colza (*Brassica napus*) utilizada como forraje. *XL RC de la SEEP*, 499 - 504. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000.

SARDON, M.; CASTRO, P.; GÓMEZ-IBARLUCEA, C., 1992. Resultados del cultivo del altramuza en Galicia. *XXXII RC de la SEEP*, 233-237. Pamplona, 1-5 Junio 1992

si-LINDNER, R.; GARCIA, A.; LEMA, M., 2000. Una colección núcleo de *Dactylis* de Galicia. *XL RC de la SEEP*, 211-215. Bragança-A Coruña-Lugo, 7-13 Mayo 2000

SINCLAIR, A. G.; RODRÍGUEZ, J.; OYANARTE GUALLAR, M., 1992. Ciclo de mantenimiento para el fósforo en explotaciones lecheras del País Vasco. *XXXII RC de la SEEP*, 167-170. Pamplona, 1-5 Junio 1992.

SI-SANTOS, B.; ROZA DE LA, B.; MARTINEZ, A.; ARGAMENTERIA, A., 1997. Efecto de la temperatura de secado en la composición químico-bromatológica del ensilado de maíz forrajero. *Actas XXXVII RC de la SEEP*, 385 - 391. Sevilla-Huelva, 5-9 Mayo 1997.

SOLDADO, O.; FERNANDEZ, A.; MARTINEZ, A.; ROZA, B. DE LA, 2003. Estudio comparativo de métodos analíticos para la determinación del contenido en almidón en ensilados de maíz. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 297 - 302. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

SUAREZ VAZQUEZ, R.; ANDRES ARES, J.L. y PIÑEIRO ANDION, J., 2001. Producción y calidad del maíz forrajero en Galicia. *XLI RC de la SEEP*, 547 - 553. Alicante, 23-27 Abril 2001.

SUAREZ VAZQUEZ, R.; PIÑEIRO ANDION, J., 2002. Elección de variedades de maíz forrajero en Galicia. *Actas XLII RC de la SEEP*, 309 - 314. Lleida, 6-10 Mayo 2002.

SUAREZ, R.; DIAZ, N.; PIÑEIRO, J.; SANTOALLA, C., 2003. Variedades de avena, centeno y triticale en rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 193 - 199. SEEP y Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla

SUAREZ, R.; DIAZ, N.; PIÑEIRO, J.; SANTOALLA, C., 2004. Mezclas de avena, centeno y triticale con guisante y veza en siembras de primavera. *Actas XLIV RC de la SEEP*, 399 - 403. Salamanca, 10-14 Mayo 2004.

VIRGEL, S.; ESTAVILLO, J.M.; RODRIGUEZ, M., 1995. Estudio de la desnitrificación potencial en diferentes suelos del País Vasco. *Actas XXXV RC de la SEEP*, 259 - 262. Tenerife, 1995.

VIVERO VIDAL, J.L., 1976. Mejora genética del ray-grass italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) para crecimiento invernal. *Pastos*, **6(I)**, 127-134.

YEPES, V., 1961. Plan forrajero para Galicia. *II Reunión Científica de la SEEP*. 15 p. Galicia, 11-15 Julio 1961.

ZULUETA Y ARTALOYTIA, J., 1978. Cultivares de gramíneas para pastizales en montes de diferente ecología del Noroeste de España. *Pastos*, **VIII(II)**, 37-68.

CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE ACCESIONES DEL GENERO *Agrostis*. PRIMER AÑO DE ENSAYO

J. A. OLIVEIRA PRENDES¹, M. MAYOR LÓPEZ¹, E. AFIF KHOURI¹
Y R. LINDNER SELBMANN².

¹Dpto. de Biología de Organismos y Sistemas. Campus de Mieres. Universidad de Oviedo. C/ Gonzalo Gutiérrez de Quirós, s/n. 33600 Mieres (España). Correo-e: oliveira@uniovi.es;

Correo-e: mmayor@uniovi.es; Correo-e: elias@uniovi.es.

²Misión Biológica de Galicia. CSIC. Apartado 28. 36080. Pontevedra (España).

RESUMEN

En este trabajo se muestran los resultados del primer año de caracterización agromorfológica de veintitrés accesiones del género *Agrostis* recogidas en el Norte de España, junto con los cultivares comerciales ‘Golfin’ de *Agrostis capillaris* y ‘Penncross’ de *Agrostis stolonifera*. La caracterización se realizó desde el otoño de 2003 al otoño de 2004 en una finca de una agricultora del concejo de Carreño (Asturias) a 90 m.s.m. Se emplearon 13 caracteres agromorfológicos evaluados en un campo de plantas aisladas con dos repeticiones de 15 plantas por accesión. Se determinó también el número de cromosomas de cada accesión mediante tinción Feulgen y observación microscópica. Los análisis de varianza de los datos cuantitativos y test no paramétrico de la U de Mann-Whitney para la presencia o ausencia de estolones mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las accesiones, salvo para las variables susceptibilidad de enfermedades de hoja en otoño, longitud total de la planta y longitud de hoja bandera. Dieciséis de las accesiones fueron tetraploides, tres diploides y cuatro hexaploides. Salvo tres accesiones anuales, el resto fueron perennes. El 26% de las accesiones presentó estolones.

Palabras clave: Asturias, gramíneas cespitosas, recursos fitogenéticos

AGROMORPHOLOGICAL CHARACTERISATION OF *AGROSTIS* ACCESSIONS. FIRST EVALUATION YEAR

SUMMARY

In this work, we showed the results of the first year of agromorphological characterisation of 23 *Agrostis* accessions collected in the North of Spain, together with the commercial cultivars ‘Golfin’ of *Agrostis capillaris* and ‘Penncross’ of *Agrostis stolonifera*. Characterisation was carried out from autumn 2003 to autumn 2004 on a farmer field in the Carreño countryside (Asturias) at 90 m.a.s.l. Thirteen agromorphological traits were evaluated on a nursery field, with two replications of 15 plants per accession. Chromosome number was also determined on each accession using the Feulgen staining method. Analysis of variance for quantitative traits and non-parametric test U of Mann-Whitney for presence or absence of stolons, showed significant differences ($p < 0,05$) among accessions, except for the susceptibility of autumn foliar diseases, total plant length and flange leaf length. Sixteen of the accessions were tetraploides, three diploides and four hexaploides. Except three annual accessions, all the rest were perennials. Twenty six percent of the accessions had stolons.

Key words: Asturias, genetic resources, turf grasses.

INTRODUCCIÓN

Junto a los usos tradicionales de las especies pratenses en la siembra de praderas, la nueva política agraria de la Unión Europea promueve la adopción de sistemas de bajo mantenimiento y la aplicación de medidas agroambientales (Hopkins y Pinto, 1998). Estos cambios propuestos pueden incrementar el interés de gramíneas cespitosas como los agrostis, especialmente para su uso en recuperación de escombreras, implantación de cubiertas vegetales en zonas con riesgo de erosión, recuperación de terrenos degradados, en taludes, céspedes, etc.

El género *Agrostis* es un género poliploide con gran diversidad de especies (Romero *et al.* (1988). Entre las especies de *Agrostis* de cierto interés agrario y medioambiental se pueden citar las siguientes: *Agrostis capillaris* L. (sinónimo de *Agrostis tenuis* Sibth. y *Agrostis vulgaris* With.), *Agrostis stolonifera* L. (sinónimo de *Agrostis palustris* Huds.) y *Agrostis canina* L. (Fernández de Gorostiza, 1996).

El objetivo de este trabajo fue el de obtener datos agromorfológicos de las poblaciones del género *Agrostis* recogidas en base al proyecto INIA 02-RF-025-C2-1 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se caracterizaron agromorfológicamente veintitrés poblaciones del género *Agrostis*, con dos repeticiones de quince plantas cada una de ellas, en un campo de plantas aisladas en una finca de una agricultora del Concejo de Carreño (43° 35' N, 5° 47' O y 90 m de altitud), el 15 de abril de 2003.

Los descriptores utilizados en la caracterización aparecen en la Tabla 1. Además de los caracteres evaluados en campo, se realizó la determinación del número de cromosomas en células mitóticas de los extremos de las raicillas de 2 plántulas por especie en laboratorio, usando el método de tinción Feulgen (Lindner *et al.*, 1999).

Para las variables cuantitativas, el método de análisis de varianza utilizado tuvo en cuenta los efectos repetición y población y sus interacciones, considerando el efecto repetición como aleatorio.

La variable cualitativa, presencia o ausencia de estolones, al tener únicamente dos modalidades, se analizó mediante el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney.

Con el fin de poder sintetizar la información aportada por todas las variables analizadas, se utilizó un análisis de componentes principales, que es un método de análisis multivariante para variables cuantitativas. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 11.5 (SPSS, 2002).

RESULTADOS

El conteo cromosómico en laboratorio mostró que dieciséis de las accesiones fueron tetraploides, tres diploides y cuatro hexaploides. Después de un año de caracterización en el campo se observó que salvo tres accesiones anuales, el resto fueron perennes. El 26% de las accesiones presentó estolones. El análisis de varianza (Tabla 1) mostró diferencias

significativas entre las accesiones ($p < 0,05$) para todos los caracteres excepto para las variables ENF (susceptibilidad a enfermedades), LOT (longitud total) y LHB (longitud de hoja bandera) que no resultaron significativas. La única variable cualitativa, EST (estolones), analizada mediante el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney, mostró diferencias altamente significativas.

Tabla 1. Medias, rangos de variación, cuadrados medios del análisis de varianza en las accesiones, para las variables cuantitativas: anchura de hojas en otoño (ANC, 3 estrecha a 7 ancha), hábito de crecimiento (HAB, 1 erecto a 9 postrado), enfermedades de hoja en otoño (ENF, 1 indemne a 9 muy susceptible), color de hojas (COL, 3 verde claro a 7 verde oscuro), crecimiento otoño (CRO, 1 muy poco a 9 mucho), longitud de hoja bandera (LHB, en cm), anchura de hoja bandera (AHB, en mm), longitud total en floración (LOT, en cm), longitud de inflorescencia (LIN, en cm), longitud de entrenudo superior (LES, en cm), fecha de espigado (FES, en días a partir del 1 de enero), crecimiento al final del invierno (CRI, 1 muy poco a 9 mucho) y test no paramétrico de la U de Mann-Whitney para la variable estolones (EST, 1 ausencia, 2 presencia); ns: no significativo; *, **, *: significativo al nivel de 0,001, 0,01 y 0,05 respectivamente.**

Variables	Accesiones	Testigos	Cuadrados medios		
			Accesiones	Accesiones*Rep	Error
	Medias (Rango de variación)	Medias (Rango de variación)			
ANC	6,1 (3,0-7,0)	6,0 (5,0-7,0)	29,21**	9,59***	0,04
HAB	4,4 (2,0-9,0)	4,1 (2,1-6,0)	79,08***	18,07***	0,19
ENF	3,4 (1,0-5,0)	3,5 (3,0-4,0)	29,53ns	18,14ns	0,01
COL	6,1 (3,0-7,0)	5,0 (5,,0)	39,15***	7,96***	0,01
CRO	5,5 (1,0-7,0)	4,3 (4,5-5,0)	59,18***	3,23***	1,89
LHB	7,7 (5,5-12,1)	7,4 (5,1-9,7)	66,44ns	41,78ns	3,58
AHB	4,4 (2,5-8,1)	3,2 (2,4-4,1)	50,01*	24,19***	1,05
LOT	61,9 (46,5-75,5)	55,9 (47,7-64,0)	1109,74ns	934,31ns	89,62
LIN	11,3 (6,7-19,5)	11,0 (8,4-13,6)	174,38*	81,77***	5,96
LES	11,1 (8,0-15,2)	9,6 (9,6-9,7)	61,56*	28,15***	4,18
FES	155,3 (147,1-160,9)	160,4 (159,9-160,9)	840,00**	275,88***	2,92
CRI	6,7 (2,6-8,5)	6,2 (5,7-6,7)	48,12***	11,54***	1,44
EST	1,3 (1,0-2,0)	1,5 (1,0-2,0)	19660,5***		

Tabla 2. Correlaciones entre las variables significativas en el análisis de varianza y los tres ejes principales que tuvieron autovalores mayores de 1. Varianza explicada por los tres ejes 71,55%.

Variables	Eje 1	Eje 2	Eje 3
FES	-0,869	0,108	0,246
LES	0,862	0,018	0,230
AHB	0,781	-0,295	-0,372
CRI	-0,161	0,893	0,104
CRO	-0,341	0,834	0,248
ANC	0,150	0,668	-0,067
LIN	0,024	0,062	0,872
COL	-0,104	0,163	0,687
HAB	0,458	0,187	-0,531

En la Tabla 2 se pueden observar las variables mejor representadas en los tres componentes principales que tuvieron autovalores mayores de 1. Así tenemos que en el Eje 1 las variables mejor representadas son LES (longitud entrenudo superior) y AHB (anchura hoja bandera) en la parte positiva y FES (fecha de espigado) en la parte negativa. En el Eje 2 serían CRI (crecimiento al final del invierno), CRO (crecimiento en otoño) y ANC (anchura de hojas en otoño). Finalmente, el Eje 3 quedaría representado por LIN (longitud de inflorescencia) y COL (color hojas en otoño) en la parte positiva y HAB (hábito de crecimiento) en la parte negativa.

En la Figura 1 se representa el plano factorial principal, que es el formado por los dos primeros ejes, que son los que suministran mayor cantidad de información.

En el lado positivo del Eje 1, se observó que las poblaciones 7 y 11 de *Agrostis capillaris* presentaron las mayores longitudes de entrenudo superior y anchuras de hoja bandera.

En el lado negativo del Eje 1, la población 15 de *Agrostis capillaris*, el testigo ‘Pencross’ y la población 21 de *Agrostis stolonifera* presentaron las fechas de espigado más tardías.

En el lado positivo del Eje 2 aparecen las poblaciones que presentan mayor crecimiento en otoño (CRO), mayor crecimiento al final del invierno (CRI) y una mayor anchura de hojas en otoño (ANC), siendo éstas la población 11 de *Agrostis capillaris*, la 17 de *Agrostis stolonifera* y la 4 de *Agrostis capillaris*. En el lado negativo del Eje 2 es donde las anteriores variables presentan los valores más bajos y donde hay que resaltar la población 16, de *Agrostis duriaei*, con un crecimiento muy escaso y una anchura de hoja muy pequeña.

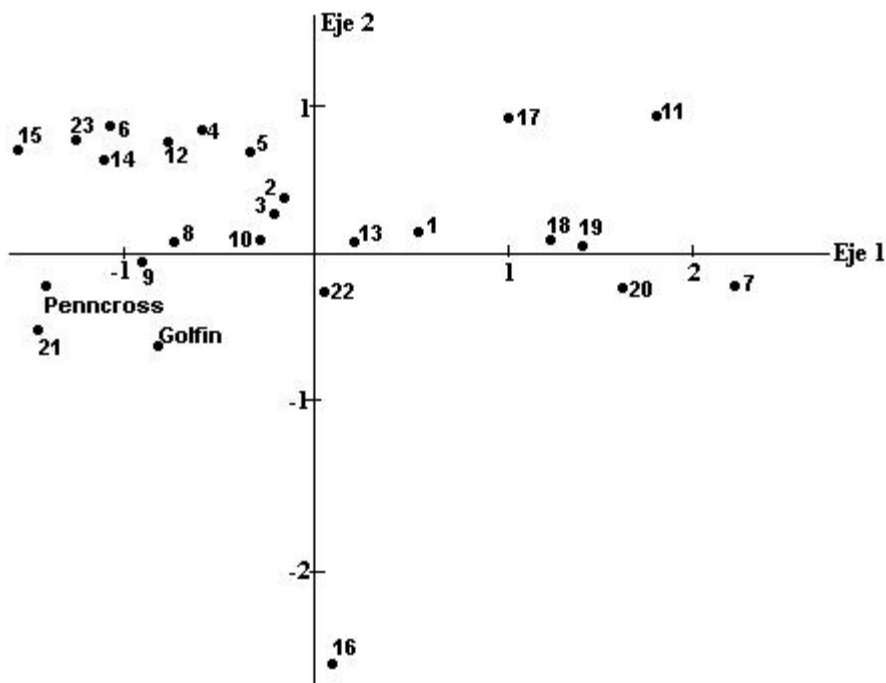


Figura 1. Plano factorial formado por los ejes 1 y 2 del análisis de componentes principales (varianza explicada 56,34%).

DISCUSIÓN

En el material estudiado hubo grandes diferencias en el crecimiento estacional, siendo las poblaciones 11 y 4 de *Agrostis capillaris* y 17 de *Agrostis stolonifera* las de mayores crecimientos. Por el contrario, la población 16 de *Agrostis duriaei* (especie anual) fue la de menores crecimientos.

Un buen comportamiento en suelos pobres o con baja fertilización es un aspecto cada vez más importante. Zonas como taludes de las autopistas, áreas recreativas, etc., cualquiera que sea su nivel de fertilidad inicial, se pueden establecer, solo si el coste de la fertilización se reduce al mínimo. Murray y Foy (1978) mostraron diferencias significativas en la tolerancia a suelos ácidos entre cultivares de *Poa pratensis*, festucas finas y festuca alta. Vangronsveld *et al.* (1996) mostraron que sembrando una mezcla de semillas de *Agrostis capillaris* y *Festuca rubra* se podía revegetar un suelo contaminado por metales ferrosos. Roberts y Bradshaw (1985) también mostraron el interés de utilizar especies como *Festuca ovina*, *Festuca rubra* y *Agrostis capillaris* en hidrosiembras en zonas inaccesibles para las sembradoras agrícolas tradicionales. En la revegetación de canteras calizas, la variedad de *Agrostis stolonifera* cv, 'Pennncross' resultó la mejor en un estudio de Hambler *et al.* (1990) en Yorkshire (Inglaterra). Estos trabajos sugieren que hay un gran potencial para seleccionar y crear cultivares con una mejor adaptación a suelos pobres.

Este estudio ha permitido la caracterización de varias accesiones del género *Agrostis* (Oliveira *et al.*, 2001) presentando algunas de ellas, un crecimiento estacional en condiciones de bajo mantenimiento (sin riego y fertilización) superior al de los cultivares ‘Penncross’ y ‘Golfin’.

CONCLUSIÓN

La población 16 (anual) de *Agrostis duriaei*, fue la que presentó menores crecimientos.

Las poblaciones de *Agrostis capillaris* 11 de Navia y 7 del Franco presentaron las fechas de espigado más tempranas, las mayores anchuras de hoja bandera y los portes más erectos, por lo que estarían más indicadas para condiciones de clima mediterráneo debido a su ciclo más precoz y para un uso forrajero.

El resto de las poblaciones presentaron características similares a los testigos ‘Penncross’ y ‘Golfin’, es decir fechas de espigado tardías, junto con hojas banderas finas. Estas poblaciones parecen mejor adaptadas a las condiciones de clima atlántico por su ciclo más tardío y para un uso en céspedes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha podido realizar gracias a la financiación concedida al proyecto “Prospección y recogida de recursos fitogenéticos autóctonos de leguminosas de la Cordillera Cantábrica y caracterización primaria de entradas de *Agrostis*” (RF-025-C2-1), financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología dentro de la acción estratégica de conservación de los recursos genéticos de interés agroalimentario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNÁNDEZ DE GOROSTIZA, M., 1996. Semillas de gramíneas para césped. En: *Áreas Verdes, Parques y Jardines*, 229-288. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid (España).

HAMBLER, D. J.; DIXON, J. M.; COTTON, D. E., 1990. The relative potentials of six grass cultivars for rehabilitation and stabilization of a limestone quarry spoil-bank. *Environmental Conservation*, **17**(2), 149-156.

HOPKINS, A.; PINTO, M., 1998. *Low-input systems*. Proceedings of the 17th General Meeting of the European Grassland Federation. Debrecen, vol. **3**, 197-212.

LINDNER, R.; GARCIA, A.; VELASCO, P., 1999. Differences between diploid and tetraploid karyotypes of *Dactylis glomerata* subsp. *izcoi*. *Caryologia*, **52** (3/4), 147-149.

MURRAY, J. J.; FOY, C. D., 1978. Differential tolerance of turfgrass cultivars to an acid soil high in exchangeable Aluminium. *Agronomy Journal*, **70**(5), 744-769.

OLIVEIRA, J. A.; MAYOR, M.; GONZÁLEZ, E., 2001. Poas, *Agrostis* y festucas finas. *Agricultura*, **828**, 432-436.

ROBERTS, R. D.; BRADSHAW, A. D., 1985. The development of a hydraulic seeding technique for unstable sand slopes. 2. Field evaluation. *Journal of Applied Ecology*, vol **22 (3)**, 979-994.

ROMERO GARCÍA, A. T.; BLANCA LÓPEZ, G.; MORALES TORRES, C., 1988. Revisión del Género *Agrostis* L. (*Poaceae*) en la Península Ibérica. Ruizia Tomo 7. Monografías del Real Jardín Botánico. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 160 pp. Madrid (España).

SPSS, 2002. SPSS para Windows, versión 11.5 SPSS Inc. 1989-2002.

VANGRONSVELD, J.; COLPAERT, J. V.; VAN TICHELEN, K. K., 1996. Reclamation of a bare industrial area contaminated by non – ferrous metals: Physico-chemical and biological evaluation of the durability of soil treatment and revegetation. *Environmental pollution*, **94(2)**, 131-140.

RESULTADOS MEDIOS DE LA CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE GRAMÍNEAS PRATENSES DE LA CORDILLERA CANTÁBRICA

L. COSTAL ANDRADE ¹, E. GONZÁLEZ ARRÁEZ ¹ Y J. A. OLIVEIRA PRENDES ².

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apartado 10. 15080 A Coruña (España). Correo-e: luiscostal.andrade@xunta.es, ernesto.gonzalez.arrarez@xunta.es

² Universidad de Oviedo. Campus de Mieres. Dpto. de Biología de organismos y sistemas. Área de Producción Vegetal. C/ Gonzalo Gutiérrez de Quirós, s/n. 33600 Mieres (España). Correo-e: oliveira@uniovi.es.

RESUMEN

Durante 2003 y 2004 se han caracterizado agronómicamente en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), 41 poblaciones naturales de gramíneas pratenses procedentes de la Cordillera Cantábrica (32 del género *Lolium* y 9 del género *Festuca*), establecidas en un campo de ensayo a 100 m s.n.m. en la primavera de 2003. Superado el año de establecimiento y el segundo año de caracterización, se observa que las poblaciones de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) y festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.), para los descriptores estudiados, se comportan agronómicamente mejor que sus cultivares comerciales utilizados como testigos, mientras que las de raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) lo hacen peor. Se observa, también, una mayor diversidad en poblaciones de raigrás inglés e italiano respecto a los testigos, siendo prácticamente igual a la de éstos en el caso de las poblaciones de festuca alta. El análisis factorial de correspondencias estableció como relaciones más interesantes entre variables y poblaciones las siguientes: a) crecimientos elevados de otoño, invierno, primavera y verano con una alta tolerancia a enfermedades foliares, en una accesión de festuca alta de Cardeo (Mieres) y otra de raigrás inglés de Ricabo (Quirós), b) elevado número de inflorescencias y fechas de espigado más precoces con una accesión de raigrás inglés la Foz de Morcín.

Palabras clave: recursos fitogenéticos, *Lolium*, *Festuca*.

AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF THE GRASSLANDS IN CANTABRIC MOUNTAINS (NORTH SPAIN). MEAN VALUES.

SUMMARY

During years 2003 and 2004, 41 natural populations of pasture grasses from the Cordillera Cantábrica (32 from the *Lolium* sp. and 9 from *Festuca* sp.) were agronomically characterized in the Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). The crops were established on the trial field by spring 2003. After the of establishment and the second year of characterization, considering the parameters studied, it was observed that the populations of Italian Ryegrass and Tall Fescue performed agronomically better than their commercial cultivars used as controls while those of Perennial Ryegrass had worse results. It was observed a larger diversity on Perennial and Italian Ryegrass populations compared

with controls. The diversity of the Tall Fescue populations was similar to the references. The factorial analysis of correspondences showed that the most relevant relations among variables were the following: a) important growth all year around with the high tolerance to leaf diseases, with an accession of *Festuca arundinacea* Schreb. of Cardeo (Mieres) and another of *Lolium perenne* L. of Ricabo (Quirós), b) high number of inflorescences and earlier heading dates with the accession of *Lolium perenne* L. la Foz of Morcin.

Key words: genetic resources, *Lolium*, *Festuca*.

INTRODUCCIÓN

Los programas de mejora genética relacionados con la agricultura, desde hace muchas décadas, han estado orientados fundamentalmente a incrementar las producciones. Desde la puesta en marcha de la Política Agraria Común (PAC) se han diversificado los objetivos tendiendo a una extensificación de la producción, la protección del medio ambiente, el bienestar animal y la salubridad de los alimentos. En esta situación, es importante avanzar en la producción forrajera como base para la alimentación animal.

En Galicia, la leche supone el 35% de la producción final agraria (Anuario de Estadística Agraria, 2002). Para que la producción lechera se mantenga en estos niveles tan altos en el nuevo contexto de sistemas productivos potenciado por la PAC, es necesario un aumento de las superficie y de los rendimientos de los cultivos forrajeros y de las praderas polifitas mediante el uso de nuevas especies, obtenidas en procesos de mejora genética.

Al amparo de la FAO, se vienen realizando, desde los años 60 trabajos sobre recursos fitogenéticos mediante proyectos y convenios entre diversos países.

En el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) se conservan especies pratenses procedentes, en su mayor parte, del norte de España. Estos trabajos de recogida y caracterización se vienen realizando desde la década de los 70 (Vivero, 1979; Piñeiro y Pérez, 1986; Oliveira y Charmet, 1988; Arbones y Oliveira, 1995; Oliveira *et al.*, 1997; López y Oliveira, 2000; López y Oliveira, 2002). En la actualidad se siguen llevando a cabo (Costal *et al.*, 2004) al amparo del proyecto “Prospección y recogida de recursos fitogenéticos autóctonos de leguminosas de la Cordillera Cantábrica y caracterización primaria de entradas de los géneros *Agrostis*, *Lolium* y *Festuca*”. Las 41 poblaciones naturales, cuyos resultados de caracterización se presentan en este trabajo, son una pequeña parte del material conservado en el banco de germoplasma del CIAM para la realización de programas de mejora y obtención de nuevas variedades.

MATERIAL Y MÉTODOS

En diciembre de 2002, en el CIAM, se sembraron en bandejas, dentro de invernadero, las siguientes poblaciones recogidas en la Cordillera Cantábrica: 19 de raigrás inglés, 13 de raigrás italiano y 9 de festuca alta. Los testigos utilizados fueron los cultivares comerciales: ‘Brigantia’, ‘Yatsin’, ‘Condesa’ y ‘Labrador’ de raigrás inglés; ‘Vitesse’, ‘Promenade’ y ‘Exalta’ de raigrás italiano; y ‘Fawn’ y ‘Tima’ de festuca alta. En febrero de 2003, se transplantaron al terreno definitivo, el cual era de textura franco-arenoso, con pH

5,9 y contenidos en P y K de 17,7 y 254 ppm respectivamente. Antes del transplante, se aportaron 32 unidades de N, 40 de P₂O₅ y de K₂O. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones y 10 plantas por población en cada repetición. La separación entre líneas y entre plantas fue de 50 cm.

Los descriptores evaluados aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1.- Descriptores utilizados en la caracterización de las poblaciones de *Lolium perenne* L., *Lolium multiflorum* Lam. y *Festuca arundinacea* Schreb.

DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN	ESCALA
PROESP	Producción de espigas en siembra de primavera (sólo en raigrases italiano)	1 = nula, 5 = alta
CRV	Crecimiento en verano	1 = poco crecimiento, 5 = mucho
CRO	Crecimiento en otoño	1 = poco crecimiento, 5 = mucho
CRP	Crecimiento en primavera	1 = poco crecimiento, 5 = mucho
CRI	Crecimiento de invierno	1 = poco crecimiento, 5 = mucho
AH	Anchura de hojas en otoño	1 = estrecha, 5 = ancha
HAB	Hábito de crecimiento	1 = erecto, 5 = postrado
FES	Fecha de espigado	en nº de días a partir del uno de Marzo
ABINF	Abundancia de inflorescencias en espigado	1 = baja, 5 = alta
CRESP	Crecimiento en espigado	1 = bajo, 5 = alto
REESP	Reespigado	1 = bajo, 5 = alto
ENF	Tolerancia a enfermedades	1 = muy sensible, 5 = muy tolerante

Se ha realizado un análisis de varianza en los descriptores cuantitativos (solamente fecha de espigado) y el test no paramétrico de Kruskal-Wallis en los descriptores cualitativos (todas las demás). Con el fin de poder sintetizar la información aportada por todas las variables analizadas, se utilizó un análisis factorial de correspondencias múltiples, que es un método estadístico multivariante para el estudio de datos cualitativos. Para poder aplicar este método, se transformaron cada una de las variables significativas en tres clases (la clase 1 indicando valores bajos, la clase 2 valores medios y la clase 3 valores altos). La posición de las poblaciones y de las variables en gráficos se puede interpretar en términos de proximidad según la distancia de Chi-cuadrado. Este método permite tener en cuenta relaciones no lineales entre caracteres. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 11.5 (SPSS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Tablas 2, 3 y 4 se recogen los valores medios, los coeficientes de variación, el análisis de varianza y el test no paramétrico de las variables estudiadas durante los dos años de evaluación de las poblaciones.

Tabla 2.- Valores medios, coeficientes de variación, cuadrados medios del análisis de varianza de las variables cuantitativas (FES) y test de Kruskal-Wallis de las variables cualitativas (todas las demás) en las poblaciones de raigrás inglés caracterizadas en el CIAM durante 2003 y 2004 (para la descripción de las variables consultar Tabla 1); (1) datos de una año; (2) datos de dos años; FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; X₂: valor de test chi-cuadrado; *: significativo al nivel 0,05; **: significativo al nivel 0,01; ns: no significativo

Variables	Poblaciones		Testigos		Cuadrados medios del análisis de varianza		
	Media	CV	Medias	CV	Población	Bloque	Población x Bloque
<i>Var. Cuantitativas</i>							
FES ⁽¹⁾	71,89	10,29	77,27	12,35	504,357**	27,183ns	54,353*
<i>Var. Cualitativas</i>							
	X ² (Test Kruskal-Wallis)						
CRV ⁽¹⁾	2,83	46,48	3,39	34,66	156,509**		
CRO ⁽²⁾	2,78	41,85	3,25	36,37	171,908**		
CRI ⁽¹⁾	2,61	42,44	3,13	41,46	125,028**		
CRP ⁽²⁾	3,13	39,96	3,32	39,99	187,671**		
HAB ⁽²⁾	2,98	33,55	2,90	40,62	50,231**		
AH ⁽²⁾	2,68	40,28	2,91	33,67	99,347**		
ABINF ⁽¹⁾	3,01	33,11	2,58	43,87	78,606**		
CRESP ⁽¹⁾	3,86	28,97	4,08	26,10	83,133**		
ENF ⁽²⁾	3,00	39,15	3,60	33,98	216,008**		
	CV medio		CV medio				
	35,61		34,31				

Tabla 3.- Valores medios, coeficientes de variación, cuadrados medios del análisis de varianza de las variables cuantitativas (FES) y test de Kruskal-Wallis de las variables cualitativas (todas las demás) en las poblaciones de raigrás italiano caracterizadas en el CIAM durante 2003 y 2004 (para la descripción de las variables consultar Tabla 1); (1) datos de una año; (2) datos de dos años; FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; X₂: valor de test chi-cuadrado; *: significativo al nivel 0,05; **: significativo al nivel 0,01; ns: no significativo

Variables	Poblaciones		Testigos		Cuadrados medios del análisis de varianza					
	Media	CV	Media	CV	Año	Bloque	Población	Año x Bloque	Año x Población	Bloque x Población
<i>Var. Cuantitativas</i>										
FES ⁽²⁾	71,05	9,19	70,94	7,83	130,693*	137,789*	327,199**	9,016ns	287,156**	83,753**
<i>Var. Cualitativas</i>										
	X ² (Test Kruskal-Wallis)									
PROESP ⁽¹⁾	3,26	39,91	3,40	24,54	171,781**					
CRV ⁽¹⁾	2,69	52,06	1,71	58,22	107,013**					
CRO ⁽¹⁾	2,61	46,98	1,95	54,56	95,272**					
CRI ⁽¹⁾	2,76	39,58	2,42	44,60	62,211**					
CRP ⁽²⁾	3,48	32,79	3,18	35,85	99,418**					
HAB ⁽²⁾	2,82	43,65	3,05	45,03	69,670**					
AH ⁽²⁾	3,18	38,30	3,44	27,39	273,639**					
ABINF ⁽²⁾	3,21	32,92	3,25	25,96	87,879**					
CRESP ⁽²⁾	3,39	26,94	3,49	24,08	127,287**					
REESP ⁽²⁾	2,57	44,19	3,62	30,35	163,935**					
ENF ⁽²⁾	3,10	37,75	2,52	40,27	108,291**					
	CV medio		CV medio							
	37,02		34,89							

Tabla 4.- Valores medios, coeficientes de variación, cuadrados medios del análisis de varianza de las variables cuantitativas (FES) y test de Kruskal-Wallis de las variables cualitativas (todas las demás) en las poblaciones de festuca alta caracterizadas en el CIAM durante 2003 y 2004 (para la descripción de las variables consultar Tabla 1); (1) datos de una año; (2) datos de dos años; FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; X²: valor de test chi-cuadrado; *: significativo al nivel 0,05; **: significativo al nivel 0,01; ns: no significativo

Variables	Poblaciones		Testigos		Cuadrados medios del análisis de varianza		
	Media	CV	Medias	CV	Población	Bloque	Población x Bloque
<i>Var. Cuantitativas</i>							
FES(1)	42,37	21,46	39,14	27,94	706,147**	914,174**	60,484ns
<i>Var. Cualitativas</i>							
	X ² (Test Kruskal-Wallis)						
CRV(1)	2,93	34,59	2,60	28,72	42,072**		
CRO(2)	2,98	38,35	2,54	41,17	77,815**		
CRI(1)	2,72	37,85	2,24	35,76	62,221**		
CRP(2)	3,21	35,53	3,36	29,72	110,563**		
HAB(2)	2,99	33,83	2,88	38,95	7,988ns		
AH(2)	3,11	36,54	3,15	31,99	118,05**		
ABINF(1)	3,39	30,15	3,49	26,58	20,862**		
CRESP(1)	3,37	29,90	3,14	36,33	73,748**		
ENF(2)	3,86	28,05	3,75	31,58	27,293**		
	CV medio	32,63	CV medio	32,87			

Al considerar las medias, se observa que el 20 % de los descriptores son superiores en poblaciones que en testigos, para el caso del raigrás inglés. En raigrás italiano este porcentaje es del 50 % y en festuca sube hasta el 80 %.

Por lo que respecta al coeficiente de variación, en el caso del raigrás inglés, para el 60% de los descriptores es más alto en poblaciones que en testigos, mientras que este porcentaje es del 50% tanto en raigrás italiano como en festuca alta. Los coeficientes de variación medios, considerando todas las variables, son mayores en las poblaciones que en los testigos, en el caso de raigrás inglés e italiano, mientras que en el caso de festuca son prácticamente iguales.

Las variables con un mayor carácter agronómico, como los crecimientos estacionales (CRV, CRO, CRI y CRP) y la tolerancia a enfermedades (ENF), toman un mayor valor en poblaciones que en testigos, en el caso de festuca alta y raigrás italiano. Para estos mismos descriptores, en el caso del raigrás inglés, ocurre lo contrario, siendo superiores los testigos a las poblaciones.

El análisis estadístico de los datos de las poblaciones de raigrás inglés, raigrás italiano y festuca alta muestra diferencias significativas entre las mismas para todos los descriptores estudiados a excepción de HAB en el caso de festuca (Tablas 2, 3 y 4).

En la Figura 1 se representa el plano factorial principal que es el formado por los dos primeros ejes (los que suministran la mayor cantidad de información). Se unieron las clases sucesivas de una misma variable por una línea continua, con el fin de poder relacionar una eventual progresión en las clases con los ejes factoriales. A pesar de la insuficiente varianza explicada por los dos primeros ejes (33% del total), la interpretación del gráfico parece

indicar en el lado positivo del primer eje, correspondencias importantes entre crecimientos estacionales y una alta tolerancia a enfermedades foliares en otoño, en las accesiones de festuca alta de Cardeo (Mieres - Asturias) y la de raigrás inglés de Ricabo (Quirós - Asturias). En el lado negativo del eje 1 (valores más bajos de las anteriores variables) están presentes algunas accesiones de raigrás inglés del Rabanal de Luna (León), de Villafeliz (León), de Pobladura de Luna (León) y de Teverga (Asturias). En el lado positivo del eje 2 aparecen las accesiones que presentan un mayor número de inflorescencias en el espigado y fechas de segado más precoces, en particular una accesión la Foz de Morcín (Asturias) de raigrás inglés y el cultivar testigo de festuca alta 'Tima'. En el lado negativo del eje 2 se encontrarían las accesiones con menor número de inflorescencias y fechas de espigado tardías, destacando sobre todo la accesión del Puerto de la Garganta (Villanueva de Oscos - Asturias) de raigrás inglés.

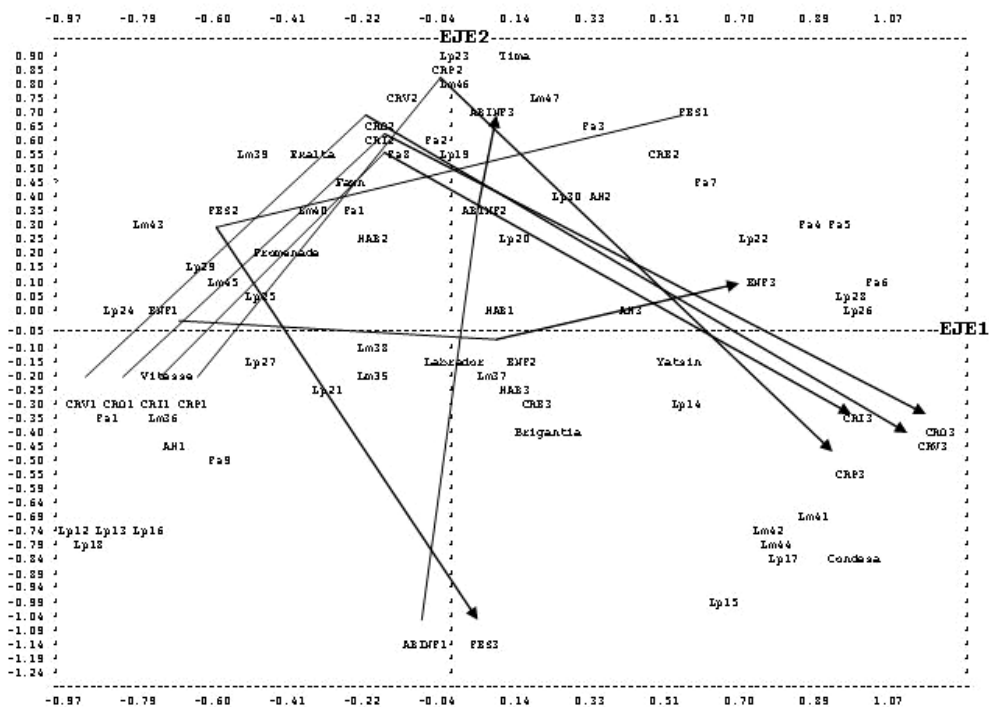


Figura 1.- Proyección de 19 poblaciones de raigrás inglés, 13 de raigrás italiano y 9 de festuca alta junto con las variedades comerciales testigos 'Brigantia', 'Yatsin', 'Condesa' y 'Labrador' de raigrás inglés, 'Vitesse', 'Promenade' y 'Exalta' de raigrás italiano; 'Fawn' y 'Tima' de festuca alta y las 30 modalidades de las 10 variables estudiadas en el plano principal 1-2 (33% de la varianza total).

CONCLUSIONES

Una vez superado el año de establecimiento y para los descriptores estudiados, se observa que las poblaciones de raigrás italiano y de estuca alta se comportan mejor agronómicamente que sus respectivos testigos, mientras que, en las de raigrás inglés, este comportamiento es peor. También se cumple que la diversidad de las poblaciones de raigrás inglés e italiano, medida por el coeficiente de variación, es mayor que la de sus testigos, siendo prácticamente igual en el caso de las de festuca alta.

Para todas los descriptores estudiados las poblaciones de cada una de las especies, salvo en el caso de las poblaciones de festuca alta para la variable HAB, son significativamente diferentes entre si.

Las principales relaciones entre variables y poblaciones son las siguientes: a) importantes crecimientos de otoño, invierno, primavera y verano con una alta tolerancia a enfermedades foliares, en una accesión de festuca alta de Cardeo (Mieres) y otra de raigrás inglés de Ricabo (Quirós), b) elevado número de inflorescencias y fechas de espigado más precoces con una accesión de raigrás inglés de la Foz de Morcín.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha podido realizar gracias a la financiación concedida al proyecto RF02-025-C2 titulado “Prospección y recogida de recursos fitogenéticos autóctonos de leguminosas de la Cordillera Cantábrica y caracterización primaria de entradas de los géneros *Agrostis*, *Lolium* y *Festuca*”, financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA, 2002. Xunta de Galicia.
- ARBONES, E.; OLIVEIRA, J.A., 1995. Relaciones entre características agronómicas y factores ecogeográficos en poblaciones naturales de raigrás inglés del Norte de España. *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*, **10 (3)**, 325-340.
- COSTAL, L.; GONZÁLEZ E.; OLIVEIRA, J.A.; LÓPEZ, J.E., 2003. Caracterización agronómica de especies cespitosas en Galicia. *Pastos, desarrollo y conservación. XLIII Reunión científica de la SEEP*. Junta de Andalucía. Consejería de agricultura y pesca. 47-53.
- COSTAL, L.; GONZÁLEZ E.; OLIVEIRA, J.A., 2004. Caracterización agronómica de gramíneas pratenses de la Cordillera Cantábrica en Galicia. *Pastos y ganadería extensiva. XLIV Reunión científica de la SEEP*. 497-501.
- COSTAL, L.; GONZÁLEZ E.; OLIVEIRA, J.A., 2004. Análisis multivariante de la variabilidad agronómica de especies cespitosas en Galicia. *Pastos y ganadería extensiva. XLIV Reunión científica de la SEEP*. 511-516.

LÓPEZ, J.E. y OLIVEIRA, J.A., 2000. Comparación de procedimientos para elaborar una colección núcleo en accesiones de raigrás inglés e italiano. *Pastos*, **30 (1)**, 71-102.

LÓPEZ, J.E.; OLIVEIRA J. A., 2002. Germoplasma de gramíneas pratenses: Colección del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. *Agricultura*, **837**, 224-227.

MACROMAGNITUDES AGRARIAS, 2000. Xunta de Galicia.

OLIVEIRA, J.A.; CHARMET, G., 1988. Characterization of wild perennial ryegrass populations from Galicia (Spain). *Pastos*, **18-19**, 51-68.

OLIVEIRA, J.A.; LINDER, R.; BREGU, R.; GARCÍA, A. y GONZÁLEZ, A. 1997. Genetic diversity of westerwold ryegrass landraces collected in Northwest Spain. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **44**, 479-487.

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1986. El interés agronómico de ecotipos españoles de plantas pratenses. *Pastos*, **44 (1)**, 103-118.

SPSS, 2002. SPSS para windows, version 11.5. SPSS INC. 1989-2002.

VIVERO, J.L., 1979. Iniciación a la mejora genética de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) para crecimiento invernal. *Anales INIA. Serie Producción Vegetal*, **10**, 23-37.

COLECCIÓN NÚCLEO DEL GÉNERO *DACTYLIS* EN EL NORTE Y NOROESTE DE ESPAÑA

R. LINDNER Y R. FORTES.

Misión Biológica de Galicia CSIC
Apartado 28 36080 Pontevedra (Spain)

RESUMEN

Se caracterizaron 89 poblaciones del género *Dactylis* de la colección de germoplasma de la Misión Biológica de Galicia, juntamente con dos variedades comerciales que se utilizaron de testigos. Se ha observado la emergencia floral, las dimensiones de la hoja bandera y en algunos casos, la altura de la planta en el momento de la emergencia floral y el número de tallos florales. A partir de la matriz de correlaciones entre las medias de los caracteres observados, se aplicó un análisis de cluster poblacional con el método UPGMA (distancias euclídeas de Mahalanobis). El dendrograma resultante presenta siete grupos poblacionales. Las poblaciones diploides *izcoi* se agrupan, al igual que lo hacen las de la subespecie *marina* y las de la subespecie *hispanica*. El objetivo de este trabajo fue el establecer una colección núcleo con el 10% de las poblaciones estudiadas. Para ello, se seleccionaron al azar nueve poblaciones teniendo en cuenta caracteres morfológicos y características geográficas. Se eligieron una población diploide *izcoi*, tres tetraploides *izcoi*, una de la subespecie *marina*, una *glomerata*, dos de la subespecie *hispanica* y una costera *marina* x *glomerata*.

Palabras clave: Ecotipos, subespecie, híbrido, germoplasma.

CORE COLLECTION OF THE GENUS *DACTYLIS* IN THE NORTH AND NORTHWEST SPAIN

SUMMARY

Eighty-nine *Dactylis* populations from the germplasm collection of the Misión Biológica de Galicia were evaluated using two commercial varieties as checks. Flower emergence, flag leaf dimensions, plant height at flowering and number of flowering stems were observed. Using the mean values of the data, cluster analysis was applied to obtain euclidian Mahalanobis distances between populations. The dendrogram shows seven clusters. Diploid *izcoi* populations and *marina* populations cluster, subspecies *hispanica* tend to cluster, too. The objective of the present study was to establish a core collection with 10% of the populations (9). The sampling was made at random, based on morphological and geographic characters. One diploid *izcoi*, three tetraploid *izcoi*, one subspecies *marina*, one *glomerata*, two *hispanica* populations and an hybrid between *marina* x *glomerata* were selected.

Key words: Ecotypes, subspecies, hybrid, germplasm.

INTRODUCCIÓN

En muchos casos el tamaño de una colección de germoplasma dificulta su acceso y, por lo tanto, su uso en mejora vegetal. Para ello se recurre a la formación de una “colección núcleo”. Una colección núcleo consiste en un número limitado de entradas que se derivan de una colección de germoplasma ya existente, seleccionada para conservar la mayor diversidad genética posible de toda la colección (Brown, 1989). Las restantes entradas se denominan “colección de reserva”. La colección núcleo juega un papel importante en el manejo y uso de los recursos fitogenéticos.

Dactylis glomerata, monoespecífico, es una gramínea de la familia *Poaceae* de difícil clasificación por sus numerosas subespecies, ecotipos, razas geográficas e híbridos.

En el norte y noroeste de la Península Ibérica se han encontrado: *D. glomerata* subsp. *glomerata* (tetraploide cultivada), *D. glomerata* subsp. *izcoi* (Ortiz and Rodríguez-Oubiña) endémica de Galicia y del norte de Portugal que comprende citotipos diploides y tetraploides, *D. glomerata* subsp. *marina* (Borrill) Greuther presente en los acantilados marinos (Lindner y García, 1997) y *D. glomerata* subsp. *hispanica* (Roth) tetraploide (Lindner, 2004). En el banco de germoplasma de la Misión Biológica de Galicia se conserva una amplia colección de gramíneas, especialmente del género *Dactylis* que se inició en el año 1969. El objetivo de este trabajo es crear una colección núcleo del género *Dactylis* del norte y noroeste de la Península Ibérica a partir de dicha colección, que incluye 784 poblaciones naturales que representan la variabilidad del norte y noroeste de España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han caracterizado 89 poblaciones del género *Dactylis*, entre las que se encuentran poblaciones de las subespecies *izcoi* (diploide y tetraploide), *marina*, *glomerata* e *hispanica*, que forman parte de la colección del Banco de Germoplasma de la Misión Biológica de Galicia. La localización de las poblaciones se presenta en la Tabla 1 y Figura 1. Se sembraron en bandejas en régimen de invernadero y, al cabo de tres meses, se trasplantaron al campo, las plantas espaciadas 40 x 40 cm, 30 plantas por población en tres repeticiones. Como testigos se emplearon dos variedades comerciales ‘Artabro’ y ‘Prairial’.

Los caracteres observados fueron:

- emergencia floral (días a partir del 1 de Abril),
- longitud y anchura de la hoja bandera (cm),
- área de la hoja bandera (longitud x anchura)
- longitud de la lígula (cm)

En algunos casos, se ha medido la altura de la planta en el momento de la emergencia floral y el número de tallos florales.

A partir de la matriz de correlaciones entre las medias de los caracteres señalados, se hizo un análisis de cluster poblacional con el método UPGMA (distancias euclídeas de Mahalanobis).

Tabla 1.- Localidades de las poblaciones evaluadas.

	Población	Localidad (Municipio)	Provincia	Altitud (m)
1	mg0660	Gontán (Abadin)	Lugo	500
2	mg0854	Cartelos (Carballedo)	Orense	750
3	mg1026	Angudes (Crecente)	Pontevedra	350
4	mg0206	Saidres (Silleda)	Pontevedra	467
5	mg0726	Valonga (Pol)	Lugo	525
6	mg0729	Baleiras (Baleira)	Lugo	600
7	mg0303	Peña Corneira (Avión)	Orense	550
8	mg0354	Berrocal (O Irixo)	Orense	592
9	mg0849	Oseira (S. Cristovo de Cea)	Orense	800
10	mg0653	Goiriz (Villalba)	Lugo	400
11	mg0285	Baiste (Avión)	Orense	650
12	mg1328	Filgueira (Palas de Rei)	Lugo	500
13	mg1439	Trebolle (O Páramo)	Lugo	400
14	mg1321	Oines (Arzúa)	La Coruña	325
15	mg1320	Oines (Arzúa)	La Coruña	325
16	mg1334	Maceda (Palas de Rei)	Lugo	425
17	mg1343	S. Martiño dos Condes (Friol)	Lugo	500
18	mg1373	Castro (Outeiro de Rei)	Lugo	400
19	mg1420	Chamosa (O Corgo)	Lugo	475
20	mg1535	Paderne de Allariz (Paderne de Allariz)	Orense	450
21	Mm0374	Punta Candelaria (Cedeira)	La Coruña	120
22	Mm0821	Cabo Home (Cangas de Morrazo)	Pontevedra	15
23	Mm0507	Lires (Cee)	La Coruña	50
24	Mm0591	Punta Candelaria (Cedeira)	La Coruña	100
25	Mm0595	Punta dos Aguillós Ortegál (Cariño)	La Coruña	100
26	Mm0497	Punta da Boutra (Muxía)	La Coruña	150
27	Mm0493	Junto al Santuario de Muxía (Muxía)	La Coruña	50
28	Mg0017	Salcedo Misión Biológica (Pontevedra)	Pontevedra	50
29	Mg0586	Punta del Puerto (Cedeira)	La Coruña	25
30	Mg0100	Lugar de Suín (Villagarcía de Arosa)	Pontevedra	25
31	Mg0422	Camelle (Camarinas)	La Coruña	10
32	Mg0101	Playa As Sinas (Villanueva de Arosa)	Pontevedra	0
33	Mg0524	Faro Punta Caveiro (Portosin)	La Coruña	10
34	Mg0436	Faro Roncudo, Corme (Ponteceso)	La Coruña	50
35	Mg0012	Bergazos – Donsión (Lalín)	Pontevedra	500
36	Mg0024	Seixido (La Lama)	Pontevedra	630
37	Mg0026	Doade (Beariz)	Orense	610
38	Mg0051	Pazos de Borbén (Pazos de Borbén)	Pontevedra	300
39	Mg0034	Próximo a Avión (Avión)	Orense	470
40	Mg0020	Salcedo (Pontevedra)	Pontevedra	50
41	Mg0154	Vila de Cruces (Villa de Cruces)	Pontevedra	492
42	Mg0544	Portobrea – Queixas (Cerdeda)	La Coruña	300
43	Mg0036	Peña Corneira (Avión)	Orense	590
44	Mg0031	Liñares (Avión)	Orense	610
45	Mg0173	Golada (Golada)	Pontevedra	577
46	Mg0132	Grava (Silleda)	Pontevedra	407
47	Mg0108	S. Jorge de Sacos (Cotobade)	Pontevedra	208
48	Mg0112	Cerdedo (Cerdedo)	Pontevedra	431
49	Mg0120	Cachafeiro (Forcarei)	Pontevedra	566
50	Mg0116	Folgozo (Cerdedo)	Pontevedra	546
51	Mg0150	Bermes (Lalín)	Pontevedra	621
52	Mg0431	San Pedro (Laxe)	La Coruña	100
53	Mg1217	Barazón (Santiso)	La Coruña	375
54	Mg0125	Filloi (Forcarei)	Pontevedra	686
55	Mg0266	Doade (Beariz)	Orense	650
56	Mg0170	A Golada	Pontevedra	577
57	Mg1315	Gafoi (Frades)	La Coruña	300

(continuación Tabla 1)

58	Mg0635	Rendal – Arzúa (Arzúa)	La Coruña	350
59	Mg0239	Soutelo de Montes	Pontevedra	661
60	Mg1137	Sobradelo (Carballeda de Valdeorras)	Orense	415
61	Mg0956	San Mamed de Hedrada (Vilariño de Conso)	Orense	1770
62	Mg1596	Oza de los Rios	La Coruña	250
63	Mg0192	Carboeiro (Silleda)	Pontevedra	448
64	Mg0280	Beariz	Orense	615
65	Mg0208	Saidres (Silleda)	Pontevedra	467
66	Mg1052	Camino a Saidres (Silleda)	Pontevedra	512
67	Mg0712	A 2km de Lourenzá (Lorenzana)	Lugo	100
68	Mg1570	Ponte Ulla (Vedra)	La Coruña	150
69	Mg0182	Merza (Vila de Cruces)	Pontevedra	232
70	Mg1518	Alto da Machica (A Merca)	Orense	450
71	Mg1274	Urdilde (Roís)	La Coruña	275
72	Mg1473	Currelos (O Saviñao)	Lugo	600
73	Mg1496	Arcos (Chantada)	Lugo	500
74	Mg0626	Momán – S ^a de la Loba (Xermade)	La Coruña	450
75	Mg1375	Vilela (Outeiro de Rei)	Lugo	400
76	Mg1448	Soñar	Lugo	500
77	Mg1785	Lebeña Cillorigo-Castro	Cantabria	200
78	Mg1797	La Vega (Vega de Liébana)	Cantabria	450
79	Mg1732	Alto de la Colladona (Aller)	Asturias	600
80	Mg1784	La Hermida (Peñarubia)	Cantabria	100
81	Mg1796	Cosgaya	Cantabria	720
82	Mg1812	Posada de Valdeón	León	950
83	Mg1709	Cabo Peñas (Gozón)	Asturias	50
84	Mg1694	Puerto de Vega (Navia)	Asturias	50
85	Mg1697	Cabo busto (Luarca)	Asturias	35
86	Mg1832	Faro de Ortiguera (Navia)	Asturias	80
87	Mh1838	Riospasos (Lena)	Asturias	900
88	Mh1836	Villarín (Somiedo)	Asturias	900
89	Mh1745	San Julián de Martinporra (Bimenes)	Asturias	300

La numeración corresponde a la situación en el mapa

mg = *izcoi* diploide; Mm = *marina*; Mh = *hispanica*; Mg = *izcoi* tetraploide



Nota: Este mapa no está realizado a escala, y es meramente orientativo.
Los números rodeados por un círculo son las poblaciones pertenecientes a la colección núcleo

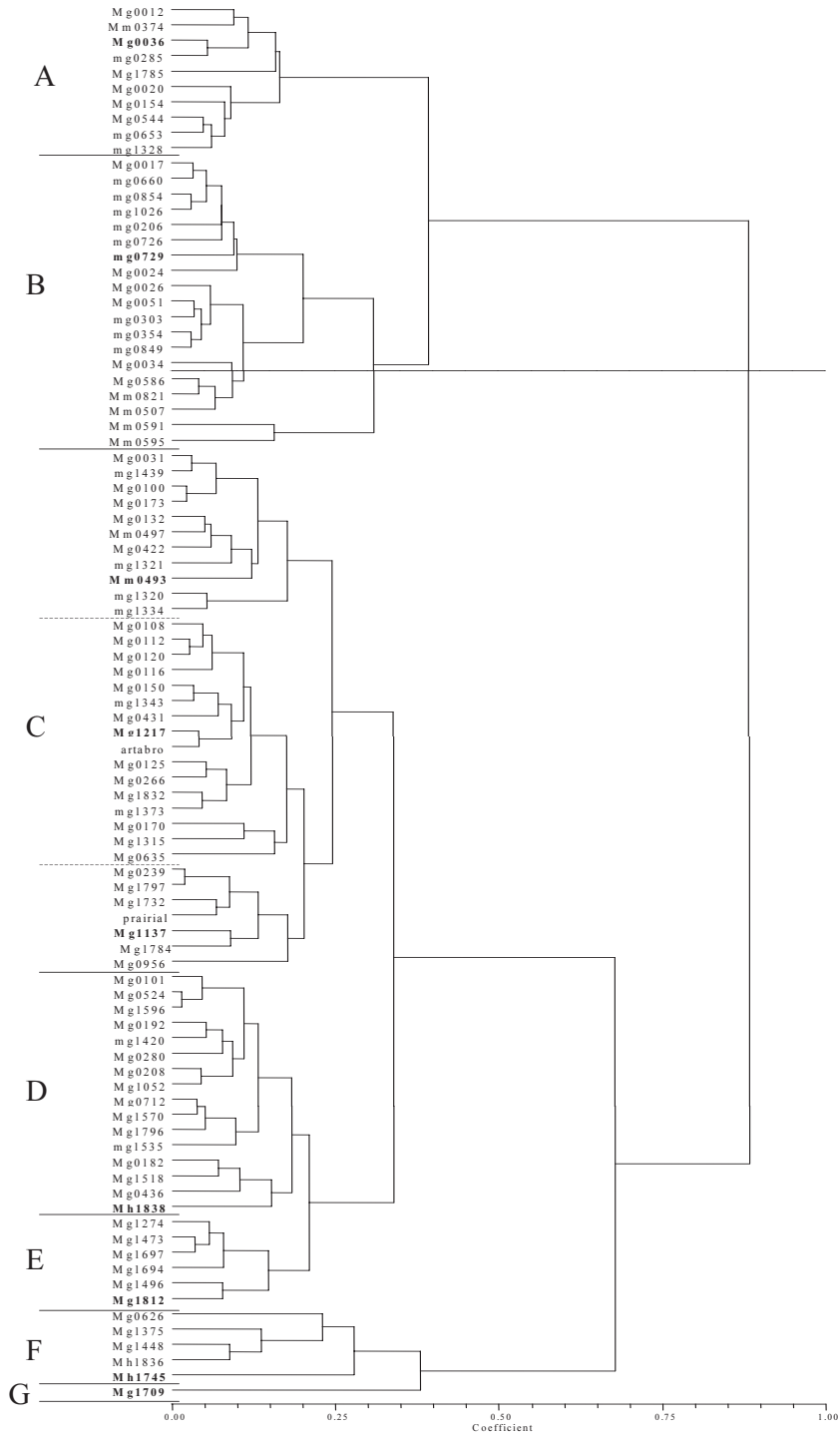


Figura 2. Dendrograma

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El dendrograma de la Figura 2, muestra siete grupos poblacionales que son:

- A) De emergencia floral tardía, en general, y dimensiones foliares intermedias. Incluye diez entradas con tres poblaciones *izcoi* diploides, mg0285, mg0653 y mg1328, recolectadas entre los 400 y 650 m de altitud en las provincias de Orense y Lugo, cuatro poblaciones *izcoi* tetraploides del interior de Galicia, dos de la subespecie *glomerata*, una costera (Mg0020) y Mg1785 de Lebeña (al pie de la Cordillera Cantábrica), y una *marina* recolectada en la costa Norte, en Punta Candelaria.
- B) De floración tardía, dimensiones foliares pequeñas o intermedias. Este grupo incluye 19 poblaciones, nueve de ellas son *izcoi* diploides, recolectadas entre los 350 m (mg1026 de Angudes, al sur de la provincia de Pontevedra) y los 800 m de altitud (mg0849 de Osera en la provincia de Orense), cuatro *izcoi* tetraploides del interior de Galicia, dos *glomerata* costeras (Mg0017 y Mg0586) y cuatro *marina*: una de (Mm0821) de Cabo Home (la costa sur de la provincia de Pontevedra), Mm0507 recolectada en Lires (próxima a Finisterre), Mm0591 y Mm0595, ambas de la costa norte (Cabo Ortegal).
- C) Es el grupo más numeroso, incluye 32 poblaciones distribuidas en tres subgrupos. El primer subgrupo comprende 4 poblaciones diploides *izcoi* (mg1439, mg1321, mg1320 y mg1334) de floración tardía, recolectadas en las proximidades del Macizo Galaico Duriense; dos poblaciones de la subespecie *marina* (Mm0493 y Mm0497) de emergencia floral intermedia, recolectadas en los acantilados marinos de Muxía (La Coruña); dos *glomerata* costeras (Mg0100 y Mg0422) y tres tetraploides *izcoi* (Mg0031, Mg0132 y Mg0173) del interior de Galicia. Mg0031 de dimensiones foliares grandes y bastante buena producción, fue recolectada en la Sierra del Suido en el año 1969. El segundo subgrupo, de floración intermedia, dimensiones foliares intermedios y, en general, alta producción incluye 16 entradas que comprenden: la variedad comercial 'Artabro'; dos poblaciones diploides *izcoi* mg1373 y mg1343, de Outeiro de Rei y Friol (Lugo), respectivamente; once poblaciones tetraploides del interior de Galicia y dos de la subespecie *glomerata*, una de la costa gallega Mg0431 (San Pedro de Laxe) y la otra de la costa Cantábrica Mg1832 (Faro de Ortiguera, Navia). El tercer subgrupo, con 7 entradas, incluye la variedad comercial 'Prairial'; tres *glomerata* de la Cordillera Cantábrica (Mg1784, Mg1797 y Mg1732) recolectadas entre los 450 y 600 m de altitud y las tres *izcoi* tetraploides Mg0956 de San Mamed de Hedrada (Orense) a 1770 m de altitud, Mg1137 del Sureste de Galicia y Mg0239 del interior de la provincia de Pontevedra.
- D) Incluye 16 poblaciones, en general, de caracteres intermedios y floración precoz, excepto las dos diploides *izcoi* que son tardías, una del interior de la provincia de Orense (mg1535) recolectada a 450 m de altitud, y la otra, de la provincia de Lugo (mg1420), recolectada a 475 m de altitud, otras dos son de la Cordillera Cantábrica, Mg1796 y Mh1838 de la subespecie *hispanica*. Tres son *glomerata* de la costa gallega, Mg0101, Mg0524 y Mg0436, y las restantes ocho, tetraploides *izcoi* del interior de Galicia.
- E) De emergencia floral tardía y dimensiones foliares grandes. Incluye seis poblaciones, 2 de la provincia de Lugo (Mg1496 y Mg1473), una de la de La Coruña (Mg1274), 2 de la costa Cantábrica (Mg1697 y Mg1694) de Cabo Busto (Luarca) y

del Puerto de Vega (Navia), respectivamente, y Mg1812 *glomerata*, recolectada en la Cordillera Cantábrica (Posada de Valdeón) a 950 m de altitud.

- F) De emergencia floral precoz. Cinco entradas, tres de ellas tetraploides del interior de Galicia (Mg0626, Mg1375 y Mg1448) y las otras dos de la subespecie *hispanica*, Mh1745 del interior de S. Julián de Martinporra recolectada a 300 m de altitud y Mh1836 de Villarin recolectada a 900 m.
- G) Es monopoblacional, Mg1709 recolectada en Cabo Peñas, se la considera un cruce entre *glomerata* x *marina* (Lindner, 2004), de floración precoz, pocos tallos florales y lígula muy grande.

La selección de las poblaciones para el establecimiento de la colección núcleo se hizo al azar ya que, según van Hintum (1999), será una representación de la diversidad genética mejor que un acceso secuencial. También se ha tenido en cuenta la localidad de origen.

Para ello, se seleccionó el grupo G monopoblacional (Mg1709), por ser un híbrido entre *marina* x *glomerata*.

Del grupo A, se seleccionó un *izcoi* tetraploide Mg0036 recolectada a 590 m de altitud en Peña Corneira, (provincia de Orense) en 1969, de caracteres intermedios y que está unida a una población *izcoi* diploide (mg0285) de la misma zona. Es una zona en la que diploides y tetraploides se encuentran en simpatria, es decir, coexisten ambos citotipos.

Del B, entre un grupo de seis poblaciones *izcoi* diploide, se seleccionó la población mg0729 recolectada en Baleiras-O Cádavo (Lugo) a 600 m de altitud, una localidad que se encuentra en el inicio de la Cordillera Cantábrica. Es de floración tardía, como la mayor parte de los diploides, y de dimensiones foliares intermedias.

Del C, el más numeroso (32 entradas), del primer subgrupo se seleccionó la subespecie *marina* Mm0493 recolectada en Muxía, en un acantilado marino, en suelo muy pobre y muy próximo al mar. Posee numerosos tallos florales y produce abundante semilla; es de hoja corta y muy ancha, de color gris azulado y presenta las papilas epidérmicas características de dicha subespecie. Del segundo subgrupo, se eligió Mg1217 tetraploide por ser un ecotipo distinto, de emergencia floral tardía, porte bajo, leñosa, hojas estrechas y panícula pequeña, recolectada en Barazón (Santiso) en un afloramiento serpentínico, de rocas ultrabásicas y suelo poco profundo, acompañada de una flora mediterránea compuesta por *Ulex nanus*, *Plantago serpentina*, *Erica cinerea* y *Calluna vulgaris*. El clima de esta zona es transicional de oceánico a mediterráneo y se considera mediterráneo húmedo (Lindner *et al.*, 2000). Del tercer subgrupo, se seleccionó la Mg1137 por haber sido recolectada en el Sudeste de Galicia a 4 km de Sobradelo (Valdeorras) a 450 m de altitud, una localidad muy próxima al límite de Galicia, de período de sequía estival amplio, que puede considerarse clima mediterráneo, suelo pizarroso, acompañada de *Erica australis*, *Thymus mastichina*, *Origanum virens* y *Cystus ladaniferus* y *Lavandula pedunculata*. Es de dimensiones florales y foliares grandes (Lindner *et al.*, 2000), se encuentra separada del testigo 'Prairial' y está unida a una *glomerata* Mg1784 de la Cordillera Cantábrica.

Del grupo D se seleccionó Mh1838 de la subespecie *hispanica*, que procede de Riospasos y recogida a 900 m de altitud.

Del grupo E, se eligió Mg1812 *glomerata*, de Posada de Valdeón en la Cordillera Cantábrica a 950 m de altitud.

Del grupo F, se tomó Mh1745 *hispanica*, por ser del interior de Asturias (San Julián de Martinporra) a 300 m de altitud. Es de emergencia floral precoz y hoja pequeña. Es la que está más aislada en el grupo.

CONCLUSIONES

El dendrograma muestra que las poblaciones diploides *izcoi*, lo mismo que las poblaciones de la subespecie *marina*, se agrupan y que las *hispanica* también tienden a agruparse. La colección núcleo que se estableció con el 10% de las poblaciones evaluadas, incluye cinco poblaciones recolectadas en Galicia y cuatro en Asturias (una de la costa, dos de la Cordillera Cantábrica y una en el interior de Asturias).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se incluye dentro del proyecto INIA RF02 – 025 – C2 – 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROWN, A. H. D., 1989. The case for core collections. En. *The use of plant genetic resources*, 136-156. Eds. A. H. D. Brown, O. H. Feanckel, D. R. Marshall, J. T. Williams, Cambridge University Press. Cambridge (Reino Unido).

LINDNER, R.; GARCIA, A., 1997. Geographic distribution and genetic resources of *Dactylis* in Galicia (Northwest Spain). *Genet. Res. and Crop Evol.* **44**, 499-507.

LINDNER, R.; LEMA, M.; LINDNER, G.; GARCIA, A., 2000. Natural hybridization among cocksfoot (*Dactylis glomerata*) subspecies in Galicia (North – West Spain).

LINDNER, R., 2004. Recursos fitogenéticos del género *Dactylis* en el Norte y Noroeste de la Península Ibérica. *Pastos y Ganadería Extensiva*. Actas de la XLIV Reunión científica de la SEEP, 525-530.

VAN HINTUM, THEO. J. L., 1999. The general methodology for creating a core collection. En: *Core collections for today and tomorrow*. R. C. Johnson and T. Hodgkin. Eds. IPGRI. Roma (Italia).

INCIDENCIA DEL MOMENTO DE APROVECHAMIENTO SOBRE LA CALIDAD Y LA PRODUCCIÓN DEL RAIGRÁS ITALIANO ALTERNATIVO (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *alternativum*)

J. SALVIA FUENTES¹, J. SERRA GIRONELLA¹, M. ARAGAY BENERIA²
Y X. CARRÉ SALORT³.

¹ Àrea de Conreus Extensius. IRTA-Estació Experimental Agrícola Mas Badia. 17134 La Tallada d'Empordà (Girona). ² DARP-Laboratori Agroalimentari de Cabrils. Carretera de Vilassar de Mar a Cabrils, s/n. 08348 Cabrils (Barcelona). ³ Diputació de Girona-SEMEGA. Campus Agroalimentari de Girona. 17121 Monells (Girona).

RESUMEN

La influencia del momento de aprovechamiento del tercer corte del raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *alternativum*) sobre la calidad y la producción fue evaluada durante los años 1999 y 2000, en la localidad de Monells (Girona). Se establecieron varios momentos de corte en función de la fecha del inicio de espigado. En el año 1999 hubo cuatro fechas de corte: a inicio de espigado, 7, 14 y 21 días después de éste; y en el año 2000, se realizaron seis aprovechamientos: 14 y 7 días antes de inicio de espigado, a inicio de espigado, 7, 14 y 21 después de éste. Se ha observado un incremento significativo de la producción de materia seca, apreciándose unos incrementos superiores a 94 kg día⁻¹ al retrasar el momento de corte. Se han determinado para cada fecha de aprovechamiento el contenido en PB, FND y LAD. Al retrasar el momento de aprovechamiento se ha observado una disminución significativa de la PB y aumento significativo de la FND y LAD. Las UFL han disminuido significativamente como mínimo a 0,0032 UFL kg⁻¹ día⁻¹ a medida que ha avanzado la fecha de corte. La DMO ha presentado una disminución significativa mínima 0,629 % DMO día⁻¹ a medida que el raigrás avanza en su estado morfológico.

Palabras clave: Fecha de corte, estado morfológico de desarrollo, valor nutritivo, digestibilidad de la materia orgánica.

INFLUENCE OF HARVESTING DATE ON YIELD AND FORAGE QUALITY AND YIELD IN ITALIAN RYEGRASS (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *alternativum*)

SUMMARY

Two trials studying the influence of harvesting date on forage quality and yield in italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *alternativum*) were carried out in 1999 and 2000, at Monells (Girona). Crop was harvested at different days depending on the date of beginning head satge. Four cuts in 1999: beginning head, 7, 14 and 21 days after it; and six cuts in the 2000: 14 and 7 days before, 7, 14 and 21 days after. A significant increase on dry matter yield was observed (94 kg día⁻¹) when the cut was delayed. PB, FND and LAD content were determined for each cutting date. A significant reduction of PB and a increase of FND and LAD were observed from early to late vegetative stage. UFL and DMO has decreased, with a reduction of 0,0032 UFL kg⁻¹ día⁻¹ and 0,629 % DMO día⁻¹, respectively.

Key words: cutting date, morphological stage of development, nutritive value, organic matter digestibility.

INTRODUCCIÓN

El raigrás es uno de los principales cultivos forrajeros en las provincias de Girona y Barcelona, con una superficie de 7035 ha (DARP, 2000), mayoritariamente en fincas de secano (91 %). Es un cultivo importante en la explotación agropecuaria debido a sus posibilidades de producción de forraje de calidad en las épocas más deficitarias de éste y de inclusión en rotaciones como cultivo intercalar (Delgado, 1980). El raigrás italiano alternativo presenta un ciclo anual y tiene una buena adaptación a la climatología de las comarcas del nordeste de España, idóneo para desarrollarse a bajas temperaturas y con una coincidencia habitual con los meses de mayor precipitación, lo que explicaría su buen comportamiento en secano (Serra *et al.*, 2003). El raigrás en esta zona de producción presenta entre dos y tres cortes hasta el mes de Mayo (Rodríguez *et al.*, 1985).

La producción y calidad del forraje del último corte del raigrás italiano alternativo depende del momento de aprovechamiento en función del estado morfológico del raigrás (Andrighetto, 1997). En este sentido Borreani *et al.* (1998) realizaron de 5 a 6 fechas de corte entre los estadios morfológicos comprendidos entre el inicio de la elongación del tallo hasta plena floración del raigrás, concluyendo que a medida que el estado de desarrollo de la planta avanzaba se obtenía un mejor rendimiento productivo y un mayor ratio hoja/tallo, mientras que el contenido en carbohidratos no estructurales iba disminuyendo. En un estudio paralelo a este, Valente *et al.* (1998) demostraron que el contenido en proteína bruta (PB), la digestibilidad de la materia orgánica y las unidades forrajeras leche (UFL) están correlacionadas negativamente con el desarrollo vegetativo del raigrás, aunque el contenido de fibras (fibra neutro detergente (FND), ácido neutro detergente (FAD) y lignina (LAD)), dependían más de los grados día que de el estadio morfológico del raigrás. Sin embargo, Cervantes *et al.* (2000) mostraron que el contenido de FND y FAD se incrementó de forma significativa a medida que los cortes fueron más tardíos.

En la presente comunicación se ha estudiado la incidencia del momento de aprovechamiento del último corte del raigrás italiano alternativo sobre la calidad y la producción de forraje, en las condiciones agroclimáticas del nordeste de España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se han realizado en la finca 'Camps i Armet' del Campus Agroalimentari de Girona situada en la localidad de Monells (Girona), en el nordeste de España, en condiciones de clima mediterráneo litoral, durante los años agrícolas 1998-99 y 1999-00.

El ensayo se ha planteado en el último aprovechamiento del raigrás, estableciéndose los tratamientos dependiendo del momento de corte en función de la fecha de inicio espigado (Tabla 1). Se ha considerado como inicio de espigado cuando en más del 50 % de las plantas de una parcela experimental han emergido sus inflorescencias. La fecha de inicio de espigado ha sido el seis y nueve de Mayo, de los años 1999 y 2000, respectivamente.

Tabla 1. Momentos de aprovechamiento en función de la fecha de espigado del raigràs italiano alternativo (cv ‘Trinova’), en el ensayo realizado en el nordeste de España, durante las campañas agrícolas 1998-99 y 1999-00.

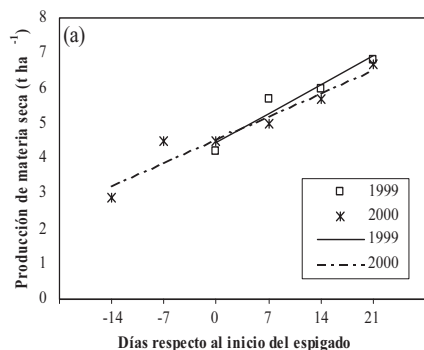
Año de ensayo		Momento de aprovechamiento				
1998-99			Inicio de espigado	Inicio de espigado + 7 días	Inicio de espigado + 14 días	Inicio de espigado + 21 días
1999-00	Inicio de espigado -14 días	Inicio de espigado -7 días	Inicio de espigado	Inicio de espigado + 7 días	Inicio de espigado + 14 días	Inicio de espigado + 21 días

La variedad cultivada ha sido ‘Trinova’ en condiciones de secano. Se ha realizado la siembra entre mediados de Septiembre e inicios de Octubre, dependiendo del año, con una sembradora de microparcelas, en líneas separadas 15 cm, a una dosis de 35 kg ha⁻¹ de semilla. El abonado de fondo ha consistido en 25 Mg ha⁻¹ de estiércol de vacuno, conjuntamente con 60-60-60 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O, aportados en forma del complejo 15-15-15. En cobertera se han aportado, en todas las parcelas, 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno en forma de nitrato amónico 33,5 %, inmediatamente después de los dos primeros cortes. El tamaño de la parcela elemental ha sido de 6 m², correspondientes a 1,2 m de ancho y 5 m de largo. En cada una de las tres campañas se han realizado tres cortes: el primero en la segunda quincena de Diciembre o primera de Enero, el segundo en la primera quincena de Marzo y el tercero en la primera quincena de Mayo.

Se ha determinado, en el tercer corte y en todas las parcelas, la producción de materia seca. El contenido en materia seca se ha obtenido mediante secado en una estufa de aire forzado a 60 ° C hasta peso constante. Las determinaciones de calidad, para cada tratamiento, se han realizado en una muestra compuesta obtenida a partir de las submuestras de cada bloque. El contenido en PB, FAD y en lignina se han determinado por espectrofotometría en el infrarrojo cercano (NIRS) en el Laboratori Agroalimentari de Cabriels (Barcelona). En el mismo laboratorio también se ha determinado el contenido en FND (Van Soest *et al.*, 1991) y la digestibilidad enzimática por el método FND-celulosa (DMO) (Riveros y Argamentería, 1987).

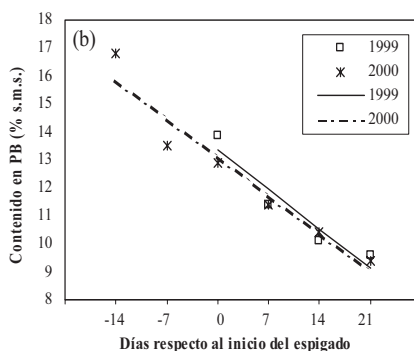
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de producción, contenido en PB, FND, lignina, UFL y DMO se muestran en la Figura 1. Se ha observado un aumento significativo de la producción de materia seca al retrasar el momento de corte en los dos años de ensayo, observándose un incremento de 118 y 94 kg día⁻¹, en los años 1999 y 2000, respectivamente. Los rendimientos han presentado un rango de producción de 4,2 a 6,8 t ha⁻¹, entre el aprovechamiento realizado a inicios de espigado y 21 días después de éste, respectivamente en el año 1999. En la siguiente campaña de ensayo, se ha observado una variación de 2,9 a 6,7 t ha⁻¹, entre el corte efectuado 14 días antes del espigado y 21 días después, respectivamente. Andrighetto *et al* (1997) observaron de forma similar, en condiciones agroclimáticas del nordeste de Italia, un incremento de producción de materia seca de 4,9 t ha⁻¹, entre un aprovechamiento temprano respecto a un corte tardío en plena floración.



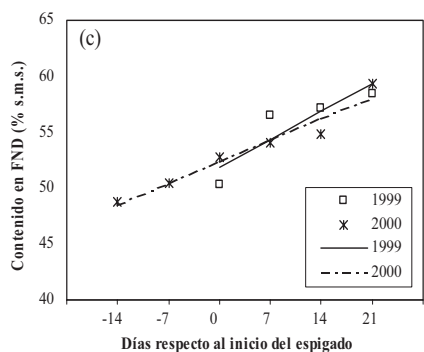
Año 1999: PMS=4,55+(DÍAS*0,09); R²: 0,93; P-valor: 0,0020

Año 2000: PMS=4,46+(DÍAS*0,12); R²: 0,64; P-valor: 0,0019



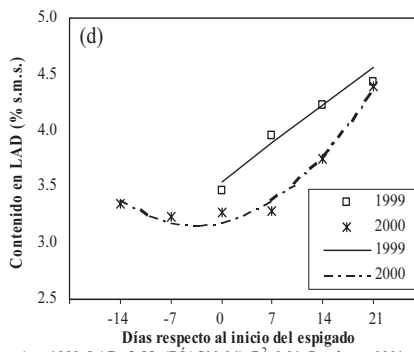
Año 1999: PB=13,38-(DÍAS*0,20); R²: 0,76; P-valor: 0,0002

Año 2000: PB=13,08-(DÍAS*0,20); R²: 0,94; P-valor: 0,0013



Año 1999: FND=51,85+(DÍAS*0,36); R²: 0,77; P-valor: 0,0002

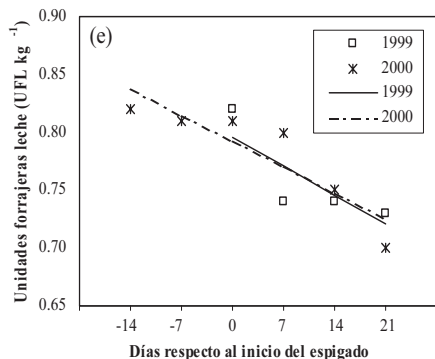
Año 2000: FND=52,35+(DÍAS*0,27); R²: 0,95; P-valor: 0,0011



Año 1999: LAD=3,55+(DÍAS*0,04); R²: 0,91; P-valor: <.0001

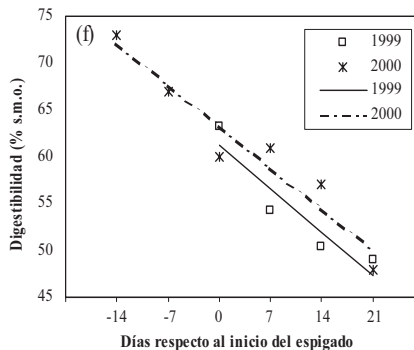
Año 2000: LAD=3,19+(0,002*DÍAS²)+(0,014*DÍAS);

R²: 0,98. P-valor: 0,0030



Año 1999: UFL=0,80-(DÍAS*0,004); R²: 0,66; P-valor: 0,0013

Año 2000: UFL=0,79-(DÍAS*0,003); R²: 0,80; P-valor: 0,0154



Año 1999: DMO=61,19-(DÍAS*0,66); R²: 0,86; P-valor: <.0001

Año 2000: DMO=63,20-(DÍAS*0,63); R²: 0,93; P-valor: 0,0021

Figura 1. Variación de la producción de materia seca^(a), contenido en PB^(b), FND^(c), LAD^(d), unidades forrajeras leche^(e) y digestibilidad^(f) en función del momento de aprovechamiento del último corte de raigrás italiano alternativo, en condiciones agroclimáticas del nordeste de España.

Borreani *et al.* (1998) manifestaron también una ganancia del rendimiento del 5,0 t ha⁻¹, entre los cortes realizados desde la elongación de los tallos hasta la plena floración, en condiciones del noroeste de Italia.

Referente a la composición del forraje, el contenido en PB ha disminuido de forma significativa, con una reducción del 0,203 y 0,195 % en PB día⁻¹, en los años 1999 y 2000, respectivamente, obteniéndose unas pérdidas de 4,3 y 7,4 % en PB, en los años 1999 y 2000, respectivamente, desde el primer hasta el último corte. Cervantes *et al.* (2000) indicaban una disminución del 5,6 % en PB entre realizar un corte temprano y otro tardío, con 78 días de diferencia entre cortes. Esta tendencia fue similar a la observada por Andrighetto *et al.* (1997) y Todoran (1998). El contenido en FND aumentó significativamente a medida que ha avanzado el estado morfológico de la planta. El incremento ha sido del 8,1 y 10,5 % en FND, en el año 1999 y 2000, respectivamente, desde el primer hasta el último corte efectuados. Andrighetto *et al.* (1997) y Cervantes *et al.* (2000) también presentaron respuestas equivalentes en función de la fecha de aprovechamiento. El raigrás cortado en un estadio morfológico tardío ha mostrado un aumento significativo de la LAD, respecto a un aprovechamiento más temprano, aunque en el año 2000 no se ha observado un incremento de la LAD hasta la fecha de inicio del espigado.

Las UFL han disminuido a medida que avanzaba la fecha de corte, presentándose una reducción del 0,0036 y 0,0032 UFL kg⁻¹ día⁻¹, en los años 1999 y 2000, respectivamente. Estos resultados son afines a los obtenidos por Valente *et al.* (1998), que indican una disminución del 0,0014 UFL kg⁻¹ día⁻¹ (R²: 0,93). La DMO ha presentado una disminución significativa en función de la fecha corte, observándose una reducción del 0,663 y 0,629 % DMO día⁻¹, respectivamente, a medida que el raigrás avanzaba en su estado morfológico. Dichos resultados que corresponden a un rango de variación de la DMO de 63,2 a 49,0 % DMO día⁻¹, entre el corte realizado en el año 1999 a inicios de espigado y 21 días después de éste, respectivamente. En el año 2000 equivale a una variación de 73,0 a 48,0 % DMO día⁻¹, entre el corte efectuado 14 días antes del espigado y 21 días después, respectivamente. En condiciones agroclimáticas del Valle del Po (Italia) se presentaron deducciones similares, mostrándose una disminución del 1,04 % DMO día⁻¹ (R²: 0,96) (Valente *et al.*, 1998) y del 0,96 DMO día⁻¹ (R²: 0,88) (Valente *et al.*, 2000).

CONCLUSIONES

El momento de aprovechamiento del último corte del raigrás italiano alternativo tiene una fuerte incidencia sobre su calidad y producción.

El retraso en el momento de corte representa un incremento significativo de la producción de materia seca, observándose unos incrementos superiores a 94 kg día⁻¹.

El contenido en PB disminuye y el de FND y LAD aumentan de forma significativa al realizar un aprovechamiento más tardío.

Las UFL disminuyen significativamente a medida que avanza la fecha de corte, presentándose unas reducciones superiores a 0,0032 UFL kg⁻¹ día⁻¹. La DMO muestra una disminución significativa en función de la fecha corte, observándose una reducción superior al 0,629 % DMO día⁻¹, a medida que el raigrás avanza en su estado morfológico.

AGRADECIMIENTOS

Los ensayos se han realizado dentro del convenio de colaboración entre la Asociación de Frisona de Girona (AFRIGI), el Servei de Millora i Extensió Ramadera (SEMEGA), el Departament d'Agricultura, Ramadaria i Pesca (DARP) de la Generalitat de Catalunya, el Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) y la Fundació Mas Badia, en el marco del Campus Agroalimentari de Girona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGHETTO, I.; BERZAGHI, P.; GOZZI, G.; GOTTARDO, F.; ZANCAN, M., 1997. Conservation of spring cut Italian ryegrass as round bale silage: effect of stage of maturity on ensiling characteristics and forage nutritive value. *Journal of Agronomy*, **179(4)**, 251-256.

BORREANI, G.; CIOTTI, A.; VALENTE, M.E.; PEIRETTI, P.G.; CANALE, A., 1998. Forage quality and quantified morphological stage relationships in Italian ryegrass during the spring growth cycle. I. Stage codification, yield and ensilability characteristics. *Italian Journal of Agronomy*, **2(1)**, 39-46.

CERVANTES, M.; ÁLVAREZ, E.; TORRENTA, N.; MENDOZA, G.D.; ESPINOZA, S.; VELDERRAIN, A.; GONZÁLEZ, S.S., 2000. Época de corte y composición nutricional, sitio y grado de digestión de ballico anual (*Lolium multiflorum*) en novillos. *Agrociencia*, **34**, 413-422.

DARP, 2004. *Estadístiques Agràries i Pesqueres de Catalunya – Any 1999*. Ed. Generalitat de Catalunya – Departament d'Agricultura, Ramadaria i Pesca – Gabinet Tècnic, 257 pp. Barcelona (España).

DELGADO, I., 1980. Características fisiológicas y agronómicas del ray-grass westerwold en el Valle medio del Ebro. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias - Producción Vegetal*, **12**, 37-51.

RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. *Avances en Producción Animal*, **12**, 49.

RODRÍGUEZ, A.; MOBBASHERE, A.; BOSCH, L.; CASAÑAS, F., 1985. *Fulls d'informació tècnica - Producció de margall en funció de l'època de sembra*. Ed. Generalitat de Catalunya – Departament d'Agricultura, Ramadaria i Pesca – Servei d'Extensió Agrària, 9 pp. Barcelona (España).

SERRA, J.; SALVIA, J.; ARAGAY, M.; CARRÉ, X., 2003. Evaluación de la producción y del valor nutritivo de variedades comerciales de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam. Ssp. *Alternativum*), en el nordeste de España. *XLIII Reunió Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 213-218. Editor: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Granada.

VALENTE, M.E.; PEIRETTI, P.G.; CANALE, A.; BORREANI, G.; CIOTTI, A., 1998. Forage quality and quantified morphological stage relationships in Italian ryegrass during the spring growth cycle. II. Chemical composition and nutritive value. *Italian Journal Agronomy*, **2(1)**, 47-55.

VALENTE, M.E.; BORREANI, G.; PEIRETTI, P.G.; TABACCO, E., 2000. Codified morphological stage for predicting digestibility of Italian Ryegrass during the spring cycle. *Agronomy Journal*, **92**, 967-973.

TODORAN, D., 1998. Research on the cutting date of red clover and hybrid ryegrass mixtures. *Analele Institutului de Cercetari pentru Cereale si Plante Tecnice, Fundulea*, **65**, 251-259.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**, 3583-3597.

**EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO DE *Brachiaria decumbens* cv ‘Basilisk’
EN UNA FINCA UBICADA EN EL SECTOR BURÍA-LONDRES,
ESTADO DE LARA (VENEZUELA)**

E. CERAMI¹, R.R. RAMÍREZ¹, J. CIRIA² Y J.R. ALLUÉ².

¹Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Barquisimeto (Venezuela).

²E.U.I. Agrarias. Universidad de Valladolid. Campus Universitario. 42004 Soria (España).

RESUMEN

El ensayo se llevó a cabo en una finca ubicada en el municipio Simón Planas, Estado Lara, Venezuela. Se estableció una parcela experimental de *Brachiaria decumbens* cv ‘Basilisk’ en un área de 2000 m². En primer lugar, se realizó una prueba de germinación en bandejas, obteniendo un 33% de germinación, posteriormente se realizaron dos evaluaciones en el campo, resultando 38% y 34% de germinación. Para la evaluación del pasto se realizó un diseño experimental, al azar, con cuatro tratamientos; a saber, 42, 49, 56 y 63 días de edad del pasto, con 10 repeticiones por tratamiento. Se realizó la medición a partir de los 20 cm de altura del pasto, donde se determinó el valor de determinados parámetros cuantitativos y cualitativos. Con el paso de los días se obtuvo una reducción de la relación hoja/tallo, un incremento de la altura de la planta, así como de la cobertura y de la cantidad de materia seca (MS) por hectárea, obteniéndose, al cabo de los 63 días de experimento, una producción de 3087 kg/ha de MS sin fertilización. Se observó un incremento positivo ($p < 0,01$), en función del tiempo, del rendimiento por hectárea tanto de la materia seca del tallo (MST/ha) como de su proteína bruta (PBT/ha), así como del porcentaje de fibra ácido detergente (FAD) tanto en tallo como en hoja. Sin embargo, los porcentajes de PB disminuyeron al cabo de los 63 días, desde el 18,9% al 14,2% en la hoja y desde 12,9% al 8,5% en el tallo.

Palabras claves: Forraje, tropical, germinación, producción

**ESTABLISHMENT EVALUATION OF THE *Brachiaria decumbens* cv ‘Basilisk’
IN A LOCATED PROPERTY ON THE SECTOR BURÍA-LONDRES,
ESTADO DE LARA (VENEZUELA)**

SUMMARY

The rehearsal was carried out in a property located in the municipio Simón Planas, Estado Lara, Venezuela. An experimental parcel of *Brachiaria decumbens* cv ‘Basilisk’ was settled up in an area of 2000 m². First a germination test in trays was carried out, obtaining 33 germination %; later on two evaluations in the field were carried out, being 37,56 and 34.56 germination %. For the evaluation of the grass an experimental design was carried out, totally at random, with 4 treatments; that is, 42, 49, 56 and 63 days of age of the pasture. The measurement starting from the 20 cm of height was achieved, determining the value of some quantitatives and qualitatives parameters. In the course of time, the relation leaf/stem decreased, while the height, covering and dry matter (MS) increased, obtaining after 63 days 3.087 kg/ha of MS without fertilization. A highly significant effect was observed ($p < 0.01$) in time for the yield of the stem’s dry matter (MST/ha) and her crude

protein (PBT/ha) as soon acid detergent fibre % for leaf and stem. However, the percentages of PB diminished with the age, from 18.9% to 14.2% for leaf and from 12.9% to 8.5% for stem, in 63 days of growth of the grass.

Key words: Forage, tropical, germination, production.

INTRODUCCIÓN

Los forrajes son la base fundamental de la alimentación de la mayoría de los sistemas de producción pecuaria en el trópico, constituidos en un alto porcentaje por gramíneas naturales e introducidas, presentando alguna de ellas un extraordinario potencial de producción bajo condiciones de manejo adecuado. No obstante, la producción forrajera varía de acuerdo a las épocas o condiciones climáticas imperantes en el trópico, las cuales conducen a una disponibilidad abundante de pasto durante la época de lluvias, mientras que durante la época de sequía se produce una situación crítica por la escasez y baja calidad de los mismos, ocasionando pérdidas de peso en los animales, reducción en la producción de leche y efectos negativos sobre las tasas de crecimiento y reproducción del rebaño.

En el sector Buría-Londres del municipio Simón Planas se ha incrementado la explotación agropecuaria en los últimos diez años, pero los rendimientos obtenidos en la producción de pastos en algunas unidades de producción del sector no son los más satisfactorios, probablemente debido al incipiente conocimiento sobre el manejo de especies forrajeras, aún escasas en número, recientemente establecidas; todo ello sumado a que esta zona presenta un periodo de poca o nula precipitación, muy marcado, que influye directamente en la producción de forraje. Actualmente es, pues necesario contar con otras especies alternativas para así disminuir las posibilidades de riesgos en el caso de ataques de plagas o condiciones climáticas que puedan diezmar la persistencia. Por esta razón, se plantea la necesidad de realizar ensayos con otras especies forrajeras altamente resistentes a condiciones de sequía prolongada, como lo han demostrado varias especies del género *Brachiaria*.

El cultivar de éste género de las gramíneas más conocido es *Brachiaria decumbens* cv 'Basilisk' (pasto alambre, pasto decumbens, pasto barrera, etc.). Es un cultivar perenne que alcanza el metro de altura en floración, siendo tolerante a la sequía y aguantando mal las inundaciones (Fisher *et al.*, 1994), pese a que los mayores rendimientos se obtienen en épocas de lluvia o al aplicar riego (Ramírez, 2001). Se adapta bien a suelos ácidos y consigue buenos rendimientos de producción sin fertilización (Botrel, 1990). Al igual que otras gramíneas tropicales, a medida que madura, el contenido de fibra se incrementa, con la consiguiente pérdida de digestibilidad, y el de proteína bruta disminuye (Ramírez, 2001). Este cultivar presenta problemas de establecimiento, ya que su semilla tiene problemas de latencia, aumentando el porcentaje de germinación al incrementarse el tiempo de almacenamiento (González, 1977). Forma, en definitiva, un pasto de alto rendimiento resistente al pisoteo, siendo su uso preferente por pastoreo, aunque puede usarse también como pasto de siega.

Con la presente investigación se pretende estudiar el establecimiento de este cultivar en dicha zona, con el fin de obtener una diversificación del forraje utilizado; pero, más importante aún, asegurar el suministro de la cantidad de materia seca requerida por el ganado bovino, a lo largo de todo el año, sin obviar el suministro de un forraje que

contenga un buen porcentaje de proteína bruta. Por otra parte, existen factores limitantes como, por ejemplo, la irregularidad de las lluvias, la proliferación de malezas y el valor cultural de las semillas, lo cual puede incidir negativamente en el establecimiento, persistencia y producción de la especie forrajera bajo estudio.

Para llevar a cabo tales fines, se planteó como objetivo evaluar el porcentaje de germinación de la especie y estimar durante el período de establecimiento algunos parámetros, a saber, porcentaje de cobertura del pasto, porcentaje de suelo desnudo, porcentaje de malezas, altura, relación hoja/tallo, rendimiento por hectárea, así como proteína bruta y fibra para las fracciones hoja y tallo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado durante el año 2001, en el ciclo de lluvias (mayo-septiembre), en la unidad de producción El Tropiezo, ubicada en el Municipio Simón Planas del Estado Lara, Venezuela. El régimen pluviométrico de la zona presenta un promedio anual que oscila entre 1000 y 1200 mm, el cual se manifiesta generalmente entre los meses de abril y noviembre. Durante los meses de mayo a septiembre se registran lluvias de alta intensidad pero de corta duración. La temperatura media anual es de 27°C. El clima de la zona se corresponde con un bosque seco tropical. El área experimental corresponde a un suelo de origen sedimentario, en posición fisiográfica de bajío y del orden Entisol (Fluvaquentic Ustropepts) fino 80%. En el estrato de suelo de cero a 20 cm la fertilidad es relativamente alta con un contenido de 42 ppm de P, 280 ppm de K, 5,9 % de materia orgánica y un pH de 7,4. La textura es arcillo limosa y presenta niveles de salinidad relativamente altos. En el siguiente estrato, de 20 a 40 cm, los niveles de fertilidad tienden a disminuir ligeramente así como el nivel de salinidad.

En primer lugar, se realizó la prueba de germinación. Se tomaron cuatro bandejas y se rellenaron con suelo de la parcela experimental, luego se desinfectó el sustrato con agua caliente. Se procedió a sembrar cien semillas del pasto en cada bandeja, para luego contabilizar las plántulas emergidas. Asimismo, se dispuso de una parcela de 2500 m² que fue sembrada a razón de 5 kg/ha de semilla certificada. La siembra se efectuó a principios de junio, luego se realizó una prueba de germinación el 14 de junio de 2001. Para el muestreo se utilizó un cuadrado de 1 m², con diez repeticiones en forma de zigzag, con una frecuencia de 14 días para un total de dos muestras. Las variables evaluadas fueron el número de plántulas emergidas por m² y la altura de las plántulas (cm).

Para la evaluación de la pradera se empleó un diseño de experimentos completamente al azar, con cuatro tratamientos (42, 49, 56 y 63 días de edad del pastizal) y 10 repeticiones por tratamiento. Las mediciones se realizaron a partir de los 20 cm de altura, determinando la altura del pasto (cm), peso de la materia fresca y seca (kg), suelo desnudo (%), cobertura (%), maleza (%) y relación hoja/tallo. Para estas evaluaciones se utilizó un marco de 0,25 m², tomando las muestras a 10 cm del suelo. Las muestras de pasto obtenidas en la evaluación de campo fueron sometidas al correspondiente análisis bromatológico: Proteína bruta (PB) por el método Wendee y fibra (FND y FAD) por el método de Van Soest (1963).

Para el análisis de los resultados obtenidos se empleó el paquete estadístico Statistix; separando las medias de tratamientos mediante la prueba de Turkey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la prueba de germinación realizada se obtuvieron como resultados máximos 36 % de germinación para dos bandejas y 30 y 31 % para las dos restantes. Estos resultados son inferiores al porcentaje de germinación garantizado según las especificaciones de certificación del producto (80%). Los resultados obtenidos en la evaluación de germinación en campo, fueron ligeramente similares a los valores reportados según la prueba de germinación en bandejas. En las dos evaluaciones realizadas en campo se obtuvo 38% y 34% de germinación, respectivamente. La densidad de siembra pudo incidir en los resultados obtenidos; también hubo condiciones que no se controlaron como los posibles ataques de plagas y patógenos, así como las condiciones agroecológicas. Por todo ello, es necesario realizar un ajuste de la densidad de siembra cuando tratemos con semilla de esta calidad.

En la evaluación de la pradera hemos registrado incrementos esperados de la altura y del rendimiento de la materia seca por hectárea (MS) hasta un valor de 3087,4 kg/ha al cabo de 63 días de establecimiento (Tabla 1). Esto último concuerda con los resultados obtenidos por otros autores (Alvarado y Arriojas, 1990; Brito y González, 2001). El porcentaje de cobertura (COB) es muy bajo en las primeras mediciones, debido a la forma de crecimiento del cultivar, en forma decumbente y cespitosa, para obtener un 33% de cobertura al final del ensayo. El porcentaje de malezas (MAL) aumentó de forma progresiva hasta un 43%, luego decayó a un 21%, posiblemente por el efecto de competencia y cobertura de la *B. decumbens*. La relación hoja/tallo (H/T) en cada una de las fechas estudiadas es descendente. La elevada relación obtenida a los 42 días se debe a que la planta en ese momento presenta una estructura arrositada, con menor formación de tallo, debido a su inmadurez. A partir de los 49 hasta los 63 días comienza a disminuir la relación hoja/tallo como consecuencia de una mayor elongación de los tallos y una respuesta a las condiciones ambientales, principalmente al fotoperíodo. En condiciones tropicales, Virguez (1987) explica, como un efecto del fotoperíodo, el hecho de que muchas especies forrajeras florezcan a una edad muy temprana al final del periodo lluvioso.

Tabla 1. Evaluación del pasto obtenido en las diferentes fechas de recolección.

Fecha	Días	Altura(cm)	H/T	SD (%)	COB (%)	MAL (%)	MS (kg/ha)
12/07/2001	42	24,2	2,53	52,2	17,8	30,0	332,1
19/07/2001	49	34,0	1,25	46,3	18,9	34,0	522,5
26/07/2001	56	37,3	0,92	37,2	19,9	42,9	1085,1
02/08/2001	63	54,6	0,86	45,1	32,7	21,2	3087,4

H/T: relación hoja/tallo. SD: % de suelo desnudo. COB: % de cobertura. MAL: % de malezas. MS: kg de materia seca por hectárea.

Con respecto a las distintas fracciones (tallo y hoja), no se observan diferencias significativas por efecto de la edad de corte en la producción de materia seca y proteína bruta por hectárea en la hoja (Tabla 2). En cambio, el porcentaje de materia seca en hoja se incrementa progresivamente, siendo la acumulación de fotoasimilados lenta al principio

y máxima cuando la planta está próxima a la floración. Por el contrario, el porcentaje de proteína bruta en hoja disminuye considerablemente con la edad (Figura 1); aún así, se obtienen rendimientos superiores (entre el 14 el 19 %) a los registrados en la bibliografía (Carvalho *et al.*, 2000).

En el tallo, por el contrario, sí que se observa incremento estadísticamente significativo tanto en la producción de materia seca por hectárea como en la de proteína bruta (Tabla 2); esto concuerda con el mayor desarrollo del tallo en ausencia de déficit hídrico y con el adecuado fotoperíodo (Monsalve, 1979). Asimismo, el porcentaje de materia seca en el tallo se incrementó con el tiempo, como ocurría en la hoja, y el porcentaje de proteína bruta en esta misma fracción tendió a un descenso paulatino paralelo al de la hoja (figura 1) pero con valores aceptables, sin llegar a ser tan bajos como para comprometer su valor forrajero (Lindorf, 1991).

Tabla 2. Producción de materia seca y proteína bruta en cada fracción en las diferentes fechas de recolección.

Variables	Fecha de recolección (días)				
	42	49	56	63	Probabilidad
kg de MS en hoja/ha	208,1	186,1	369,9	707,9	0,1022 ^{ns}
kg de MS en tallo/ha	61,9 ^c	97,5 ^{bc}	387,6 ^{ab}	792,3 ^a	0,0003 ^{**}
kg de PB en hoja/ha	39,6	30,4	60,2	100,7	0,2006 ^{ns}
kg de PB en tallo/ha	8,0 ^b	10,2 ^b	39,7 ^{ab}	68,0 ^a	0,0015 ^{**}

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias entre medias de tratamientos.

** = Altamente significativo ($p < 0,01$). ns = No significativo ($p > 0,05$).

MS: materia seca. PB: Proteína bruta.

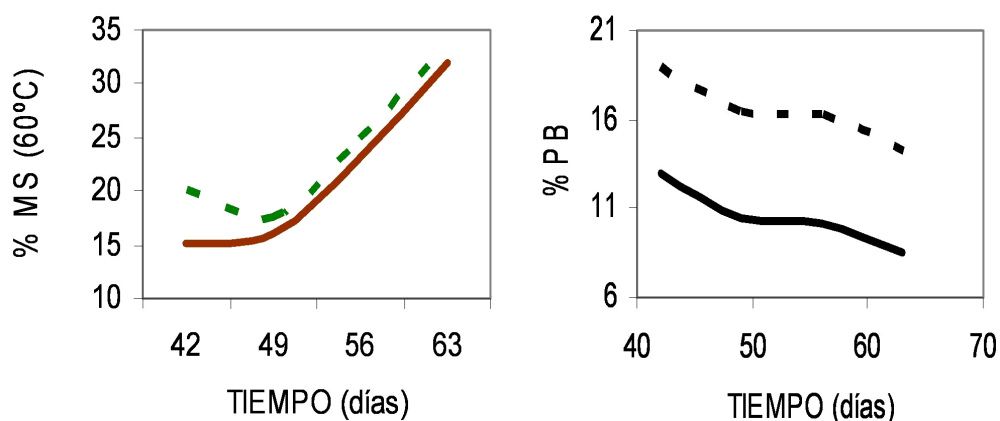


Figura 1. Porcentaje de materia seca (MS) y proteína bruta (PB) en hoja y tallo en función del tiempo (hoja -----, tallo _____)

Con respecto al porcentaje de fibra, hemos observado incrementos notorios tanto en tallo como en hoja de la fibra ácido detergente (FAD), como cabría esperar debido al incremento de los elementos estructurales en los tejidos. En cambio, la evolución del porcentaje de la fibra neutro detergente (FND) no está tan clara (Figura 2), sobre todo en la hoja, donde existe un descenso de los valores porcentuales por movilización de los nutrientes orgánicos de las hojas a medida que se acerca el momento de la floración, de acuerdo con lo observado por Carvalho *et al.* (2000) y Brito y González (2001).

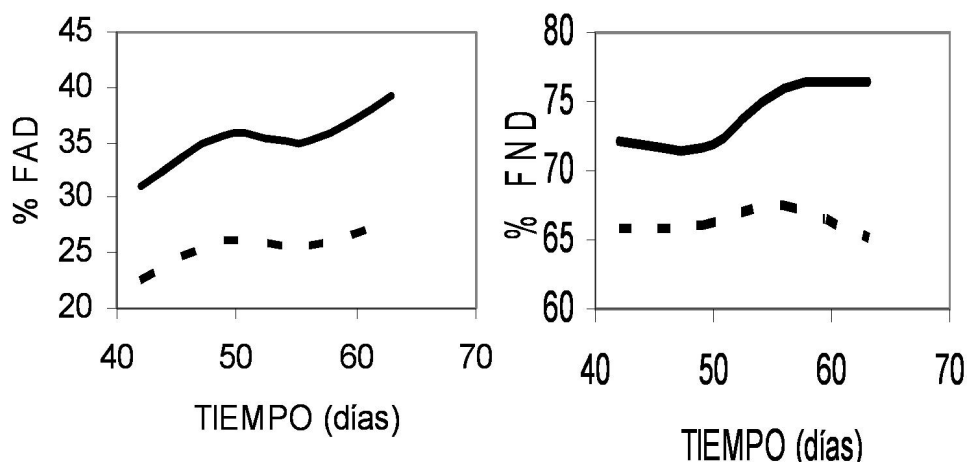


Figura 2. Porcentaje de fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND) en hoja y tallo en función del tiempo (hoja -----, tallo _____)

CONCLUSIONES

El porcentaje de germinación de la *Brachiaria decumbens* cv 'Basilisk' fue bajo, por lo menos al compararlo con los valores especificados en la tarjeta de certificación de la misma. La relación hoja/tallo del pasto disminuyó a medida que se desarrollaba la planta, a la vez que las variables cuantitativas aumentaron a medida que se desarrolló el pasto. El rendimiento (kg de MS/ha) aumentó a medida que crecía el pastizal, desde 332,1 hasta 3087,4. Mientras el pasto se desarrollaba, aumentaban sus porcentajes de materia seca y fibra ácido detergente, a la vez que disminuía el de proteína bruta, aunque los valores para este parámetro eran en todo momento aceptables desde el punto de vista nutritivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, A.; ARRIOJAS, L., 1990. Estudio sobre henificación del pasto barrera (*Brachiaria decumbens*) en condiciones de sabana del Piedemonte barinés. Zootecnia Tropical.

BOTREL, M., 1990. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*.

BRITO, M.; GONZÁLEZ, F., 2001. Evaluación agronómica de la asociación de dos leguminosas forrajeras (*Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*), con una gramínea (*Brachiaria decumbens*). Trabajo especial de grado. UCLA- Agronomía. Barquisimeto (Venezuela).

CARVALHO, M.; DEBARROS, J.; XAVIER, D.; FREITES, V.; AROEIRA, L., 2000. Composición química del forraje de *B. decumbens* asociada con tres leguminosas arbóreas.

FISHER, M.; RAO, I.; LISCANO, C., 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas.

GONZÁLEZ, N., 1977. Factores que influyen en la germinación de la semilla del pasto *Brachiaria. Brachiarias*. Revista ICA.

LINDORF, H.; PARISCA, L.; RODRÍGUEZ, P., 1991. Botánica. 2ª edición. UCV. Venezuela.

MONSALVE, J.; BERNAL, F.; MILLAMIZAR, M., LOTERO L., 1979. Factores ecológicos en la producción de forrajes. *Pastos y forrajes*- ICA. Bogotá Colombia.

RAMÍREZ, R., 2001. Evaluación agronómica y utilización a pastoreo del pasto *Brachiaria decumbens* *Staff* bajo diferentes dosis de nitrógeno en la zona de Aroa, Municipio Bolívar. Estado Yaracuy.

VAN SOEST, P., 1963. Use of detergents in the analysis of the fibrous feeds. A resid method for determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Official Agro. Chem.* 46(5):829.

VIRGUEZ, D., 1997. El clima y los pastos. Guía de clases. Cátedra de Forrajicultura. Decanato de Agronomía. UCLA. (Venezuela).

PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE VARIEDADES COMERCIALES DE SORGO FORRAJERO Y DE HÍBRIDOS DE SORGO x PASTO DEL SUDÁN NORMALES Y 'BROWN MIDRIB', EN EL NORDESTE DE CATALUÑA

J. SERRA GIRONELLA¹, J. SALVIA FUENTES¹ Y M. SOLSONA POBES².

¹ Àrea de Conreus Extensius. IRTA-Fundació Mas Badia. Estació Experimental Agrícola Mas Badia. 17134 La Tallada d'Empordà (Girona). ² Semillas Fitó, S.A. Avinguda de Lleida, 64. 25250 Bellpuig (Lleida).

RESUMEN

En 2001 y 2002 se han ensayado conjuntamente las variedades de sorgo forrajero 'Beefbuilder' y 'Néctar', híbridos de sorgo x pasto del Sudán normales 'Grazer' y 'Hay-day' e híbridos bmr 'Digestivo' y 'SF 2003', con el objetivo de evaluar la adaptación de estos últimos a las condiciones de cultivo del noreste de España. Los ensayos se han realizado en un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y un tamaño de la parcela elemental de seis metros cuadrados. Se ha determinado la producción, composición y valor nutritivo del forraje. En el conjunto de los dos años no se han observado diferencias significativas en la producción de materia orgánica digestible anual entre variedades, aunque el comportamiento de éstas ha diferido en función del año de ensayo. Analizando por separado cada uno de los cortes, se ha observado una menor producción de los híbridos bmr en comparación con los híbridos normales, en el segundo corte. Las variedades de híbridos bmr han presentado un contenido en lignina entre un 28 y 23 % inferior y una digestibilidad entre un 20 y 18 % superior en comparación con las híbridos normales.

Palabras clave: Ensayo de variedades, híbrido de sorgo por pasto del Sudán, composición bromatológica, lignina, digestibilidad.

YIELD AND NUTRITIVE VALUE OF COMMERCIAL VARIETIES OF FORAGE SORGHUM AND NORMAL AND 'BROWN MIDRIB' SORGHUM x SUDAN GRASS HYBRIDS, IN THE NORTHEAST OF CATALONIA.

SUMMARY

On 2001 and 2002 different varieties of forage sorghum ('Beefbuilder' and 'Néctar'), normal sorghum x Sudan grass hybrids ('Grazer' and 'Hay-day') and bmr hybrids ('Digestivo' and 'SF 2003') were included together in several trials with the aim of evaluating their adaptation to the northeast of Spain growth conditions. A randomised block design with three replicates was performed. Elemental plots had a surface of 6 m². Yield, bromatologic composition and nutritive value were determined for each single plot. There has not been observed any significant difference among varieties for annual digestible organic matter yield when data from both years was analysed together, although the behaviour of the varieties has been different for each year. When digestible organic matter yield have been analysed for each single cut, a lower yield for bmr hybrids than for normal have been observed in the second cut. Bmr hybrids have shown a lignin content 28 to 33 % lower and a digestibility 18 to 20 % higher than normal hybrids.

Key words: Variety-trials, sorghum x sudangrass, nutritive value, lignin, digestibility

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Girona, durante los meses de verano, los dos cultivos forrajeros anuales con una mayor superficie de cultivo son el maíz y el sorgo con 12 130 y 3956 ha, respectivamente (DARP, 2004). Este último presenta una mejor adaptación al estrés hídrico, cultivándose principalmente en superficies de secano. La mayoría de las comparaciones entre el forraje producido por estos cultivos, indican que las vacas alimentadas con sorgo ingieren un alimento menos digestible y producen una menor cantidad de leche (Owens *et al.*, 1957; Lance *et al.*, 1964).

Porter *et al.* (1978) caracterizaron por primera vez mutantes ‘brown midrib’ (bmr) en el cultivo del sorgo, si bien éstos habían sido identificados con anterioridad en el cultivo del maíz (Jorgenson, 1931). Estos mutantes se caracterizan por presentar una pigmentación marrón en el nervio central de la hoja y en el tallo, y producen normalmente un forraje de mayor digestibilidad, como consecuencia de un menor contenido en lignina (Porter *et al.*, 1978; Hanna *et al.*, 1981; Cherney *et al.*, 1986). Diversos autores (Lusk *et al.*, 1984; Grant *et al.*, 1995; Oliver *et al.*, 2004) no han encontrado diferencias significativas en la digestibilidad y en la producción de leche entre vacas alimentadas con ensilados de algunos sorgos bmr y de maíz convencional.

Estos últimos años se han empezado a introducir en España híbridos de sorgo por pasto del Sudán (SxP) bmr. Las empresas comercializadoras destacan un rendimiento similar al de los sorgos convencionales y una mayor calidad. El objetivo de estos ensayos es evaluar la adaptación de los SxP bmr a las condiciones de cultivo del noreste peninsular, determinando su productividad y valor nutritivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 2001 y 2002 se han realizado dos ensayos de variedades de sorgo forrajero en la Estació Experimental Agrícola Mas Badia, situada en la Tallada d’Empordà (Girona), sobre un suelo de origen aluvial, con una textura en el horizonte superficial franca. Se han ensayado seis variedades, de las cuáles ‘Beefbuilder’ y ‘Néctar’ son sorgos forrajeros, ‘Grazer’ y ‘Hay-day’ son SxP, y ‘Digestivo’ y ‘SF 2003’ son SxP bmr. El diseño de los ensayos ha sido de bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de la parcela elemental ha sido de seis metros cuadrados (cinco metros de largo por 1,2 m de ancho).

La siembra de todas las variedades se ha realizado, los dos años, a mediados del mes de Mayo con una sembradora de microparcels a una dosis de 35 kg ha⁻¹. El abonado de fondo ha consistido en 100 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O. En cobertera se han aportado 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno en forma de nitrato amónico 33,5 % después del primer corte en cada parcela. El aprovechamiento forrajero se ha efectuado en el momento de aparición de la panícula, lo que ha representado la realización de dos cortes en todas las variedades. Los ensayos se han realizado en regadío, habiéndose efectuado cuatro y dos riegos en 2001 y 2002, respectivamente.

Se ha determinado, en todas las parcelas, la producción de forraje; el porcentaje de materia seca (mediante el secado en una estufa de aire forzado a 60° C hasta peso constante); el contenido en cenizas, en extracto etéreo (EE) y en proteína bruta (PB) (MAPA, 1994); el contenido en fibra ácido detergente (FAD), en fibra neutro detergente (FND) y en lignina (Van Soest *et al.*, 1991); y la digestibilidad enzimática por el método

FND-celulosa (DCEL) (Riveros y Argentería, 1987). Estas determinaciones se han realizado en el Laboratori Agroalimentari del DARP de Cabrils (Barcelona).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de materia orgánica digestible (PMOD) media de todas las parcelas ha sido de 9,5 Mg ha⁻¹. No se han observado diferencias significativas en la PMOD, resultante de la suma de los dos cortes, entre los dos años de ensayo (p-valor = 0,3776); aún así, en el primer corte se ha obtenido una producción significativamente superior en 2002 y en el segundo corte, en 2001 (Tabla 1).

Tabla 1.- Producción de forraje de las variedades de sorgo forrajero ensayadas en La Tallada d'Empordà (Girona), durante 2001 y 2002.

Variedad	Primer corte		Segundo corte		Total	
	Producción de materia seca (Mg ha ⁻¹)	Producción de MOD* (Mg ha ⁻¹)	Producción de materia seca (Mg ha ⁻¹)	Producción de MOD* (Mg ha ⁻¹)	Producción de materia seca (Mg ha ⁻¹)	Producción de MOD* (Mg ha ⁻¹)
Año 2001						
Beefbuilder	12,8 ab	4,7 ab	13,6 ab	5,6 a	26,5 a	10,3 ab
Digestivo	10,3 bc	4,3 ab	6,9 bc	3,0 ab	17,2 bc	7,2 bc
Grazer	14,4 a	5,4 a	15,5 a	5,9 a	29,9 a	11,2 a
Hay-day	11,1 abc	3,9 ab	14,2 a	5,1 ab	25,3 ab	8,9 abc
Néctar	8,3 c	3,3 b	5,6 c	2,2 b	13,9 c	5,5 c
SF 2003	11,3 abc	4,9 a	11,6 abc	5,2 ab	23,0 ab	10,1 ab
Variedad (p-valor)	0,0070	0,0109	0,0022	0,0081	0,0006	0,0026
Año 2002						
Beefbuilder	21,1 a	8,5 ab	6,6 ab	2,9	24,6	11,5
Digestivo	20,0 a	9,5 a	5,4 ab	2,7	25,4	12,2
Grazer	18,6 a	7,4 ab	5,1 ab	2,2	23,7	9,6
Hay-day	15,2 ab	6,0 b	7,7 a	3,2	22,9	9,1
Néctar	16,9 ab	7,4 ab	5,1 ab	2,5	22,1	9,9
SF 2003	12,3 b	5,6 b	4,8 b	2,4	17,1	8,0
Variedad (p-valor)	0,0043	0,0196	0,0261	0,3543	0,0863	0,0561
Tratamiento conjunto de 2001 y 2002						
Variedad (p-valor)	0,3346	0,5142	0,3209	0,4738	0,4666	0,7346
Año (p-valor)	0,0081	0,0073	0,0208	0,0384	0,9980	0,3776
Interacción año por variedad (p-valor)	0,0017	0,0032	0,0012	0,0046	0,0007	0,0006

Los valores de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Tukey ($\alpha=0,05$). * MOD: Materia orgánica digestible.

Las variedades de SxP bmr han presentado valores de la PMOD que no han diferido en su conjunto de las de SxP (p-valor = 0,5347); sin embargo, en el segundo corte, los rendimientos de los SxP bmr han sido inferiores (p-valor = 0,0357), consecuencia probablemente de una menor capacidad de rebrote (Tabla 2). Con los resultados de ensayos realizados en el regadío de Lleida, Borràs *et al.* (2002) han sugerido también una mayor productividad de las variedades de SxP frente a los sorgos forrajeros híbridos y SxP bmr, que ha sido debida a su mejor capacidad de rebrote.

Tabla 2.- Comparación de la producción de forraje de los híbridos de sorgo por pasto del Sudán ‘brown midrib’ con la de los normales, en los ensayos realizados en La Tallada d’Empordà (Girona), durante 2001 y 2002, en función del corte.

	Primer corte		Segundo corte		Total	
	Producción de materia seca (Mg ha ⁻¹)	Producción de MOD* (Mg ha ⁻¹)	Producción de materia seca (Mg ha ⁻¹)	Producción de MOD* (Mg ha ⁻¹)	Producción de materia seca (Mg ha ⁻¹)	Producción de MOD* (Mg ha ⁻¹)
Variedades de sorgo por Pasto del Sudán ‘bmr’	13,5	6,1	7,2	3,3	20,6	9,4
Variedades de sorgo por Pasto del Sudán	14,8	5,7	10,6	4,1	25,5	9,7
Contraste ortogonal (p-valor)	0,0576	0,2462	0,0002	0,0357	0,0010	0,5347

*MOD: Materia orgánica digestible.

En el conjunto de los dos años de ensayo, la PMOD no ha variado de forma significativa entre las variedades ensayadas (p-valor = 0,7346). Sin embargo, el comportamiento productivo de éstas ha diferido en función de la campaña, incluso analizando por separado cada uno de los cortes. En 2001 se han observado diferencias significativas entre variedades (p-valor = 0,0026), destacando ‘Grazer’, ‘Beefbuilder’ y ‘SF 2003’ con rendimientos que superan a ‘Néctar’ y ‘Digestivo’. En los dos cortes, ‘Grazer’ ha presentado producciones superiores a ‘Néctar’. En 2002 no se han observado diferencias significativas entre variedades en la PMOD conjunta de los dos cortes (p-valor = 0,0561); si bien, considerando únicamente el primero, la producción de ‘Digestivo’ es superior a ‘SF2003’. En otros ensayos, realizados en condiciones ambientales similares, no siempre se han observado diferencias significativas de producción entre estas variedades, si bien, en algunos casos, los datos han mostrado una mayor productividad de ‘Beefbuilder’ frente a ‘Néctar’ (Serra *et al.*, 2002) o lo han sugerido de ‘Grazer’ frente a ‘SF 2003’, ‘Digestivo’ y ‘Beefbuilder’ (Borràs *et al.*, 2002).

En la Tabla 3 se muestra la composición del forraje en los dos cortes. Cabe destacar las diferencias que se han observado entre variedades en el contenido en lignina, donde ‘Digestivo’, ‘SF2003’ y ‘Néctar’ han mostrado, en los dos cortes, valores inferiores a ‘Beefbuilder’ y ‘Hay-day’. En su conjunto, las variedades de SxP bmr han presentado, en todos los cortes, un contenido inferior en FAD y en lignina en comparación con las de SxP (Tabla 4). En el primer corte las diferencias han sido del 4 % (39,3 *versus* 41,1 %) en el contenido en FAD y del 28 % (3,9 *versus* 5,4 %) en lignina; mientras que en el segundo corte han sido del 8 % (38,2 *versus* 41,4 %) y del 23 % (4,4 *versus* 5,7 %), respectivamente.

En una comparación entre sorgo bmr y convencional, Lusk *et al.* (1984) han citado una reducción del 24 % en el contenido en lignina. Con anterioridad, Porter *et al.* (1978) habían obtenido reducciones comprendidas entre el 5 y el 51 % en tallos y entre el 5 y el 25 % en hojas, dependiendo del tipo de mutante.

Tabla 3.- Composición bromatológica y digestibilidad de las variedades de sorgo forrajero, ensayadas en La Tallada d'Empordà (Girona), durante 2001 y 2002, en función del corte.

Variedad	Contenido en cenizas (% s.m.s.)	Contenido en extracto etereo (% s.m.s.)	Contenido en proteína bruta (% s.m.s.)	Contenido en FAD (% s.m.s.)	Contenido en FND (% s.m.s.)	Contenido en lignina (% s.m.s.)	Digestibilidad FND-celulasa (% s.m.o)
Primer corte							
Beefbuilder	6,8 b	1,22 c	8,7 b	40,6	66,2	5,62 a	41,8 bc
Digestivo	8,3 ab	1,34 abc	9,9 ab	39,6	66,8	3,62 c	48,7 a
Grazer	7,3 ab	1,31 bc	9,3 ab	41,3	67,0	5,35 ab	41,6 c
Hay-day	8,2 ab	1,48 ab	10,9 a	41,0	68,2	5,44 a	40,1 c
Néctar	8,3 ab	1,33 abc	9,5 ab	40,0	65,0	4,75 abc	45,3 ab
SF 2003	8,5 a	1,53 a	10,7 ab	39,1	65,8	4,12 bc	49,0 a
Variedad (p-valor)	0,0375	0,0109	0,0430	0,6199	0,1296	0,0049	0,0006
Año (p-valor)	0,0157	<0,0001	0,9978	0,2313	0,4470	0,7381	0,4721
Interacción año por variedad (p-valor)	0,7315	0,9595	0,7720	0,2979	0,6982	0,7128	0,8839
Segundo corte							
Beefbuilder	6,5	1,15	7,9	40,2 ab	64,9 ab	5,63 a	45,7 ab
Digestivo	6,7	1,19	8,6	39,0 ab	65,8 ab	4,75 ab	49,5 a
Grazer	6,5	1,11	8,9	40,5 ab	67,2 a	5,32 ab	43,2 b
Hay-day	6,6	1,01	8,6	42,2 a	67,9 a	6,13 a	41,1 b
Néctar	6,1	0,99	7,5	38,2 b	62,5 b	4,99 ab	46,8 ab
SF 2003	6,8	1,20	9,6	37,4 b	64,8 ab	4,03 b	50,2 a
Variedad (p-valor)	0,6725	0,1151	0,2503	0,0228	0,0221	0,0169	0,0065
Año (p-valor)	0,0016	0,9153	0,0733	0,1597	0,6074	0,3168	0,0186
Interacción año por variedad (p-valor)	0,0941	0,6837	0,2917	0,5613	0,6196	0,1520	0,4052

Los valores de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según el test de Tukey ($\alpha=0,05$). * FAD: Fibra ácido detergente; FND: Fibra neutro detergente.

La DCEL de los SxP bmr ha superado en un 20 % (48,8 *versus* 40,8), en el primer corte, y en un 18 % (49,8 *versus* 42,1 %), en el segundo, a los SxP (Tabla 4). Resultados publicados en Porter *et al.* (1978) han mostrado incrementos máximos del 33 % en la digestibilidad de la materia seca comparando sorgos convencionales y mutantes bmr. También se han observado diferencias significativas entre variedades, siendo los valores de la DCEL correspondientes a los SxP bmr ‘SF 2003’ y ‘Digestivo’ superiores a los de los SxP ‘Grazer’ y ‘Hay-day’ (Tabla 3). Los sorgos forrajeros ‘Néctar’ y ‘Beefbuilder’ han presentado valores de la digestibilidad comprendidos entre los SxP bmr y los SxP.

Tabla 4.- Comparación de la composición bromatológica y de la digestibilidad de los híbridos de sorgo por pasto del Sudán ‘brown midrib’ con la de los normales, en los ensayos realizados en La Tallada d’Empordà (Girona), durante 2001 y 2002, en función del corte.

	Contenido en proteína bruta (% s.m.s.)	Contenido en FAD (% s.m.s)	Contenido en FND (% s.m.s.)	Contenido en lignina (% s.m.s.)	Digestibilidad enzimática FND-celulosa (% s.m.o)
Primer corte					
Variedades de sorgo por Pasto del Sudán ‘bmr’	10,3	39,3	66,3	3,9	48,8
Variedades de sorgo por Pasto del Sudán Contraste ortogonal (p-valor)	10,1 0,7191	41,1 0,0473	67,6 0,1405	5,4 < 0,0001	40,8 < 0,0001
Segundo corte					
Variedades de sorgo por Pasto del Sudán ‘bmr’	9,1	38,2	65,3	4,4	49,8
Variedades de sorgo por Pasto del Sudán Contraste ortogonal (p-valor)	8,8 0,5226	41,4 0,0003	67,5 0,0143	5,7 < 0,0001	42,1 < 0,0001

* FAD: Fibra ácido detergente; FND: Fibra neutro detergente.

CONCLUSIONES

Las variedades de SxP bmr (‘Digestivo’ y ‘SF 2003’) no difieren significativamente en la PMOD conjunta de todos los cortes, de las de SxP (‘Grazer’ y ‘Hay-day’) y sorgo forrajero (‘Beefbuilder’ y ‘Néctar’); si bien, su comportamiento puede diferir en función del año. Los SxP bmr presentan una menor PMOD en el segundo corte en comparación con los SxP.

La DCEL de las variedades de SxP bmr supera en un 20 y 18 %, dependiendo del corte, a las de SxP, como consecuencia, principalmente, de un contenido en lignina inferior en un 28 y 23 % y, también, un contenido en FAD más bajo. Los sorgos forrajeros ‘Beefbuilder’ y ‘Néctar’ presentan unos valores de DCEL comprendidos entre los SxP bmr y los SxP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORRÀS, G.; LÓPEZ QUEROL, A.; LÓPEZ FERNÁNDEZ, A.; BAGÀ, M.; LLOVERAS, J., 2002. Capacitat productiva i avaluació de varietats de sorgo farratger, 'Pasto del Sudán' i híbrids als regadius de Lleida. *Catalunya Rural i Agrària*, **90**, 30-32.

CHERNEY, K.J.; MOORE, K.J.; VOLENEC, J.J., AXTELL, J.D., 1986. Rate and extent of digestion of cell wall components of brown-midrib sorghum species. *Crop Sci.*, **26**, 1055-1059.

DARP, 2004. *Estadístiques agràries i pesqueres de Catalunya any 2000*. Edición Generalitat de Catalunya. DARP. Gabinet Tècnic, 258 pp. Barcelona (España).

GRANT, R.J.; HADDAD, S.G.; MOORE, K.J.; PEDERSEN, J.F., 1995. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **78**, 1970-1980.

HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; GAINES, T.P., 1981. IVDMD, total sugars, and ligning measurements on normal and brown midrib (bmr) sorghums at various stages of development. *Agron. J.*, **73**, 1050-1052.

JORGENSON, L.R., 1931. Brown midrib in maize and its linkage relations. *J. Am. Soc. Agron.*, **23**, 549-557.

LANCE, R.D.; FOSS, D.C.; KRUEGER, C.R.; BAUMGARDT, B.R.; NIEDERMIER, R.P., 1964. Evaluation of corn and sorghum silages on the basis of milk production and digestibility. *J. Dairy Sci.*, **47**, 254.

LUSK, J.W.; KARAU, P.K.; BALOGU, D.O, GOURLEY, L.M., 1984. Brown midrib sorghum or corn silage for milk production. *J. Dairy Sci.*, **67**, 1739-1744.

MAPA, 1994. *Métodos oficiales de análisis de piensos y materias primas*. Edición MAPA, 782 pp. Madrid (España).

OLIVER, A.L.; GRANT, R.J.; PEDERSEN, J.F.; O'REAR, J., 2004. Comparison of brown midrib-6 and -18 forage sorghum with convencional sorghum and corn silage in diets of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, **87**, 637-644.

OWENS, J.R.; MILES, J.T.; COWSERT, W.C.; LUSK, J.W.; CUSTER, E.W.; CARDWELL, J.T., 1957. Feeding value of corn and sorghum silage for milk production. *J. Dairy Sci.*, **40**, 1554.

PORTER, K.S.; AXTELL, J.D.; LECHTENBERG, V.L.; COLENBRANDER, V.F., 1978. Phenotype, fiber composition and in vitro dry matter disappearance of chemically induced brown midrib mutants of sorghum. *Crop Sci.*, **18**, 205.

RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. *Avances en Producción Animal*, **12**, 49.

SERRA, J.; SALVIA, J.; ARAGAY, M., 2002. Producción y valor nutritivo de una población local y de variedades comerciales de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* (L.) Moensch), en el nordeste de Cataluña. *Pastos*, **32(1)**, 59-67.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**, 3583-3597.

INTERÉS AGRONÓMICO DE *Medicago citrina* EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS

E. LEFI, J. GULÍAS, J. CIFRE Y H. MEDRANO.

Universidad de las Islas Baleares (UIB), Departamento de Biología Ambiental. Carr.
Valldemossa Km. 7,5. 07122 Palma de Mallorca, España.

RESUMEN

Se ha estudiado el crecimiento y la producción de biomasa aérea en *Medicago arborea*, *Medicago citrina* y *Medicago strasseri* en condiciones de riego y sequía en la parcela experimental de la Universidad de las Islas Baleares entre 1999 y 2002.

Los resultados han mostrado que *M. arborea* y *M. strasseri* presentan una capacidad elevada de establecimiento en condiciones de estrés hídrico. Al contrario, *M. citrina* se caracteriza por un crecimiento inicial bajo, pero acumula mayor biomasa en raíces, lo que facilitaría posteriormente mayor persistencia en suelos pobres en nutrientes y agua.

En campo, el máximo de crecimiento coincide con la primavera para *M. arborea* y *M. citrina*. Las plantas adultas de *M. citrina* mantienen mayor producción de biomasa aérea en riego y mayor área foliar en sequía, al contrario *M. arborea* sufre una senescencia generalizada en verano. Además, debido a la arquitectura más abierta y el mantenimiento de mayor biomasa foliar, *M. citrina* intercepta más radiación solar y en consecuencia mayor producción de biomasa aérea.

Desde el punto de vista agronómico, *M. citrina* presenta, en campo, mayor potencial de producción en riego y mantiene mayor área foliar en primavera y verano que *M. arborea* en condiciones de sequía, que sufre una senescencia generalizada en verano.

Palabras clave: Producción, arquitectura, área foliar, sequía, crecimiento

AGRONOMIC INTEREST OF *Medicago citrina* IN MEDITERRANEAN CONDITIONS

SUMMARY

The growth and shoot production was studied for *Medicago arborea*, *Medicago citrina* and *Medicago strasseri* under irrigation and drought conditions at the experimental field of the University of the Balearic Islands between 1999 and 2002.

The results have shown that *M. arborea* and *M. strasseri* present a high capacity of establishment under water stress. On the contrary, *M. citrina* was characterized by a low growth, but it accumulates greater biomass in roots, which would later facilitate a high persistence at poor soils in nutrients and water.

In field, the maximum of growth was observed in spring for *M. arborea* and *M. citrina*. Older *M. citrina* plants maintain high shoot production under irrigation conditions and high leaf area under drought, on the contrary, *M. arborea* undergoes a generalized senescence in summer. In addition, due to an opened architecture and the maintenance of greater leaf biomass, *M. citrina* intercepts more solar radiation, that favours a high shoot production.

From the agronomic point of view, *M. citrina* has a greater potential of production in field under irrigation and maintains higher leaf area in spring and summer than *M. arborea* under drought, which undergoes a generalized senescence in summer.

Key words: Production, canopy, leaf area, drought, growth

INTRODUCCIÓN

La variabilidad interanual en el régimen de precipitaciones y la coincidencia de la época de sequía con la época más cálida son las principales peculiaridades del clima mediterráneo (Ferrés, 1993). A estas condiciones hay que unir en verano la elevada Evapotranspiración Potencial (hasta 250 mm/mes), las temperaturas extremas (30-42°C) y la elevada irradiancia que provocan tensiones hídricas hoja-aire y escasez de reservas de agua disponible para la planta en el suelo. En este sentido el déficit hídrico en suelo es el principal factor ambiental que más limita la producción de forraje y su disponibilidad estacional en condiciones mediterráneas (Fisher y Turner, 1978).

Las leguminosas forrajeras muestran la ventaja de aportar nitrógeno al suelo y su elevado valor nutritivo (Tsiouvaras, 1993) y en particular los arbustos que tienen el interés de explorar mayor volumen de suelo, aumentando así el volumen de agua disponible, que reduce en parte el problema del déficit hídrico. En este sentido, este trabajo ha consistido en estudiar el interés agronómico de *Medicago citrina*, especie endémica en las islas Columbretes e islotes de Ibiza y Cabrera en las Baleares, frente a *Medicago arborea*, especie con amplia distribución en la cuenca mediterránea.

MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento nº1: Se ha estudiado la capacidad de establecimiento de plantas de *Medicago arborea* (*M. arborea*), *Medicago citrina* (*M. citrina*) y *Medicago strasseri* (*M. strasseri*) en macetas (5 L) que tienen 40, 40 y 20% de turba, suelo y perlita, respectivamente (una planta por maceta). Se aplicaron dos regímenes hídricos para cada especie: riego a capacidad de campo (control) y riego deficitario para mantener el suelo al 50% de la capacidad de campo (déficit de agua moderado). A lo largo del experimento se realizaron 3 muestreos: al cabo de 10 días, de 54 días y de 80 días. El tratamiento del déficit hídrico (por diferencias de peso) se aplicó una semana después el primer muestreo. En cada muestreo se consideraron 6 plantas por tratamiento en el que se midió el peso seco de la biomasa aérea de la planta (B, g planta⁻¹), el peso seco de raíces (RDM, g planta⁻¹) y el área foliar de toda la planta (PLA, cm² planta⁻¹).

Experimento nº2: En campo y en la parcela experimental de la Universidad de las Islas Baleares se plantaron plántulas de *M. arborea* y *M. citrina* con un marco 1,5/1,5 m en dos parcelas separadas. Durante el segundo año (octubre 1999-septiembre 2000) se mantuvo la primera parcela en condiciones de riego para mantener la humedad de suelo a capacidad de campo y la segunda parcela sin riego (pluviometría de 229,7 mm anual). A lo largo del año se midió la biomasa aérea (excepto los tallos más leñosas) de toda la planta (B, g planta⁻¹) y el área foliar de toda la planta (PLA, m² planta⁻¹) aplicando el peso específico foliar.

Experimento nº3: Para explicar las diferencias en la producción entre plantas de *M. arborea* y *M. citrina* (de tres años de edad) se ha estudiado, en condiciones de riego, el efecto de la arquitectura de las plantas en la intercepción de la radiación solar y la fotosíntesis durante los meses de junio, julio y agosto. Se midió el intercambio de gases, usando un analizador de gases por infrarrojos, IRGA, modelo Li 6200 (Li-Cor Inc., Lincol, NE) y el área foliar a diferentes niveles (según el dosel) y posiciones (Sureste y Noroeste). Los parámetros considerados fueron la tasa de fotosíntesis neta (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), la radiación fotosintéticamente activa (PAR, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) y el área foliar (LA, m^2 por nivel).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del primer experimento muestran que solamente en el tercer muestreo se observan diferencias entre especies y tratamientos (Figura 1) en la biomasa aérea (B), el peso seco de raíces (RDM) y el área foliar (PLA). En riego *M. strasseri* se caracteriza por un crecimiento inicial bastante importante, mayor que el experimentado por *M. arborea* y *M. citrina*, así mantiene mayor valores de B (4,9 g), PLA (392 cm^2) y RDM (2,48 g). En condiciones de sequía el déficit hídrico reduce significativamente los valores de B, RDM y PLA ($P < 0,001$).

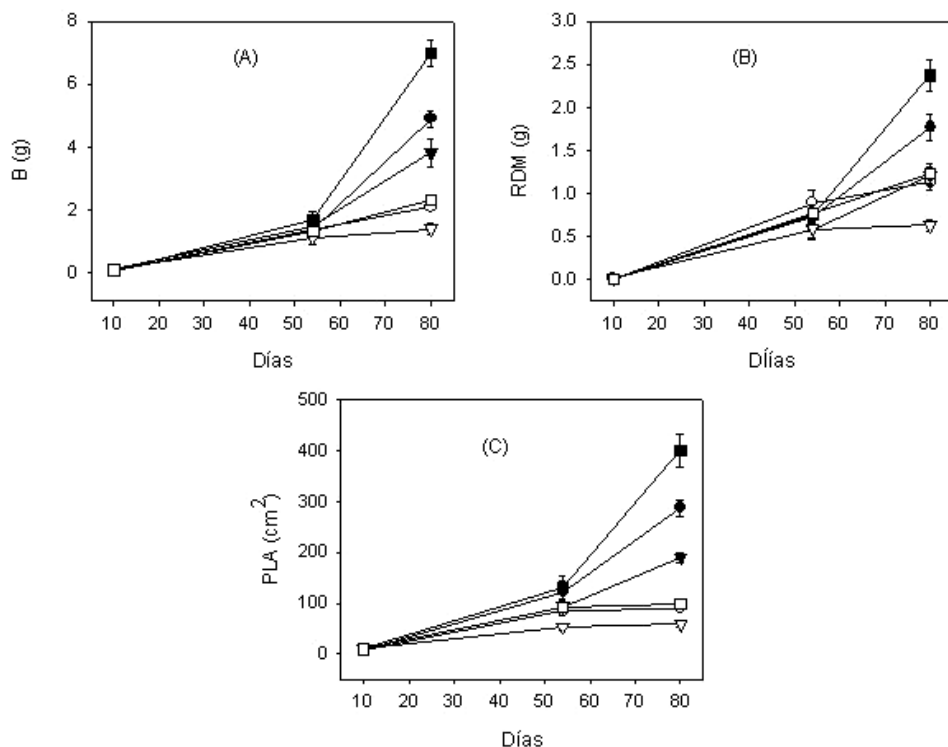


Figura 1: Variación de la biomasa aérea (A), el peso seco de raíces (B) y el área foliar por planta (C) a lo largo del experimento: ● y ○ para *M. arborea* en riego y en sequía; ▼ y ▽ para *M. citrina* en riego y en sequía; ■ y □ para *M. strasseri* en riego y en sequía. Cada valor es el promedio de 6 replicas.

Bajo estrés hídrico, las reducciones de B son de 67%, 57% y 63% para *M. strasseri*, *M. arborea* y *M. citrina* respectivamente. Es importante señalar que *M. citrina* se caracteriza por un crecimiento inicial bastante bajo tanto en riego como en sequía. Otros resultados con el mismo experimento han mostrado que *M. citrina* tiene menor actividad fotosintética lo que explica, en gran parte, el crecimiento reducido de esta especie. Los resultados de este experimento han mostrado que *M. citrina* limita el crecimiento de la parte aérea pero favorece la acumulación de biomasa seca en raíces. Estas características, especialmente raíces más profundas (con plantas de dos años de edad) que *M. arborea*, favorecen posteriormente la adaptación de esta especie a ambientes pobres en recursos hídricos (Lefi *et al.*, 2004a).

En campo y con plantas de dos años de edad, los resultados del segundo experimento muestran que las bajas producciones de biomasa aérea son registradas en invierno tanto en riego como en sequía y las producciones más elevadas son registradas en primavera. Así, para *M. arborea* y *M. citrina*, B alcanza valores superiores a 2000 g planta⁻¹ en riego y alrededor de 400 g planta⁻¹ en sequía (Figura 2).

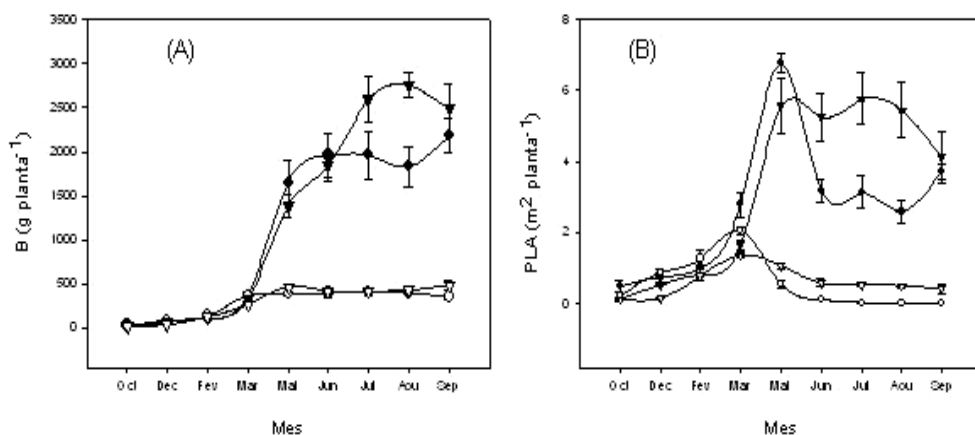


Figura 2: Variación de la biomasa aérea (A) y el área foliar por planta (B) a lo largo del experimento: ● y ○ para *M. arborea* en riego y en sequía; ▼ y ▽ para *M. citrina* en riego y en sequía. Cada valor es el promedio de 3 réplicas.

Los resultados en riego han mostrado que *M. citrina* mantiene mayor producción de biomasa aérea que *M. arborea*, especie que sufre una senescencia de hojas en verano (> 50%), coincidiendo con la floración y maduración de granos. Otros trabajos han mostrado que hay una fuerte correlación entre la senescencia de hojas y el desarrollo reproductivo (Pic *et al.*, 2002). En condiciones de sequía, PLA ha sido fuertemente reducida ($P < 0,001$): 0,6 m² planta⁻¹ para *M. citrina* y una senescencia generalizada para *M. arborea*. Según la respuesta de las dos especies en campo el déficit hídrico reduce seriamente el crecimiento de la parte aérea. Otros resultados con las mismas especies muestran

que *M. citrina* tiene la ventaja de extraer agua de zonas más profundas y lo utiliza gradualmente (Lefi *et al.*, 2004a), lo que posibilita el mantenimiento de una mayor biomasa foliar en condiciones de sequía prolongada (Lefi *et al.*, 2004b).

Los resultados del tercer experimento, con plantas de 3 años de edad en condiciones de riego, muestran una variación significativa en el dosel vegetal (diferentes niveles) entre *M. arborea* y *M. citrina* para la interceptación de la radiación solar y la tasa de fotosíntesis neta (Figura 3).

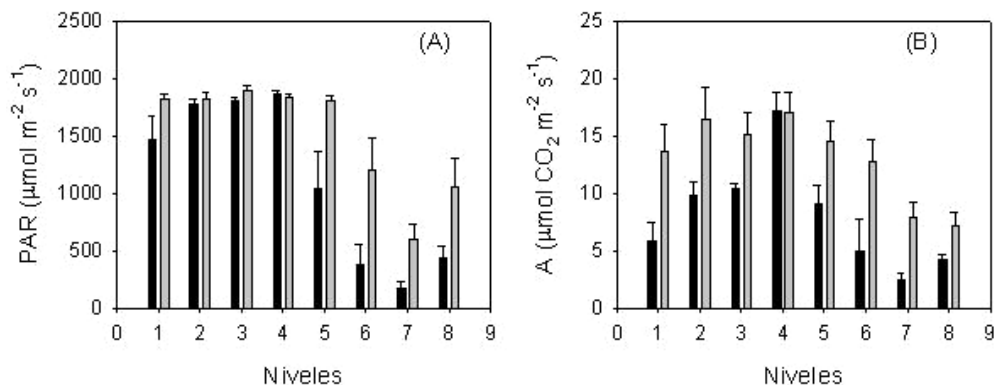


Figura 3. Variaciones en el dosel vegetal de la radiación fotosintéticamente activa (A) y la tasa de fotosíntesis neta (B) en plantas de *M. arborea* () y *M. citrina* (cuadro blanco). Cada punto representa la media \pm error estándar de seis réplicas. 1, 2 y 3 son los niveles de abajo hasta arriba de la posición Sureste; 5, 6 y 7 son los mismos niveles de la posición Noroeste; 4 y 8 son el nivel superior y la parte central de la planta respectivamente.

La radiación incidente fue significativamente superior en el Noroeste y el centro de las plantas de *M. citrina* que *M. arborea*. Estas condiciones incrementan la tasa de fotosíntesis neta casi en todos los niveles y posiciones para *M. citrina*. A estas ventajas se añade el mayor área foliar por planta (4,76 m² para *M. citrina* y 3,97 m² para *M. arborea*), lo que incrementa la fotosíntesis de toda la planta (Tabla 1).

Se observa que las diferencias de arquitectura entre las dos especies explican en gran parte las diferencias en la producción de biomasa área. Una arquitectura abierta para *M. citrina* favorece mayor interceptación de la radiación solar y fotosíntesis de toda la planta, en consecuencia, mayor área foliar y biomasa aérea y una senescencia de hojas muy restringida.

Tabla 1. Variación del área foliar por nivel y la tasa de fotosíntesis neta al mediodía por nivel de plantas de *M. arborea* y *M. citrina* y diferencias entre niveles de la tasa de fotosíntesis neta para las dos especies (\pm error estándar).

Nivel	<i>M. arborea</i>		<i>M. citrina</i>		Diferencias (%) *
	Area foliar (m ²)	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	Area foliar (m ²)	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	
1	0,28 \pm 0,06 abc	1,66 \pm 0,37 a	0,41 \pm 0,05 cd	5,49 \pm 0,76 bc	69,76
2	0,66 \pm 0,05 f	6,47 \pm 0,48 cd	0,59 \pm 0,07 ef	9,69 \pm 1,12 ef	33,23
3	0,84 \pm 0,06 gh	8,77 \pm 0,61 ef	0,85 \pm 0,05 gh	12,73 \pm 0,73 g	31,11
4	0,58 \pm 0,06 ef	9,97 \pm 1,13 f	0,92 \pm 0,05 h	15,75 \pm 0,92 h	36,70
5	0,85 \pm 0,05 gh	7,66 \pm 0,45 de	0,69 \pm 0,05 fg	10,05 \pm 0,74 f	23,78
6	0,37 \pm 0,05 bcd	1,81 \pm 0,24 a	0,64 \pm 0,04 ef	8,15 \pm 0,56 def	77,80
7	0,19 \pm 0,04 a	0,45 \pm 0,16 a	0,48 \pm 0,01 de	3,83 \pm 0,04 b	88,25
8	0,21 \pm 0,03 ab	0,88 \pm 0,12 a	0,18 \pm 0,06 a	1,27 \pm 0,40 a	30,71
Total	3,97 \pm 0,43	37,67 \pm 4,76	4,76 \pm 0,38	66,97 \pm 5,28	43,75

*Diferencias en porcentaje entre la fotosíntesis neta al mediodía de *M. arborea* y *M. citrina* por cada nivel.

CONCLUSIONES

La fase de establecimiento de las especies del grupo de *Medicago* arbustivo es muy sensible al déficit hídrico. *M. citrina* tiene un crecimiento inicial muy bajo pero acumula más biomasa seca en raíces, lo que permitiría posteriormente bien adaptarse a ambientes marginales. Una vez establecida, debido a su arquitectura abierta, raíces profundas y senescencia de hojas restringida (Lefi *et al.*, 2004b), *M. citrina* produce más biomasa aérea que *M. arborea* y persiste mejor en condiciones de sequía. En condiciones semiáridas esta especie tiene mayor interés agronómico como especie forrajera por su mantenimiento de biomasa foliar en primavera y verano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ferrés L. 1993. Un bioma i un clima a escala humana. En: *Biosfera 5. Mediterrànies*, Enciclopèdia Catalana, MAP UNESCO, Barcelona.

Fisher, R. A.; Turner, R. C. 1978. Plant productivity in the arid and semiarid zones. *Annual Review of Plant Physiology*, **29**, 897-912.

Lefi, E.; Cifre, J.; Medrano, H. 2004a. Water uptake dynamics, photosynthesis and water use efficiency in field-grown *Medicago arborea* and *Medicago citrina* under prolonged Mediterranean drought conditions. *Annals of Applied Biology*, **144**, 299-307

Lefi, E.; Gulías, J.; Cifre, J.; Ben Younes, M.; Medrano, H. 2004b. Drought effects on the dynamics of leaf production and senescence in field-grown *Medicago arborea* and *Medicago citrina*. *Annals of Applied Biology*, **144**, 169-176.

Ludlow, M. M. 1989. Strategies of response to water stress. En: *Structural and functional responses to environmental stresses*. 269-281. Eds. Richter, H.; Hinckley, T. M., SPB Academic publishing b, The Hague, the Netherlands.

Pic, E.; Teysseidier de la serve, B. Tardieu, F.; Turc, O. 2002. Leaf senescence induced by mild water deficit follows the same sequence of macroscopic, biochemical, and molecular events as monocarpic senescence in pea. *Plant Physiology*, **128**, 236-246.

Tsiouvaras, C. N. 1993. Potential of fodder trees and shrubs for marginal lands in Greece. En: *Fodder trees and shrubs in the Mediterranean production systems: objectives and expected results of the EC research contact*. Report EUR 14459 EN. 35-43. Ed. Papanastasis, V. Brussels-Luxembourg

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE ALFALFA EN LA PROVINCIA DE SALAMANCA

B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA, A. GARCÍA CIUDAD, C. PETISCO,
L. GARCÍA CRIADO Y B. GARCÍA CRIADO.

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología – CSIC;
Cordel de Merinas 40-52; 37008 Salamanca

RESUMEN

Se realiza un estudio comparativo de 26 variedades registradas de alfalfa (*Medicago sativa* L.), cultivadas en regadío en la provincia de Salamanca, evaluando la producción y contenido de proteína bruta. El primer año del experimento se realizaron cuatro cortes, siendo la producción en el primer corte significativamente más baja que en el resto. La producción total anual oscila entre 8160 kg ha⁻¹ en la variedad “Baraka” y 10109 kg ha⁻¹ en “Bar MS 82439”, con un valor medio sobre todas las variedades de 9370 kg ha⁻¹. El contenido de proteína bruta oscila entre 19,30% en la variedad “Almar” y 23,47% en la variedad “Aragón”.

Palabras clave: producción, proteína, *Medicago sativa*

EVALUATION OF ALFALFA VARIETIES IN THE PROVINCE OF SALAMANCA

SUMMARY

Dry matter production and protein content were evaluated in 26 alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties grown under irrigation in the province of Salamanca. In the first year four harvests were made. The dry matter production of the first harvest was the lowest. The annual dry matter production ranged between 8160 kg ha⁻¹ in “Baraka” and 10109 kg ha⁻¹ in “Bar MS 82439”, with a mean value across varieties of 9370 kg ha⁻¹. The protein content ranged between 19.30% in “Almar” and 23.47% in “Aragón” variety.

Keywords: dry matter production, protein, *Medicago sativa*

INTRODUCCIÓN

La transformación de extensas áreas de secano en regadío, unido al elevado número de cultivos excedentarios y a la gran demanda de recursos fitogenéticos para el consumo del ganado, hacen que el cultivo de plantas forrajeras o especies pratenses, sea cada vez de mayor interés y con un futuro prometedor en la Comunidad de Castilla y León, máxime si tenemos en cuenta los factores edafoclimáticos que afectan a esta región y el grado de empobrecimiento de los suelos.

El interés del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) se debe a su producción, valor nutritivo (fibra y proteína de alta calidad), resistencia a enfermedades, persistencia y resistencia a las bajas temperaturas del invierno (del Pozo Ibañez, 1983). Su utilización se hace mayoritariamente mediante henificado y deshidratación industrial, siendo muy reducida la superficie que se consume directamente mediante pastoreo. La deshidratación ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a las ayudas destinadas a la transformación de forrajes. El 90% de la producción de forraje deshidratado corresponde a la alfalfa, y España soporta el 40% de la producción europea.

España produce 12 millones de toneladas de alfalfa (peso en verde, 1.2 millones de deshidratado), obtenidas en 244 785 ha, superficie que se reparte principalmente entre las comunidades de Aragón (33,8%), Cataluña (21,7%), Castilla y León (18%) y Castilla La Mancha (8,8%) (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2001). Teniendo en cuenta los datos de las campañas de los últimos años (1998 a 2003), en la Comunidad de Castilla y León, la superficie de cultivo de alfalfa se ha incrementado durante ese período en un 19,54% y la producción en un 31,61% (Junta de Castilla y León, 2004). La provincia de Salamanca cuenta con una gran superficie dedicada a pastos, pero la superficie dedicada al cultivo de la alfalfa es muy reducida (853 ha en la campaña de 2003/2004), siendo un cultivo poco extendido en la zona de regadío, posiblemente debido a la falta de tradición. Sin embargo, la implantación de 16 plantas deshidratadoras en la comunidad de Castilla y León, así como las características de la zona, hacen que el cultivo de la alfalfa pueda tener un gran interés (Morales Corts *et al.*, 2000).

En este trabajo se evalúan 26 variedades de alfalfa registradas, cultivadas en regadío, considerando su producción y calidad forrajera como contenido en proteína bruta. Se presentan aquí los resultados del primer año de ensayo, que durará en total cuatro años.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la finca experimental de “Muñovela” (término municipal de Barbadillo, Salamanca). Se consideraron 26 variedades de alfalfa inscritas en el Registro Nacional de Variedades (Oficina Española de Variedades Vegetales, OEVV) (Tabla 1). Las plantas se cultivaron en regadío, realizándose la siembra el día 8 de Abril de 2003 con una dosis media de 30 kg ha⁻¹ de semillas viables. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con cuatro réplicas; cada réplica contiene todas las variedades en parcelas de 5,0 x 1,3 m con una distancia de 30 cm entre las mismas. El abonado de establecimiento fue de 800 kg ha⁻¹ del complejo NPK (8-15-15).

Tabla 1 – Producción de materia seca (kg ha⁻¹) de variedades de alfalfa en cuatro cortes del primer año.

	Variedad	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Media cortes	Total
1	Alfamer	1448	2686	3043	2696	2468 b	9873
2	Almar	1345	2379	2832	2880	2359 ab	9446
3	Altiva	1555	2582	2946	2656	2435 b	9739
4	Ampurdan	1836	2671	2776	2659	2486 b	9943
5	Aragon	1221	2889	2455	2674	2309 ab	9240
6	Bar MS 82439	1732	2740	3005	2632	2527 b	10109
7	Baraka	1210	2359	2447	2144	2039 a	8160
8	Campera	1460	2727	2799	2543	2382 ab	9530
9	Capitana	1462	2230	2816	2581	2272 ab	9089
10	Cusal	1172	2000	2918	2622	2178 ab	8711
11	Diamond	1431	2404	3429	2733	2499 b	9997
12	Mediterranea	1578	2562	2858	2658	2414 ab	9657
13	Melissa	1496	2679	2912	2353	2359 ab	9439
14	Milfeuil	1409	2517	3160	2460	2386 ab	9546
15	Miral	1699	2549	2696	2382	2331 ab	9325
16	Monarca sp Pinta	1535	2666	2633	2363	2574 ab	9196
17	Nogara	1651	2777	3110	2303	2460 b	9840
18	Oro	1585	2560	3162	2007	2328 ab	9313
19	Pascal	1573	3150	3067	2125	2478 b	9915
20	San Isidro	1571	2839	2711	2525	2411 ab	9645
21	Sprinter	1874	2613	2695	2633	2454 b	9816
22	Supreme 13R	1522	2730	2990	2556	2449 b	9798
23	Sutter	1487	2281	2643	2309	2180 ab	8720
24	Tierra de campos	1503	2360	2556	2383	2201 ab	8802
25	Verdal	1189	2434	2468	2120	2023 a	8211
26	Victoria	1236	2066	2458	2855	2154 ab	8615
	Media	1491 a	2555 b	2816 c	2504 b	2342	9370

Medias con distintas letras en la misma columna o en la misma fila difieren estadísticamente según el test de Duncan ($P < 0,05$)

Se realizaron cuatro cortes en la fase de inicio de la floración, durante el primer año de control: corte 1 (10/06), corte 2 (22/07), corte 3 (21/08) y corte 4 (16/09), utilizando una moto segadora dotada de una barra de corte de 1,0 m de ancho, que se pasa por el centro de la parcela, siguiendo el lado de mayor longitud de la misma, por lo que se controlan 5 m² por variedad; de esta forma el efecto borde de separación entre parcelas es mínimo.

La biomasa total obtenida en cada parcela se pesó en verde, determinándose el porcentaje de materia seca en una submuestra de unos 500 g mediante secado en estufa de

aire forzado a 60°C durante 48 horas. El contenido de proteína se determinó en las muestras secas y molidas, mediante el método Kjeldahl.

Se utilizó análisis de la varianza para detectar diferencias entre variedades y entre cortes (SPSS 12.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la producción de materia seca, para cada una de las variedades ensayadas y en cada corte. Se muestra también la producción total de los cuatro cortes realizados en el año.

La producción media de las variedades, tiene el valor mínimo en el primer corte, (1491 kg ha⁻¹), ya que es el corte de establecimiento, y supone el 15,9% de la producción total anual, y el máximo en el tercer corte (2816 kg ha⁻¹) siendo un 30,1% de la producción total. En los cortes 2 y 4 las diferencias no son estadísticamente significativas (P>0,05) y aportan el 27,2% y 26,7% de la producción total. Destacan de esta distribución las variedades “Oro” y “Pascal” cuyas producciones en el último corte disminuyen considerablemente respecto a los cortes 2 y 3.

En cuanto a las diferencias entre variedades, considerando el valor medio de todos los cortes, las más productivas fueron, en orden decreciente de producción: “Bar MS 82439”, “Diamond”, “Ampurdán”, “Pascal”, “Alfamer”, “Nogara”, “Sprinter”, “Supreme 13R”, y “Altiva” y las variedades menos productivas “Verdal” y “Baraka”. La producción total anual media de todas las variedades fue de 9370 kg ha⁻¹ (Tabla 1) oscilando entre el mínimo en “Verdal” (8211 kg ha⁻¹) y el máximo en “Bar MS 82439” (10 109 kg ha⁻¹), resultando en este caso que las diferencias entre variedades no fueron estadísticamente significativas (P>0,05).

La producción resulta más baja que la obtenida por Salvia Fuentes *et al.* (2004) en el primer año de control, para las variedades “Altiva”, “Aragón”, “Baraka”, “Campera”, “Miral”, “Nogara” y “Pascal” cultivadas en el nordeste de España. No obstante, el comportamiento de las variedades es similar en cuanto al orden que se establece de más a menos productivas. Las variedades “Ampurdán” y “Supreme” también se muestran como unas de las más productivas en los ensayos realizados en regadíos en la zona del Valle del Ebro (Lloveras *et al.*, 1998). Es de esperar que la producción del segundo año sea más elevada, ya que la siembra se realizó en primavera y el alfalfar está menos establecido que si la siembra se hubiera realizado en otoño, que puede dar lugar a producciones más elevadas (Lloveras *et al.*, 1998).

En la Tabla 2 se muestra el contenido de proteína bruta (% sobre MS) en cada uno de los cortes y para cada variedad del ensayo. El valor medio de las variedades varía entre 19,87% en el segundo corte y 24,06% en el cuarto corte. El comportamiento de las variedades es similar, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas (P>0,05), con valor medio de los cortes mínimo para “Almar” y máximo en las variedades “Aragón” y “Campera” y “Verdal”. La producción anual de proteína oscila entre 1767 kg ha⁻¹ en la variedad “Melissa” y 2436 kg ha⁻¹ en “Diamond”. Los valores de proteína bruta obtenidos son superiores a los valores medios presentados por Salvia Fuentes *et al.* (2004) en siete de las mismas variedades utilizadas en este estudio.

Tabla 2 – Contenido de proteína (% sobre materia seca) en cuatro cortes y producción total (kg ha⁻¹) de variedades de alfalfa, en el primer año.

Variedad	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Media cortes	Total (kg ha ⁻¹)
1 Alfamed	19,93	20,74	23,73	25,00	22,35 a	2215
2 Almar	17,63	18,43	19,36	21,77	19,30 a	1878
3 Altiva	20,39	19,47	20,51	26,15	21,63 a	1906
4 Ampurdán	19,59	18,55	19,93	25,35	20,85 a	2016
5 Aragón	20,97	19,36	29,84	23,73	23,47 a	2125
6 Bar MS 82439	21,20	19,70	22,47	23,62	21,75 a	2240
7 Baraka	20,05	18,89	21,08	23,04	20,77 a	1776
8 Campera	23,62	21,31	21,89	25,23	23,01 a	2332
9 Capitana	18,89	20,51	22,12	23,96	21,37 a	2174
10 Cusal	19,36	19,59	20,97	24,08	21,00 a	1950
11 Diamond	20,28	21,08	22,58	24,31	22,06 a	2436
12 Mediterránea	19,70	18,78	21,08	22,93	20,62 a	2073
13 Melissa	20,97	19,01	20,39	22,70	20,77 a	1767
14 Milfeuil	20,97	20,97	22,12	24,54	22,15 a	2269
15 Miral	20,74	20,05	21,20	26,04	22,00 a	2195
16 Monarca sp Pinta	19,93	17,17	21,66	24,89	20,91 a	2120
17 Nogara	22,81	21,08	24,42	22,24	22,64 a	2121
18 Oro	22,12	20,39	22,93	25,58	22,75 a	2306
19 Pascal	20,85	19,93	22,12	23,16	21,52 a	2256
20 San Isidro	22,00	19,82	22,70	22,93	21,86 a	2103
21 Sprinter	22,24	19,01	20,62	22,81	21,17 a	1770
22 Supreme 13R	22,35	20,51	22,81	24,19	22,47 a	2308
23 Sutter	21,20	21,31	22,35	24,08	22,24 a	2108
24 Tierra de Campos	19,12	18,78	20,85	25,00	20,94 a	1807
25 Verdál	22,24	21,77	22,00	25,69	22,93 a	2326
26 Victoria	20,16	20,51	22,35	22,67	21,42 a	1915
Media	20,74 a	19,87 b	22,08 c	24,06 d	21,69	2096

Medias con distintas letras en la misma columna o en la misma fila difieren estadísticamente según el test de Duncan ($P < 0,05$)

En conclusión, los resultados del primer año de control muestran que la producción sería el criterio a considerar en la selección de variedades, ya que en cuanto al contenido de proteína bruta no hay diferencias estadísticamente significativas entre las variedades. Las variedades más productivas fueron “Bar MS 82439”, “Diamond”, “Ampurdán”, “Pascal”, “Alfamed”, “Nogara”, “Sprinter”, “Supreme 13R”, y “Altiva”. No obstante, hay que considerar los cuatro años de control previstos en el ensayo para obtener resultados que puedan ser considerados concluyentes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con financiación del Ministerio de Ciencia y Tecnología (AGL2002-02766 AGR-FOR). Los autores agradecen la colaboración de L.F. Lorenzo, J.C. Estévez, L. Brandón y M. Míguelez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEL POZO IBÁÑEZ, M., 1984. *La alfalfa su cultivo y aprovechamiento*. Ediciones Mundi-Prensa, 380 pp. Madrid (España).

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA, 2004. *Información Agraria de Castilla y León*, **190**.

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN, 2001. *Anuario de Estadística Agroalimentaria*.

MORALES CORTS, R.; CRESPO MARTINEZ, C.; MAGAZ GONZALEZ, A., 2000. Posibilidades del cultivo de alfalfa en Salamanca. *Agricultura*, **817**, 498-500.

LLOVERAS, J.; LÓPEZ, A.; BETBESE, J.A.; BAGA, M.; LÓPEZ, A., 1998. Evaluación de variedades de alfalfa en los regadíos del Valle del Ebro: Análisis de las diferencias intervarietales. *Pastos*, **28**, 37-56.

SALVIA FUENTES, J.; SERRA GIRONELLA, J.; ARAGAY BENERIA, M.; XARBAU GRATOVIL, M., 2004. Evaluación de la producción y de la calidad forrajera de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Nordeste de España. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*. 479-483. Ed. B. GARCÍA-CRIADO, A. GARCÍA-CIUDAD, B.R. VAZQUEZ DE ALDANA, I. ZABALGOGEAZCOA. Salamanca (España).

EFFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE LÍNEAS, DEL CULTIVAR Y DE LA LOCALIZACIÓN, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ALFALFA

I. DELGADO Y F. MUÑOZ.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.

Apartado 727, 50080 Zaragoza. idelgado@aragon.es

RESUMEN

Durante 2003 y 2004, se llevaron a cabo diversos ensayos para determinar como afecta la distancia entre líneas de siembra de 25 cm, 50 cm y 1 m a la producción de semilla y a diversos parámetros de la producción, tallos/m², localización del primer nudo florido en el tallo principal, racimos/tallo, flores/racimo, vainas/racimo y semillas/vaina, en dos cultivares, 'Aragón' y 'Baraka', y en tres localizaciones del valle medio del Ebro, Zaragoza, Ricla y Bujaraloz.

Los resultados mostraron que tanto la distancia entre líneas (89,2 vs 53,9 kg ha⁻¹) como el cultivar (81,8 vs 55,3 kg ha⁻¹), la localización (154,1 vs 2,9 kg ha⁻¹) y el año (912,5 vs 145,1 kg ha⁻¹) afectaron significativamente a la producción de semilla y a los parámetros de la producción.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., componentes de la producción de semilla, inflorescencia.

EFFECT OF THE ROW SPACING, CULTIVAR AND LOCATION ON SEED PRODUCTION OF ALFALFA

SUMMARY

Different trials were developed in 2003 and 2004 in order to assess the effect of three row spacing (25 cm, 50 cm and 1 m) on seed yield and on several yield components (stems m⁻², location of the first flowering node at the leading shoot, flowers per stem, flowers per inflorescence and seeds per pod) in two cultivars ('Aragón' and 'Baraka') at three locations of the Ebro middle valley (Zaragoza, Ricla and Bujaraloz).

Results proved that the row spacing (89.2 vs 53.9 kg ha⁻¹), the cultivar (81.8 vs 55.3 kg ha⁻¹), the location (154.1 vs 2.9 kg ha⁻¹) and the year (912.5 vs 145.1 kg ha⁻¹) affected significantly the seed yield and yield components.

Key words: *Medicago sativa* L., seed yield, inflorescence.

INTRODUCCIÓN

La producción de semilla es una forma tradicional de aprovechamiento de la alfalfa en algunas zonas del valle medio del Ebro, y supone una fuente de ingresos complementaria a la de producción de forraje. Actualmente, debido a la industrialización del cultivo, la producción de semilla ha disminuido, bien por destinar el cultivo a la producción de forraje, bien por la reducción de la fauna apícola, como consecuencia de la intensificación de los tratamientos fitosanitarios, reduciéndose la superficie destinada a la producción de semilla al 16% en los últimos años, (Alvaro y Lloveras, 2003). El consumo de semillas se ha incrementado, sin embargo, obligando al Sector a importar variedades sin conocer previamente su adaptación al medio, ni su ritmo de aprovechamiento.

El valle del Ebro presenta las condiciones climáticas favorables para la producción de semilla de alfalfa que describen Rincker *et al.* (1988), es decir, luminosidad, tiempo soleado con temperaturas moderadas y escasas precipitaciones, todo lo cual favorece la buena floración y condiciones apropiadas para la actividad polinizadora de las abejas. No obstante, aparte de los trabajos realizados por Chocarro *et al.* (2004), los estudios sobre la producción de semilla de alfalfa en España, los han llevado a cabo particularmente agricultores o empresas privadas, sin quedar constancia científica de los resultados obtenidos (Martínez, 1989 a 1993).

Los factores que modifican la producción de semilla se pueden clasificar en tres grupos: los inherentes a la planta sobre los que se puede actuar mediante la variación genética; los ligados a las condiciones del cultivo que afectan a la formación de flores y a la polinización; y los ambientales, que alteran el cuajado del fruto y el peso de la semilla (Simon, 1997).

En lo que respecta a la variación genética, existe una gran diversidad dentro y entre poblaciones en la producción de semilla, por lo que ha de estudiarse cultivar por cultivar (Bolaños-Aguilar *et al.*, 2002).

Las técnicas de cultivo empleadas en la producción de semilla, tales como el marco de plantación, el manejo del agua de riego y la utilización de polinizadores, son uno de los factores sobre los que se puede actuar más fácilmente, pero requieren su estudio particularizado a cada zona (Askarian *et al.*, 1995; Moyer *et al.*, 1996; Strickler, 1999; Iannucci *et al.*, 2002).

Dichos estudios, acompañados del análisis de los componentes de la producción de semilla que determinan la capacidad productiva de un cultivar, tales como tallos/unidad de superficie, racimos/tallo, vainas/racimo, semillas/vaina y peso de la semilla (Rincker *et al.*, 1988) y como afectan los factores ambientales que inciden en el cuajado del fruto, puede contribuir notablemente a mejorar la cosecha de semilla (Huyghe *et al.*, 2001).

En el presente trabajo se estudia la producción de semilla y se evalúan algunos componentes de la producción en función de la distancia entre líneas, en dos cultivares españoles y tres localizaciones distintas del Valle del Ebro, con el fin de mejorar el rendimiento en semilla en la zona.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en regadío en los cultivares 'Aragón' y 'Baraka', en Zaragoza durante 2003, y en Zaragoza, Ricla (Zaragoza) y Bujaraloz (Zaragoza) durante 2004.

Las características climatológicas de las localizaciones donde se realizaron los ensayos fueron bastante similares. La temperatura media máxima osciló entre 19,7 °C y 22,5 °C, la temperatura media mínima entre 6,7 °C y 10,7 °C, y la precipitación anual entre 389,4 mm y 584,7 mm correspondiendo los valores superiores a Ricla y los inferiores a Bujaraloz.

Las características edafológicas de las localizaciones donde se realizaron los ensayos fueron: Zaragoza, suelo de textura franco-arcillo-limosa, no salino; pH al agua, 8,25 y contenidos altos en fósforo y potasio asimilable. Ricla, textura franco-limosa; no salino; pH al agua 7,65 y contenido medio en fósforo y potasio asimilable. Bujaraloz, textura franco-limosa; salino, 2,56 dS/m (C.E. 1:5) con alto contenido en yesos; pH al agua, 7,85; bajo contenido en fósforo y medio en potasio asimilable.

Se compararon tres separaciones entre surcos de 25 cm, 50 cm y 1 m, correspondiendo cada una de ellas a una densidad de siembra de 15, 7,5 y 3,75 kg ha⁻¹ de semilla, respectivamente. Las siembras se efectuaron el 27 de febrero de 2002 en Bujaraloz, el 19 de septiembre de 2002 en Zaragoza y el 7 de abril de 2003 en Ricla. El riego fue por inundación en Zaragoza y Ricla, y por aspersión en Bujaraloz. Como abonado de fondo se aportaron 600 kg ha⁻¹ de complejo 8-24-8 y, en los años siguientes, 400 kg ha⁻¹ en enero.

El año de siembra se destinó a la producción de forraje y se consideró como de establecimiento del ensayo. En 2003, se evaluó la producción de semilla, vainas/racimo, semillas/vaina y peso de la semilla en Zaragoza. En 2004, se evaluó la producción de semilla, tallos/unidad de superficie, racimos/tallo, flores/racimo, vainas/racimo y semillas/vaina en las tres localidades.

El primer ciclo productivo en el segundo y tercer año se destinó para forraje, efectuando la siega a finales de abril. El segundo ciclo se destinó para la producción de semilla. Los riegos se efectuaron a capacidad de campo en función de las necesidades del cultivo para forraje, salvo durante la floración del segundo ciclo que se dejó sin regar un periodo de 30 días para facilitar la polinización y el cuajado del fruto. Solamente se aplicó un tratamiento herbicida en invierno al inicio del segundo y tercer año con Hexacinona (90% de materia activa) a razón de 1 kg ha⁻¹. En primavera se llevaron a cabo uno a tres tratamientos contra defoliadores de hoja con Malathion (50% de materia activa) a razón de 600 cc ha⁻¹.

La producción de semilla se determinó recogiendo manualmente una muestra de 1 m² al azar en cada una de las parcelas elementales, la cual se trilló en laboratorio, en una trilladora de ensayos de cereales adaptada para alfalfa. En 2003 se recolectó la semilla en Zaragoza, el 22 de agosto. En 2004, la recolección se efectuó en las tres localidades entre el 24 y el 25 de agosto. Cinco días antes de cada recolección, se aplicó Gramoxone Plus (12 % de Paraquat y 8 % Diquat) para el desecado del follaje, a razón de 3 litros ha⁻¹.

Entre el 7 y el 21 de julio se segó un metro lineal en un surco central de cada parcela elemental y se trasladó al laboratorio. En él se contaron los tallos presentes; de ellos, se

separaron diez tallos principales de cada muestra para determinar los racimos presentes en el tallo y la posición en el tallo del primer racimo de flores. En el penúltimo racimo de cada tallo a partir del ápice, se contaron las flores/racimo. El número de vainas/racimo se evaluó en el momento de la trilla, recolectando diez racimos al azar por parcela elemental. Dos vainas de cada racimo se separaron para proceder a la determinación de las semillas/vaina.

El diseño estadístico fue en bloques al azar, seis tratamientos (dos cultivares x tres separaciones entre líneas) con 4 repeticiones, siendo el tamaño de la parcela elemental de 10 m² (2 x 5 m). El análisis estadístico se efectuó mediante el paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de semilla y el peso de 1000 semillas en Zaragoza, en 2003, y la producción de semilla en las tres localidades, en 2004, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Producción de semilla de alfalfa y peso de 1000 g de semilla en tres distancias entre líneas de siembra, dos cultivares y tres localidades del valle del Ebro.

		2003		2004
		Kg/ha	g /1000 sem.	Kg/ha
Distancia	0,25 m	820,0	2,360	62,5
	0,50 m	998,7	2,364	89,2
	1 m	918,7	2,364	53,9
Signif.		NS	NS	*
m.d.s. 5%		203,15	0,0702	32,42
Cultivar	Aragón	955,8	2,302	81,8
	Baraka	869,2	2,422	55,3
Signif.		NS	***	*
m.d.s. 5%		165,87	0,0574	26,48
Localización	Ricla	-	-	145,1
	Zaragoza	912,5	2,360	34,4
	Bujaraloz	-	-	2,9
Signif.		-	-	***
m.d.s. 5%		-	-	32,87
Inter. Dis. x Cul.		NS	NS	NS
Inter. Dis. x Loc.		-	-	NS
Inter. Cul. x Loc.		-	-	**

NS = P>0,05; * = P<0,05; ** = P<0,01 ; *** = P<0,001

Como se puede apreciar la distancia entre líneas sólo afectó significativamente ($P<0,05$) en 2004, superando en producción la distancia de 0,50 m a la de 1 m. En la revisión bibliográfica efectuada, se aprecia que existen discrepancias en los resultados. Chocarro *et al.* (2004) no encontraron diferencias entre las distancias de 20, 40 y 60 cm. Askarian *et al.* (1995) observó diferencias entre 15 cm y 30 ó 45 cm. Estos mismos autores, en la revisión efectuada, pusieron de manifiesto la variabilidad de resultados existentes en la literatura.

La producción de semilla varió significativamente ($P<0,05$) con el cultivar, siendo ‘Aragón’ el más productivo, 81,8 vs 55,3 kg ha⁻¹. La diferente capacidad productiva de semilla de los cultivares es recogida también por los autores consultados (Chocarro *et al.*, 2004; Iannucci *et al.*, 2002; Bolaños-Aguilar *et al.*, 2004).

La producción de semilla fue altamente significativa ($P<0,001$) entre localidades, 145,1 vs 2,9 kg ha⁻¹, en 2004. En Zaragoza, el cuajado del fruto y la producción de semilla fue excelente en 2003, alcanzándose una producción de 912,5 kg ha⁻¹, pero descendió significativamente ($P<0,001$) a 34,4 kg ha⁻¹ en 2004. La producción de semilla fue muy baja en las tres localidades, aunque con diferencias entre las mismas. El ensayo efectuado en Bujaraloz presentó los peores rendimientos. A ello pudo contribuir su ubicación en una parcela regada por aspersión y en una zona donde la totalidad de la producción se destina a la deshidratación, y la aplicación de plaguicidas se lleva a cabo de manera frecuente en casi todos los cortes, por lo que la presencia de polinizadores y la movilidad de los mismos pudo estar muy disminuida. En Riela, sin embargo, el ensayo estuvo enclavado en una zona frutícola donde se favorece la presencia de polinizadores. La interacción cultivar x localización fue significativa ($P<0,01$) debido a que ‘Aragón’ produjo más semilla en Riela y ‘Baraka’ en Zaragoza.

Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto la incidencia que tienen las condiciones medioambientales en la producción de semilla, como sugieren diversos autores (Rincker *et al.*, 1988; Steiner *et al.*, 1992; Bolaños-Aguilar *et al.*, 2002) y la conveniencia de analizar más detenidamente los diferentes factores ambientales que afectan a la polinización y al cuajado del fruto como el riego, la presencia de polinizadores o las condiciones climatológicas durante la polinización y la forma de optimizarlos.

El peso de 1000 semillas también varió con el cultivar y fue significativamente mayor ($P<0,001$) en ‘Baraka’ que en ‘Aragón’, 2,42 vs 2,30 g en 2003. Chocarro *et al.* (2004), en el estudio realizado, también apreciaron diferencias entre cultivares en el peso de la semilla.

Si se analizan los componentes de la producción (Tabla 2), se observa que la distancia entre líneas, el cultivar y la localización les afectaron significativamente. La distancia de 0,25 m entre líneas varió la posición del primer racimo en el tallo que fue mas alta (5,9 vs 4,8 cm), y el número de racimos/tallo principal que fue menor (19,8 vs 28,1), aunque ello se compensó con el mayor número de tallos por unidad de superficie (354 vs 185,4), dado que no hubo diferencias significativas en la producción final de semilla. El número de flores fue abundante en ambos cultivares, algo menor en ‘Baraka’ que en ‘Aragón’ (26,1 vs 23,4 racimos/tallo principal), y en todas localizaciones el número de vainas/racimo fue elevado, aunque con diferencias altamente significativas entre ellas (14,9 vs 8,4), siendo los extremos Riela y Bujaraloz respectivamente.

Tabla 2. Componentes de la producción de semilla de alfalfa en tres distancias entre líneas de siembra, dos cultivares y tres localidades del valle del Ebro, durante 2004.

		nº tallos /m ²	1 ^{er} nudo flor.	nº rac. /tallo	nº fl. /rac.	nº va. /rac.	nº sem. /va.
Distancia	0,25 m	354	5,9	19,8	20,8	11,2	3,4
	0,50 m	262,5	5,7	26,5	23,5	11,8	3,8
	1 m	185,4	4,8	28,1	23,1	10,6	3,6
Signif.		***	***	*	***	NS	***
m.d.s. 5%		47,68	0,39	2,91	1,16	1,96	0,95
Cultivar	Aragón	281,3	5,3	26,1	22,7	11,4	3,6
	Baraka	253,3	5,6	23,4	22,2	10,6	3,6
Signif.		NS	*	*	NS	*	NS
m.d.s. 5%		38,93	0,32	2,38	0,95	0,71	0,78
Localización	Ricla	249,9	5,0	26,5	24,1	14,9	4,8
	Zaragoza	220,3	5,9	25,0	26,4	10,2	3,0
	Bujaraloz	331,7	5,5	22,9	26,0	8,4	4,3
Signif.		***	***	***	***	***	NS
m.d.s. 5%		47,69	0,39	2,91	1,16	1,96	0,71
Inter. Dist. x Cult.		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Inter. Dist. x Loc.		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Inter. Cult. x Loc.		NS	NS	NS	**	NS	NS

NS = P>0,05; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

La producción de semilla fue escasa, no obstante, en las tres localidades. Ello se atribuyó a que tanto el número de racimos/tallo como el de vainas/racimo se midieron sobre las muestras recolectadas, pero sin contabilizar el número total por unidad de superficie, lo que hubiera reflejado mejor la cantidad de floración y del cuajado del fruto. El cuajado del fruto fue mayor en las localidades que más produjeron, lo que indica que le afectaron las condiciones microclimáticas o la mayor o menor presencia de fauna polinizadora. La localidad donde fue mayor la producción está enclavada en una zona frutícola, mientras que la localidad donde fue peor es una zona regada por aspersión y con frecuentes tratamientos con glifos en cultivos de alfalfa destinados a la deshidratación.

El número de semillas/vaina no fue constante en función de la distancia entre líneas, al contrario de lo observado por Chocarro *et al.* (2004), si no que se incrementó con la distancia, de 3,4 a 3,8 semillas/vaina.

CONCLUSIONES

La distancia entre líneas afectó a la producción de semilla, siendo menor con la distancia de 0,25 m en 2004. La mayor producción se obtuvo en el cv 'Aragón' y la localización más productiva fue Riela (Zaragoza), donde las condiciones medioambientales (temperaturas más frescas y zona frutícola que favorece la presencia de polinizadores) pudieron contribuir a ello. Algunos componentes de la producción, como racimos/tallo y vainas/racimo, es recomendable cuantificarlos por unidad de superficie para determinar la producción del alfalfar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a J.A. Tanco Salaverri y A. I. López Martínez su colaboración técnica. Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto INIA: RTA-02-087-C2.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

ALVARO, J.; LLOVERAS, J., 2003. *Estudio sobre la Metodología de la producción de alfalfa en España. Informe final*. Ed. Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles (AIFE). Lleida.

ASKARIAN, M.; HAMPTON, J.G.; HILL, M.J., 1995. Effect of row spacing and sowing rate on seed production of lucerne (*Medicago sativa* L.) cv Grasslands-Oranga. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **38** (3), 289-295.

BOLAÑOS-AGUILAR, E.D.; HUYGHE, C.; ECALLE, C.; HACQUET, J.; JULIER, B., 2002. Effect of cultivar and environment on seed yield in alfalfa. *Crop Science*, **42** (1), 45-50.

CHOCARRO, C.; LLOBET, J.; FANLO, R.; LLOVERAS, J., 2004. Efecto de la distancia entre líneas sobre la producción de semillas de alfalfa. En: *Pastos y ganadería extensiva*, 433-437. García-Criado B., García-Ciudad A., Vazquez de Aldana B., Zabalgogezcoa I. (Eds). Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Madrid.

HUYGHE, C.; JULIER, B.; BOLAÑOS-AGUILAR, E.D.; ECALLE, C., 2001. 3D distribution of seed yield in alfalfa seed canopy. En: *Quality in lucerne and medics for animal production*, 37-40. Delgado I., Lloveras, J. (Eds). Options Méditerranéennes, serie A, 45.

IANNUCCI, A.; DI FONZO, N.; MARTINIELLO, P., 2002. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed yield and quality under different forage management systems and irrigation treatments in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, **78** (1), 65-74.

MARTINEZ, A., 1989-1993. *Informes de los trabajos desarrollados por la Asociación para la Investigación y Mejora de la Alfalfa (AIMA)*, Zaragoza (no publicados).

MOYER, J.R.; ACHARYA, S.N.; FRASER, J.; RICHARDS, K.W.; FOROUD, N., 1996. Desiccation of alfalfa for seed production with diquat and glufosinate. *Canadian Journal of Plant Science*, **76** (3), 435-439.

RINCKER, C.; MARBLE, V.L.; BROWN, D.E.; JOHANSEN, C., 1988. Seed production practices. En: *Alfalfa and alfalfa improvement*, 985-1021. Eds. A. Hanson, D. Barnes y R. Hill. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.

SAS, 1999. *SAS user's guide: Statistics versión 6.12*. SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA.

SIMON, U., 1997. Environmental effects on seed production in Lucerne. En: *Seed production of lucerne*, 123-134. Proceedings of the XIIth Eucarpia Meeting of Group the Medicago. Eds. O. Chloupek y U. Simon. Ed. Academia, Praga, Republica Checa.

STEINER, J.J.; HUTMACHER R.B.; GAMBLE, S.D.; AYARS, J.E.; VAIL, S.S., 1992. Seed water management. 1. Crop reproductive development and seed yield. *Crop Science*, **32 (2)**, 476-481.

STRICKLER, K., 1999. Impact of flower standing crop and pollinator movement on alfalfa seed yield. *Environmental entomology*, **28 (6)**, 1067-1076.

VARIACIÓN A LO LARGO DEL DÍA DEL VALOR NUTRITIVO DE LA ALFALFA CULTIVADA EN EL VALLE MEDIO DEL EBRO

F. MUÑOZ¹, D. ANDUEZA² E I. DELGADO¹.

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA)-Aragón.
Apartado 727. 50080 Zaragoza.

²INRA-URH. 63122 Saint Genès Champagnelle. France

RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar la variación a lo largo del día del contenido en distintos parámetros de composición química digestibilidad *in vitro* de la materia seca y contenido en hidratos de carbono solubles de un cultivo de alfalfa. El estudio se realizó en varios cortes y en distintos estados fenológicos. No se obtuvieron diferencias significativas entre la alfalfa cortada a las 08:00h, 14:00h y 20:00h para el parámetro fibra neutro detergente. Sin embargo se observó que el contenido en hidratos de carbono solubles aumentó significativamente a lo largo del día y que el forraje cortado a las 20:00h presentó valores más elevados de DIVMS que la alfalfa cortada a primeras horas de la mañana.

Palabras clave: cortes, estados fenológicos, composición química.

DIURNAL VARIATION ON NUTRITIVE VALUE OF LUCERNE GROWN IN THE EBRO MIDDLE VALLEY

SUMMARY

An experiment was carried out to evaluate the diurnal changes of chemical composition, *in vitro* dry matter digestibility and total soluble carbohydrates of an alfalfa crop grown into the Ebro Middle Valley. The study was developed in several cuts and phonological states. There was not significant differences between alfalfa cut at sun-up and sun-down for neutral detergent fibre. However the total soluble carbohydrates and *in vitro* dry matter digestibility was higher at sun-down than at sun-up cuts

Key words: Cuts, phonological states, chemical composition

INTRODUCCIÓN

En las plantas tiene lugar una variación en la concentración de hidratos de carbono no estructurales como resultado de los procesos fotosintéticos. Esta variación puede llevar asociados cambios en el valor nutritivo de los forrajes en general y de la alfalfa en particular (Burns y col., 2005). Por otra parte, los cambios en la concentración de hidratos de carbono no estructurales dependen de las condiciones medioambientales donde se desarrolla el cultivo (Lechtenberg y col., 1971). En el Valle del Ebro, la superficie cultivada de alfalfa constituye más del 80% de la destinada a este forraje en España y en la actualidad no se conoce la variación diurna de hidratos de carbono no estructurales ni su posible influencia sobre el valor nutritivo de dicho forraje cultivado en estas condiciones.

El objetivo del presente trabajo es estudiar la variación diaria en el contenido en distintos parámetros de composición química, digestibilidad *in vitro* de la materia seca y contenido en hidratos de carbono solubles de un cultivo de alfalfa en el momento del corte analizado en diferentes condiciones de cultivo (cuatro cortes y dos estados fenológicos dentro de cada corte).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el año 2004 sobre un campo de cultivo comercial de alfalfa (variedad Aragón) en el segundo año de aprovechamiento, situado en término municipal de Zaragoza.

De acuerdo con el manejo general del cultivo de alfalfa en la región, se llevaron a cabo 6 aprovechamientos, en los que se estudiaron los realizados en tercer, cuarto quinto y sexto lugar. Las fechas de corte se detallan en la Tabla 1. Las labores realizadas sobre el campo de cultivo fueron; el aporte de 800 kg de abono 8-12-25 en dos aplicaciones: a la salida del invierno y tras el segundo corte. El riego se realizó de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo.

La parcela se dividió en 3 partes, las cuales se muestrearon tres veces al día (08:00h, 14:00h y 20:00h) en el tercer, cuarto y quinto cortes cuando el cultivo se encontraba en los estados fenológicos del 10 % y 50 % de floración y a las mismas horas en el último corte, en estado fenológico vegetativo, ya que el cultivo no floreció.

Una vez recogidas las muestras, se trasladaron al laboratorio donde se secaron en estufa a 60 °C, se molieron y sobre ellas se realizaron las determinaciones químicas de cenizas) (AOAC, 1990), fibra neutro detergente (FND), (Goering y Van Soest, 1970) digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Tilley y Terry 1963) y contenido en hidratos de carbono solubles (HCS) (Deriaz, 1961).

Los resultados fueron sometidos a un análisis de la varianza según un modelo de medidas repetidas donde el corte se consideró como medida repetida. El factor estado fenológico se consideró jerarquizado al factor corte y el factor momento de muestreo se consideró jerarquizado al factor estado fenológico. La separación de medias se realizó mediante contrastes ortogonales.

Tabla 1. Fechas de muestreo del cultivo y temperaturas observadas en el momento del corte y en el periodo de crecimiento en los diferentes cortes realizados.

Nº de corte	Estado fenológico	Fecha corte	Temp. Media día corte	Temp. Media del periodo de crecimiento	Suma de Temp. En el momento de corte
3º	10%	29/06/04	25,8	23,0	667
	50%	06/07/04	21,7	23,2	836
4º	10%	28/07/04	24,0	24,0	529
	50%	10/08/04	24,5	24,6	859
5º	10%	06/09/04	24,8	24,1	650
	50%	16/09/04	17,6	23,8	879
6º	veg	19/10/04	19,8	18,1	597

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de la varianza realizado sobre las determinaciones de cenizas, FND, DIVMS y HCS se presentan en la Tabla 2. En ella se observa que el factor corte resultó significativo para las determinaciones de cenizas, FND, DIVMS y HCS ($P < 0,01$, $P < 0,001$, $P < 0,001$ y $P < 0,001$ respectivamente), debido a los valores más elevados de DIVMS y de HCS y al menor contenido en FND obtenido en el 6º corte respecto de los cortes realizados en verano (Tablas 3 y 4). Así mismo, el 4º corte presentó valores más bajos en cuanto DIVMS e HCS que el resto de cortes. Las temperaturas más elevadas observadas durante el crecimiento del cultivo en el 4º corte y las más bajas correspondientes al final del mes de septiembre principios de octubre, correspondientes al 6º corte, junto con el hecho que la planta no llega a alcanzar el estado reproductivo en el ultimo corte, pueden explicar los resultados obtenidos en los cortes 4º y 6º

En lo referente a estado fenológico, el muestreo realizado en el estado fenológico del 10 % de floración presentó valores más elevados de DIVMS e HCS, y menores de FND que los obtenidos en el muestreo realizado cuando la planta se encontraba en el 50 % de floración. En la bibliografía se encuentran resultados similares en lo referente al valor nutritivo y las paredes celulares (Smit y Elgersma, 2004). Llama la atención los resultados obtenidos en el 5º corte (Tabla 6). En este periodo, no se encontraron diferencias significativas entre estados fenológicos para las determinaciones de NDF y DIVMS. Así mismo se observa que, al contrario que el resto de cortes, el contenido en HCS es más elevado cuando la alfalfa se cortó al 50 % de floración que al 10 % de floración. Probablemente, este contenido más elevado en HCS pudo influir en su contenido en DIVMS y este fenómeno podría ser parcialmente explicado por los menores valores de temperatura observados en el periodo comprendido entre el 10 y el 50% de floración de este corte (Tabla 1).

Tabla 2 Niveles de significación de los diferentes factores obtenidos en el análisis de varianza realizado para las determinaciones de cenizas), fibra neutro detergente (FND), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y contenido en hidratos de carbono solubles (HCS).

Fuente de variación	cenizas	FND	DIVMS	HCS
Corte	**	***	***	***
Ef(corte)	***	**	***	***
Mm(ef)	ns	ns	**	***

Ef = estado fenológico; Mm = Momento de corte; ns = P>0,05; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

Tabla 3. Niveles de significación de distintos contrastes de hipótesis realizados para las determinaciones químicas.

Cortes	cenizas	FND	DIVMS	HCS
Primavera vs verano	ns	ns	***	*
Verano vs otoño	**	***	***	***
Ef 10% vs ef 50 % en corte 3	***	**	***	*
Ef 10% vs ef 50 % en corte 4	***	***	***	**
Ef 10% vs ef 50 % en corte 5	***	ns	ns	***
Mm 8:00 vs mm 20:00 en ef50% del c3	-	-	*	***
Mm 8:00 vs mm 20:00 en ef10% del c4	-	-	ns	ns
Mm 8:00 vs mm 20:00 en ef10% del c6	-	-	*	***

ns = P>0,05; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

Tabla 4. Valores medios obtenidos en los distintos cortes realizados para las determinaciones químicas, expresados en % sobre materia seca. (La digestibilidad *in vitro* de la materia seca DIVMS se expresa como coeficiente)

Corte	cenizas	FND	DIVMS	HCS
3º	10,90	40,08	0,76	5,30
4º	10,86	42,40	0,72	4,31
5º	11,35	37,54	0,77	5,36
6º	11,97	35,06	0,83	5,81

Tabla 5. Valores medios obtenidos para las determinaciones químicas, expresados en % sobre materia seca, del forraje obtenido en dos estados fenológicos dentro de cada corte.
(La digestibilidad in vitro de la materia seca DIVMS se expresa como coeficiente)

Corte	Ef	Cenizas	FND	DIVMS	HCS
3°	10 %	11,53	38,41	0,78	5,69
	50 %	10,27	41,74	0,75	4,90
4°	10 %	11,75	38,84	0,77	4,81
	50 %	9,96	45,95	0,67	3,80
5°	10 %	12,06	36,71	0,77	4,32
	50 %	10,64	38,37	0,77	6,39
6°	vegetativo	11,97	35,06	0,84	5,81

Tabla 6. Valores medios obtenidos para las determinaciones químicas, expresados en % sobre materia seca, del forraje obtenido en 3 momentos de corte en varios estados fenológicos dentro de cada corte.
(La digestibilidad in vitro de la materia seca DIVMS se expresa como coeficiente)

Corte/EF	Momento de corte	Cenizas	FND	DIVMS	HCS
3°/50 %	8:00	11,48	39,48	0,76	4,30
	14:00	11,63	37,96	0,79	4,54
	20:00	11,49	37,80	0,79	8,17
4°/10%	8:00	8,98	45,25	0,68	2,16
	14:00	10,55	45,90	0,68	4,22
	20:00	10,36	46,69	0,64	5,02
6°/vegetativo	8:00	12,11	33,58	0,82	4,93
	14:00	11,72	34,20	0,83	5,46
	20:00	12,09	37,40	0,86	7,04

Respecto al momento de corte a lo largo del día realizado dentro de cada estado fenológico, no se observaron diferencias significativas entre horas para las determinaciones de cenizas y FND. Sin embargo, el contenido en HCS y DIVMS resultaron significativos ($P < 0,001$ y $P < 0,01$ respectivamente). Todos los contrastes de hipótesis realizados entre los valores correspondientes a las 08:00h y las 20:00h para las determinaciones de DIVMS y HCS resultaron significativos ($P < 0,05$) a excepción del correspondiente al 10 % de floración del corte 4 (Tabla3). En el resto de casos tanto los valores de DIVMS como el contenido en HCS fueron significativamente superiores cuando el corte se realizó al atardecer que al amanecer (Tabla 6).

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir de forma preliminar que los cortes realizados al atardecer tienen un valor nutritivo más elevado que los aprovechamientos realizados a primeras horas de la mañana. Sería necesaria una confirmación de los resultados obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a Teresa Fustero, Ángeles Legua, Anabel López y Juan Pérez por su colaboración técnica.

BIBLIOGRAFÍA

A.O.A.C. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS), 1990. *Official methods of analysis*, 15th ed. Arlinton (USA).

GOERING, H.K. Y VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage fibre analysis*, ARS Agric. Handb, **379**, 1-12. (USDA).

BURNS, J.C., MAYLAND, H.F. Y FISHER, D.S., 2005. Dry matter intake and digestion of alfalfa harvested at sunset and sunrise. *J. Anim. Sci.* **83**,262-270

DERIAZ, R. E., 1961. Routine analysis of carbohydrates and lignin in herbage. *J. Sci. Food Agric* **12**: 152-160

LECHTENBERG, V.L., HOLT,D.A. Y YOUNBERG, H.W. ,1971. Diurnal variation in nonstructural carbohydrates in vitro digestibility and leaf to stem ratio of alfalfa. *Agron. J.* **63**, 719-724.

SMIT, H.J. y ELGERSMA, A. , 2004. Diurnal fluctuations in vertical distribution of chemical composition in a perennial rygrass (*Lolium perenne*) sward during the season. Land Use Systems in Grassland Dominated Regions. *Proceedings of 20th General Meeting of European Federation*. Luzern, Switzerland. p. 951-953.

TILLEY, J.M.A. Y TERRY, R.A., 1963. A two stage technique for the *in vivo* digestibility of forage crops. *J. Brit. Grassld. Soc.* **18**,104-119.

EFFECTO DEL TIPO DE FERTILIZANTE SOBRE LA PRODUCCION Y EL CONTENIDO PROTEICO EN ROTACIONES FORRAJERAS DE ZONAS HUMEDAS

A. IBARRA, I. ALBIZU, S. MENDARTE, I. MIJANGOS, C. GARBISU, M. PINTO Y A. AIZPURUA.

NEIKER, A.B., Berreaga, 1. 48160 Derio. Bizkaia. E-mail: ialbizu@neiker.net

RESUMEN

La reutilización de residuos orgánicos de origen ganadero (purín y estiércol) como abono en tierras agrícolas, se presenta como una opción para solventar la problemática de excedentes en las explotaciones ganaderas del País Vasco. El objetivo del presente estudio, llevado a cabo durante tres años, es conocer y comparar el valor fertilizante de un abono orgánico en forma de pellet frente a la fertilización convencional con abonos minerales en distintas rotaciones forrajeras. Para ello, se determinó la producción y el contenido proteico del forraje así como el N mineral en suelo en postcosecha del cultivo.

Los resultados muestran la viabilidad del uso del residuo orgánico como abono, obteniendo producciones similares o incluso superiores tanto en el maíz como en los distintos cultivos de invierno ensayados, además de un mayor contenido proteico en las parcelas abonadas con fertilizante orgánico.

Palabras clave: residuos ganaderos, valor fertilizante, productividad, calidad proteica, alternativas forrajeras.

EFFECT OF TYPE FERTILIZER ON THE PRODUCTION AND THE CRUDE PROTEIN CONTENT IN CROP ROTATIONS IN THE ATLANTIC AREA (NORTH SPAIN)

SUMMARY

It is a well-known fact that the utilization of manure as fertilizer for croplands appears a valid option to overcome the environmental problems associated with its excessive accumulation in livestock farms. In this respect, in the Basque Country (northern Spain), a three-year project was carried out to study the fertilization potential of cattle manure (as pellet), as compared to conventional mineral fertilizers, in different forage crop rotations. In order to do so, crop yield and quality (protein content) were determined. Likewise, after harvesting, soil nitrogen content was quantified. It was observed that similar, or even higher, crop yields were obtained when manure was used as a fertilizer. In addition, protein contents were higher in crops fertilized with manure. Consequently, from our assays, it was concluded that manure has great value as organic fertilizer.

Key words: livestock residues, fertilizer value, productivity, protein value, forages alternatives

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la profesionalización de sector primario de la Cornisa Cantábrica ha conducido a una intensificación de la producción a escala de explotación, con un aumento del tamaño de las mismas y una mayor tecnificación. Dicha intensificación ha generado una acumulación de residuos ganaderos en las explotaciones con la consiguiente problemática que ello acarrea. Existen diversas alternativas de tratamiento, siendo hasta la fecha la más utilizada su uso como abono orgánico. El fundamento de la valorización de los residuos orgánicos en el sistema suelo-planta es el reciclaje de la materia orgánica y los elementos nutritivos y la minimización de cualquier posible impacto desfavorable para el ambiente y la salud de los seres vivos. Por otra parte, la fuerte demanda de alimento que precisan estas explotaciones y el coste que ello supone hacen que la optimización de recursos forrajeros propios cobre cada vez más importancia. En este sentido, las rotaciones forrajeras se presentan como una buena opción.

Por ello, en este estudio se pretende comparar la fertilización orgánica frente a la mineral en distintas rotaciones forrajeras donde se utiliza el maíz como cultivo de verano y se prueban distintas alternativas al raigrás como cultivo de invierno (triticale, veza-avena y triticale-guisante), valorando la producción y calidad proteica del forraje.

MATERIAL Y MÉTODOS

La parcela objeto a estudio se estableció en Derio (Bizkaia) a una altitud de 60 m, orientación NE y sobre un suelo de textura franco-arcillo-limosa. El ensayo se inició en mayo del 2001 con la siembra del maíz forrajero y finalizó en abril del 2004 con la cosecha de los cultivos de invierno. El cultivo precedente fue un vivero de roble autóctono y las temperaturas medias y precipitaciones acumuladas recogidas en el intervalo del cultivo de verano (mayo-septiembre) y de los cultivos de invierno (octubre-abril) en los tres años de estudio quedan reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 1. Temperaturas medias (°C) y precipitaciones acumuladas (mm) recogidas en la estación meteorológica de Derio (Bizkaia) durante el periodo de cada cultivo.

	May 01 Spt 01	Oct 01 Abr 02	May 02 Spt 02	Oct 02 Abr 03	May 03 Spt 03	Oct 03 Abr 04
Tª media (°C)	17,98	10,91	16,46	11,61	19,04	9,87
Precipitación (mm)	204	567	438	911	350	1002

El ensayo presenta un diseño factorial en parcela dividida con cuatro repeticiones, siendo el factor principal la especie sembrada y el secundario el tipo de abonado. Se establecen parcelas de un tamaño de 4,5x10 m.

El terreno se preparó mediante técnicas de laboreo convencional y se recogieron muestras de suelo anualmente (otoño) para realizar la recomendación de abonado. El abono orgánico incorporado fue un pellet formado por 50% vacuno, 30% porcino y 20% gallinaza y con una relación de N-P₂O₅-K₂O de 8,2-2,7-2. Se consideró que la disponibilidad de los nutrientes en el primer año era del 50%, del 60% en el segundo y del 70% en el tercero (Pereda, 1993).

Las cantidades y tipo de abono aplicados tanto en el cultivo de verano como en los de invierno durante los tres años de estudio quedan resumidos en las tablas 2 y 3.

Para la siembra del maíz forrajero se utilizó una sembradora neumática de precisión mientras que para la de los cultivos de invierno se utilizó una sembradora a chorrillo, con la excepción de la siembra del raigrás italiano, que fue manual. Las variedades de maíz forrajero utilizadas fueron cv. 'G-350' en los dos primeros años de estudio y cv 'Surtep' en el último a una dosis de 92 000 plantas/ha (70*15,5 cm) el primer y tercer año y de 87 000 (70*16,5 cm) en el segundo. En cuanto a los cultivos de invierno, el raigrás italiano cv. 'Nival' se sembró a una dosis de 35 kg/ha, el triticale cv. 'Senatrit' a 400 semillas viables/m², y las mezclas triticale-guisante cv. 'Senatrit'-'Pursan' y veza-avena cv. 'Aintrée'-'Albina' a una dosis de 300 semillas viables/m² en una proporción de 60% cereal y 40% leguminosa.

En el cultivo del maíz se aplicó un insecticida a base de Foxim 10% (a una dosis de 40 kg/ha) previo siembra y posteriormente se aplicó un herbicida de preemergencia a base de Metacloro 30% + Atrazina 19% (4 l/ha de producto comercial) en el primer año de estudio y Pedimentalina 33% (6 l/ha de producto comercial) en el segundo y tercero.

La producción del maíz forrajero se determinó cortando el forraje con una segadora efectuando el muestreo sobre las dos hileras centrales de cada parcela. Se muestreó una superficie aproximada de 1,4x8 m por parcela anotando el peso total del forraje además del peso de cinco plantas separando la mazorca de la parte verde (tallo, hojas y espigas). Después, se tomaron dos muestras por parcela, una de mazorca y otra de parte verde para determinar el contenido de materia seca en estufa de aire forzado a 70°C durante 72 horas hasta peso constante.

En cuanto a los cultivos de invierno, se cosechó una franja central de 0,9 m de ancho a lo largo de toda la parcela. Se realizó el pesaje en campo y se tomó una muestra representativa para determinar el contenido en materia seca. Una vez secadas las muestras, se molieron con un molino de cuchillas con un tamiz de 1 mm para determinar la proteína bruta (PB) por el método Kjendahl (A.O.A.C., 1999).

A continuación, se tomaron muestras de suelo hasta 50 cm de profundidad mediante una sonda de media caña de 100 cm. Se fraccionaron en dos submuestras: 0-25 y 25-50 cm. En cada parcela se hicieron tres perforaciones, homogeneizando las submuestras para obtener una única muestra para su posterior análisis de nitrato (Alpkem, 1986) y amonio (Alpkem, 1987).

Tabla 2. Cantidades, tipo de abono y su fecha de aplicación en el maíz forrajero en los tres años de estudio.

	Fecha	Cultivo	Fertilizante	Tipo de fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Año 1	30/05/01	Maíz (150-36-110)	Orgánico	Pellet Cl K 60%	110	36	26 84
	29/05/01	Maíz (150-49-120)	Mineral	9-18-27 NAC 26% Cl K 60%	24 126	49	73 47
Año 2	16/05/02	Maíz (150-50-120)	Orgánico	Pellet Cl K 60%	150	50	36 84
	16/05/02	Maíz (150-50-120)	Mineral	Nitrosulfato 26% 0-14-14 Cl K 60%	150	50	50 70
Año 3	13/05/03	Maíz (150-49-120)	Orgánico	Pellet Cl K 60%	150	49	36 84
	13/05/03	Maíz (150-49-120)	Mineral	Nitrosulfato 26% 9-18-27 Cl K 60%	125 25	49	73 47

Tabla 3. Cantidades, tipo de abono y su fecha de aplicación en los cultivos forrajeros de invierno durante el primer y tercer año de estudio.

	Fecha	Cultivo	Fertilizante	Tipo de fertilizante	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Año 1	04/12/01	Monófito (150-49-120)	Orgánico	Pellet Cl K 60%	150	49	36 84
		Mezcla (90-49-120)	Orgánico	Pellet Cl K 60% Superfosfato 18%	90	29	22 98 20
	03/12/01	Monófito (150-49-120)	Mineral	NAC 26% Superfosfato 18% Cl K 60%	40	49	120
	25/02/02			NAC 26%	110		
	03/12/01	Mezcla (90-49-120)	Mineral	NAC 26% Superfosfato 18% Cl K 60%	40	49	120
	25/02/02			NAC 26%	50		
Año 3	11/11/03	Monófito (150-50-110)	Orgánico	Pellet Cl K 60%	150	50	36 74
		Mezcla (90-50-110)	Orgánico	Pellet Superfosfato 18% Cl K 60%	90	29	22 21 88
	11/11/03	Monófito (150-50-110)	Mineral	NAC 26% Superfosfato 18% Cl K 60%	40	50	110
	09/03/04			NAC 27%	110		
	11/11/03	Mezcla (90-50-110)	Mineral	NAC 26% Superfosfato 18% Cl K 60%	40	50	110
	09/03/04			NAC 27%	50		

A continuación, en la tabla 4 quedan reflejados las fechas de siembra, cosecha y estado fenológico en que se recolectaron.

Tabla 4. Fechas de siembra, cosecha y estado fenológico del cultivo de verano y de los cultivos de invierno para los tres años de estudio.

			Siembra	Cosecha	Est. Fenológico cosecha
Cultivo de verano	Año 1	Maíz forrajero	31/5/01	4/10/01	Grano pastoso
	Año 2		16/5/02	3/09/02	
	Año 3		15/5/03	17/9/03	
Cultivos de invierno	Año 1	R	5/12/01	23/4/02	Vegetativo
		T	7/12/01	23/4/02	Mitad de floración
		V-A	7/12/01	23/4/02	Floración inicial-Final encañado
		T-G	7/12/01	23/4/02	Mitad de floración-Vaina formada
	Año 3	R	19/11/03	26/4/04	Vegetativo
		T	19/11/03	26/4/04	Principio de floración
		V-A	19/11/03	26/4/04	Plena floración-Final de encañado
		T-G	19/11/03	26/4/04	Principio de floración-Vaina formada

R: raigrás italiano, T: triticale, V-A: veza-avena, T-G: triticale-guisante

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cultivo de verano

Efecto del tipo de fertilizante sobre la producción y contenido proteico

El tipo de fertilizante marcó diferencias significativas en la producción de maíz en el segundo año de estudio, siendo un 12,4% mayor en las subparcelas abonadas con fertilizante orgánico. Esta diferencia, se debe, principalmente, a un aumento de la fertilidad del suelo (mayor contenido de N mineral en postcosecha del cultivo precedente en las orgánicas frente a las de abono mineral, 58,1 y 31,7 kg N/ha respectivamente). Se produjo por la aplicación continuada del abono orgánico, unida a una posible mayor mineralización del mismo durante el crecimiento del cultivo. Sin embargo, las diferencias en N mineral del suelo derivadas del tipo de fertilizante, tienden a igualarse tras permanecer el suelo libre durante el periodo de los cultivos de invierno en el segundo año de estudio, no reflejándose dicho efecto de la fertilización en las producciones de las rotaciones del tercero.

En cuanto al contenido proteico del maíz, resultó estadísticamente superior en las parcelas abonadas con fertilizante orgánico en el primer (aumento del 8%) y tercer año de estudio (aumento del 6,8%).

Tabla 5. Producción (P, en t MS/ha) de maíz y porcentaje sobre materia seca de proteína bruta (PB) según el tipo de fertilizante en los tres años de estudio.

Fertilizante	1º Año		2º Año		3º Año	
	P ($\bar{X} \pm D.E$)	PB ($\bar{X} \pm D.E$)	P ($\bar{X} \pm D.E$)	PB ($\bar{X} \pm D.E$)	P ($\bar{X} \pm D.E$)	PB ($\bar{X} \pm D.E$)
Orgánico	17,8±2,6 a	10,0±0,4 a	17,1±3,0 a	7,3±0,4 a	15,5±4,1 a	7,4±0,4 a
Mineral	17,9±2,4 a	9,2±0,5 b	14,9±2,4 b	7,1±0,6 a	17,1±2,4 a	6,8±0,5 b

Distinta letra dentro de cada columna, indica diferencias significativas según el test de Duncán al nivel del 95% de probabilidad. (\bar{X} =Media; D.E=Desviación estándar)

Cultivos de invierno

Efecto del tipo de fertilizante y cultivo de invierno sobre la producción y contenido proteico

El tipo de fertilizante marcó diferencias significativas en producción en el primer año de estudio, siendo un 18% mayor con el orgánico (tabla 6). Esta mayor producción refleja que hubo disponible mayor cantidad de N mineral, proveniente tanto de una mayor tasa de mineralización de la prevista (>50%) durante el periodo de los cultivos de invierno, como de un aumento de la fertilidad de suelo debido a la aplicación continuada del abono orgánico (mayor cantidad de N mineral en suelo en postcosecha del cultivo precedente en las parcelas abonadas con fertilizante orgánico respecto al mineral, 123,3 y 59,3 kg N mineral/ha respectivamente).

Por otra parte, el tipo de cultivo también marcó diferencias significativas en los dos años de estudio. En el primero, tanto con fertilizante orgánico como mineral, el triticale fue el cultivo más productivo y la veza-avena el menos. En el tercero, el cultivo triticale-guisante fue el más productivo y la veza-avena el menos, independientemente del fertilizante utilizado. En un trabajo anterior, se obtuvieron mayores producciones con las mezclas forrajeras que con la siembra única del cereal (Aizpurua *et al.*, 2001). En este caso, la menor producción del triticale-guisante en el primer año de estudio se debió a la baja implantación del guisante afectado por las bajas temperaturas durante el mes de diciembre y, en el caso de la veza-avena, al estadio vegetativo precoz de la avena. Comparando la producción de MS de los cultivos de invierno de los dos años de estudio, se ve que el primero ha sido un 25,2% más productivo que el tercero, obteniendo una producción media de 5,8 y 4,4 t MS/ha respectivamente. La alta pluviometría, junto con una temperatura media menor en el tercer año de estudio, ralentizó el crecimiento y disminuyó la nascencia de los cultivos de invierno, principalmente de los cereales. Estos se caracterizan por tener un alto potencial productivo en comparación a las leguminosas, que fijan de nitrógeno al suelo y contribuyen a un aumento del nivel de proteína en la mezcla.

Tabla 6. Producción (P, en t MS/ha) y porcentaje sobre materia seca de proteína bruta (PB) de los distintos cultivos de invierno según el tipo de fertilizante en los dos años de estudio.

	1º Año				3º Año	
	Orgánico		Mineral		P	PB
	P	PB	P	PB		
	($\bar{X} \pm D.E$)	($\bar{X} \pm D.E$)	($\bar{X} \pm D.E$)	($\bar{X} \pm D.E$)	($\bar{X} \pm D.E$)	($\bar{X} \pm D.E$)
Raigrás	6,3±0,7 ab	18,3±3,5 a	5,9±0,5 a	12,5±1,5 a	4,6±0,8 a	9,6±1,2 b
Triticale	7,9±1,6 a	13,0±1,9 b	6,3±1,4 a	12,1±0,4 a	4,8±0,8 a	7,9±0,7 b
Veza-Avena	4,5±1,3 b	18,8±0,4 a	4,0±0,7 b	15,5±3,3 a	2,8±0,6 b	16,4±6,2 a
Triticale-Guisante	6,9±0,6 a	13,4±2,6 b	4,9±1,5 ab	15,7±2,5 a	5,4±1,1 a	13,1±5,1 ab

Distinta letra dentro de cada columna, indica diferencias significativas según el test de Duncan al nivel del 95% de probabilidad. (\bar{X} =Media; D.E=Desviación estándar)

En general, las mezclas presentaron un mayor contenido de proteína bruta que los cultivos monófitos, a excepción del triticale-guisante con aplicación de fertilizante orgánico en el primer año de estudio. Cabe atribuirlo a la baja implantación del guisante, afectado por las bajas temperaturas en el mes de diciembre.

En cuanto al efecto del tipo de fertilizante sobre el contenido proteico, se observó una mayor acumulación de nitrógeno con fertilizante orgánico en el primer año de estudio.

Por último, en cuanto a las producciones totales no se han encontrado diferencias significativas ni por el tipo de fertilizante ni entre distintas rotaciones, obteniendo una producción media de 23,6 t MS/ha para el primer año de estudio y de 20,5 t MS/ha para el tercero.

CONCLUSIONES

- El uso del abono orgánico pelletizado como fertilizante, tanto para el maíz forrajero, como para los cultivos de invierno, es viable, dando unos resultados de producción similares o incluso superiores a los obtenidos con fertilización convencional además de unos mayores contenidos en PB.

- En cuanto a realizar propuestas de rotaciones forrajeras alternativas al típico raigrás italiano-maíz, se considera conveniente realizar más ensayos con distintos cultivos de invierno, distintas variedades y a lo largo de varios años para ver su adaptación a condiciones locales de cada zona.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado gracias a la financiación del INIA dentro del proyecto “Rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas en la España húmeda: Control medioambiental” (RTA01-144).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C, 1999. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 16 th Edn. A.O.A.C Int., Gaithersburg, MD (UUEE).

AIZPURUA, A.; CASTELLON, A.; ALBIZU, I.; GARRO, J.; BESGA, G., 2001. Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maíz en el País Vasco. *Actas de la XLI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. 539-544.

ALPKEM, 1986. Nitrate + nitrite nitrogen (A303-S170). P 1-10. RFA methodology. Alpkem Corp. Clackamas, OR.

ALPKEM, 1987. Ammonia nitrogen (A303-S020). P 1-7. RFA methodology. Alpkem Corp. Clackams, OR.

PEREDA, J., 1993. *Producción y utilización de estiércoles y purines en Gipuzkoa*. Informe inédito.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NPK Y DEL FRACCIONAMIENTO DEL NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE TRÉBOLES

R. GARCÍA, S. ANDRÉS, J. ALVARENGA Y A. CALLEJA.

Dpto. de Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León.

RESUMEN

En una experiencia de fertilización NPK ubicada en un prado de regadío al sur de la cordillera cantábrica (localidad de Las Salas, provincia de León, 1100 m) se ha estudiado la evolución de los tréboles blanco (*Trifolium repens*) y violeta (*Trifolium pratense*) a lo largo de 10 años. Los cuatro primeros años el aporte de nitrógeno se realizaba de una sola vez, mientras que en los seis restantes se fraccionaba, de modo que el 70% de la dosis total anual se aplicaba a la salida del invierno y el 30% restante tras la primera siega.

A lo largo de la experiencia pudo observarse cómo la presencia de ambos tipos de trébol disminuía con la fertilización nitrogenada. Además, cuando ésta se efectuaba de modo fraccionado, el trébol violeta se veía especialmente afectado, mientras que no se observaba incidencia alguna sobre la producción de trébol blanco.

Por otra parte, pudo constatarse que la fertilización fosfórica incrementaba la producción de trébol blanco con independencia de la dosis utilizada, mientras que la producción de trébol violeta se veía reducida con este fertilizante, especialmente con las dosis más altas.

Por último, cabe destacar que la fertilización potásica incrementaba la producción de trébol blanco en función de la dosis de fertilizante aplicada, mientras que su efecto sobre el trébol violeta no resultaba significativo.

Palabras clave: prados, manejo, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*.

EFFECT OF FERTILIZATION NPK AND THE NITROGEN PARTED ON THE PRODUCTION OF CLOVERS

SUMMARY

During ten years the influence of NPK fertilization on the production of white and red clover (*Trifolium repens* and *Trifolium pratense*, respectively) in a mountain meadow (Las Salas, North West Spain) has been studied. The former four years the nitrogen fertilization was applied in one dose, whereas the later six years the N total annual dose was divided, being the 70% applied at the end of the winter and the rest (30%) after the first harvest of the meadow.

Regarding the nitrogen fertilization it could be observed that the production of both kind of clovers (*T. repens* and *T. pratense*) was decreased. However, when the N applied dose was fractionated only *T. pratense* was affected negatively, whilst the production of *T. repens* was not significantly reduced.

Moreover phosphoric fertilization increased white clover (*T. repens*) production, whereas that corresponding to red clover (*T. pratense*) was reduced, especially with the highest P doses.

Finally it must be said that white clover production was increased according to K fertilizant applied dose, whilst it could not be observed a significant effect on red clover production.

Keywords: meadows, management, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*.

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de los prados de la vertiente sur de la cordillera cantábrica son comunidades vegetales que pertenecen al Orden *Arrhenatheretalia* y ocupan los escasos terrenos de los fondos de valle. El aporte de fertilizantes permite aumentar la producción e incrementar las reservas de forraje para la invernada; no obstante, la producción de heno de calidad implica considerar la presencia de leguminosas en tanto que éstas incrementan, de una forma significativa, el valor nutritivo del alimento (Ammar *et al.*, 1999; Bochi *et al.*, 2001). Sin embargo, y bajo el punto de vista de la biomasa, las únicas leguminosas que son importantes son los tréboles blanco y violeta (García, 1988), y de una forma especial en los rebrotes, en los que son marcadamente abundantes (Rodríguez *et al.*, 1996; García *et al.*, 2000).

En experiencias previas se ha estudiado el efecto de la fertilización sobre el conjunto de ambas leguminosas en un sistema de aprovechamiento de dos cortes anuales (Pérez *et al.*, 1994); también se conoce la incidencia que tiene la intensificación del manejo de los prados (paso de dos a tres cortes anuales) sobre la presencia y producción de estas leguminosas y sobre su capacidad de rebrote (García *et al.*, 2000; García y Calleja, 2003) así como la importancia de las mismas en el balance mineral en el suelo (Rodríguez *et al.*, 2000). Finalmente, en este trabajo se ha estudiado el comportamiento de los tréboles blanco y violeta a lo largo de diez años, dentro de una comunidad pluriespecífica sometida a distintas prácticas de fertilización y en la que se realizan tres cortes anuales que se henifican.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se ha llevado a cabo en un prado de regadío de la Montaña de Riaño (León) que se fertiliza anualmente con N (0, 60, 120 y 180 kg ha⁻¹ año⁻¹), con P₂O₅ (0, 80, 160 y 240 kg ha⁻¹ año⁻¹) y K₂O (0, 60, 120 y 180 kg ha⁻¹ año⁻¹) de acuerdo con un diseño factorial 4³. (Rodríguez *et al.*, 1980). Desde el año 1988 se practica un sistema de aprovechamiento de tres siegas al año (principios de junio, mediados de julio y septiembre), aplicándose el N de una sola vez, junto con el resto de fertilizantes, a la salida del invierno. A partir de 1998 la dosis anual de nitrógeno comienza a aplicarse fraccionadamente, de modo que el 70% se sigue aportando con el resto de los fertilizantes y el 30% restante tras realizar el primer corte.

Las muestras se recogieron a lo largo de diez años; durante los cuatro primeros con el N aplicado de forma única y a lo largo de los seis años restantes con el N fraccionado.

Para este trabajo se ha estudiado la producción total anual de cada trébol (kg MS ha⁻¹ año⁻¹) como la suma de sus tres cortes anuales obtenidos de una separación manual, hasta nivel de especie, a partir de una muestra representativa de la parcela.

Para el tratamiento estadístico se han utilizado los procedimientos GLM y REG y el método Duncan como contraste de medias, dentro del paquete estadístico SAS (SAS,1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 aparecen los resultados correspondientes al efecto de la forma de aporte del nitrógeno (único/fraccionado), así como de los distintos fertilizantes, sobre la producción de los dos tipos de trébol estudiados. Como puede observarse, el comportamiento es diferente para ambas especies; en el caso del trébol blanco la forma de aporte de nitrógeno tiene una incidencia menor que las dosis de este fertilizante, mientras que en el caso del trébol violeta es el fraccionamiento de la dosis anual de N el factor que presenta una mayor importancia, de carácter negativo, pasando los fertilizantes aplicados a un segundo plano, este comportamiento frente al nitrógeno también ha sido descrito por Carpintero y Suárez (1976), Klitsch (1965) y Rodríguez *et al.* (1980).

Tabla 1. Análisis de la varianza y de regresión: significación y porcentaje de variación explicada por los distintos parámetros en la producción de trébol blanco (TRE) y de trébol violeta (TPR).

	Trébol blanco		Trébol violeta	
	Significación	% de variación explicada	Significación	% de variación explicada
Aporte	ns	-	***	31,9
N	***	28,8	***	5,1
P	***	13,8	***	7,9
K	***	11,6	ns	-
N*P	***	7,8	*	-
N*K	***	2,7	***	0,4
P*K	*	1,6	***	1,7
N*P*K	ns	0,8	***	6,5
	TRE=560,97-7,94N+11,09P+2,43K +0,03N ² -0,03P ² -0,03NP+0,01PK+e R ² =0,57 RSD=535		TPR=451,69-147,82 Aporte-0,55N -0,50P+e R ² =0,32 RSD=134	

Aporte: N sin fraccionar=1; Aporte: N fraccionado=2

La diferente conducta de ambos tréboles frente al nitrógeno podría deberse a que el sistema radicular del trébol violeta, más profundo, permitiría un mayor contacto con el N a medida que es arrastrado por lixiviación, lo que haría a ésta una especie más sensible a dicho fertilizante que el trébol blanco, que a su vez parece estar más adaptado al sistema de tres cortes al año, como ya fue descrito por Klapp (1965).

Habida cuenta de la ausencia de significación en el trébol blanco del fraccionamiento o no del nitrógeno, en la Tabla 2 se estudia el efecto que la fertilización NPK tiene sobre la producción anual de dicho trébol, independientemente de la forma de aplicación del nitrógeno, el cual tiene un efecto depresivo a medida que aumenta su dosis, llegando a disminuir el 71% en la dosis más elevada en comparación con las parcelas que carecen de este elemento.

Tabla 2. Efecto del modo de aporte, fertilizante y dosis de fertilizante sobre la producción (kg ha⁻¹ año⁻¹) de trébol blanco.

	Aporte				eed
	<i>N sin fraccionar</i>		<i>N fraccionado</i>		
	873		932		46
	Dosis de fertilizante				
	0	1	2	3	
N	1554a	930b	659c	455d	60
P	398b	1174a	1066a	1063a	60
K	529d	848c	1054b	1258a	60

eed= error estandar de la diferencia.

N y K: dosis 0 (sin fertilizante); 1 (60 kg ha⁻¹ año⁻¹); 2 (120 kg ha⁻¹ año⁻¹); 3 (180 kg ha⁻¹ año⁻¹).

P: dosis 0 (sin fertilizante); 1 (80 kg ha⁻¹ año⁻¹); 2 (160 kg ha⁻¹ año⁻¹); 3 (240 kg ha⁻¹ año⁻¹).

La fertilización fosfórica es favorable para *T. repens* y su efecto se observa con independencia de la dosis usada; el incremento de producción, frente a las parcelas carentes de este elemento fertilizante, alcanza el 177%. De acuerdo con Pérez (1989), es una planta que claramente rechaza la falta de fósforo y le favorece su aporte (Carpintero y Suárez, 1976; Rodríguez *et al.*, 1980).

Del mismo modo puede apreciarse que el potasio también aumenta la producción de trébol blanco, siendo este incremento más elevado a medida que aumenta la dosis de fertilizante aplicada. En este sentido se ha observado un aumento de la producción en un 60% con 60 kg ha⁻¹ año⁻¹ de K₂O y de un 138% con la dosis más elevada (180 kg ha⁻¹ año⁻¹). Resultados similares han sido previamente descritos por otros autores (Jiménez *et al.*, 1985; Rodríguez *et al.*, 1980) si bien parece que su efecto, en general, es menor que el del fósforo.

Por otra parte, en la Tabla 3 se observan los porcentajes de varianza explicados por los distintos fertilizantes y sus interacciones, con o sin fraccionamiento de nitrógeno, para la producción de *T. pratense*. En ambos casos destaca la importancia del nitrógeno y del fósforo así como la interacción triple (NPK). Además, cabe destacar la ausencia de significación del potasio y el cambio que sufre la interacción NP en función de como se aplique la dosis de nitrógeno correspondiente.

En la Tabla 4 se aprecia el efecto de todos los elementos fertilizantes sobre la producción del trébol violeta en función de la forma de aporte del nitrógeno. En primer lugar, puede observarse un descenso del 77% en la producción de trébol violeta por el simple hecho de fraccionar la dosis de nitrógeno.

Referente a las dosis de los fertilizantes, el descenso en la producción de trébol violeta es progresivo cuando el aporte es fraccionado, llegando a alcanzar el 68% con la más alta de nitrógeno. Cuando el aporte de fertilizante nitrogenado es único, la reducción de trébol violeta es del 59%, sin que se encuentren diferencias debidas a las dosis. Este descenso en la producción de trébol violeta más acusado cuando el aporte de N es fraccionado, normalmente es achacado a la dificultad de competencia con las gramíneas y a las peculiaridades del sistema radicular de esta planta (Carpintero y Suárez, 1976; Piñeiro y Pérez, 1978; Rodríguez *et al.*, 1980).

Tabla 3. Análisis de la varianza y porcentaje de variación explicada por los distintos parámetros en la producción de trébol violeta.

	Aporte			
	<i>N sin fraccionar</i>		<i>N fraccionado</i>	
	<i>Significación</i>	<i>% variación explicada</i>	<i>Significación</i>	<i>% variación explicada</i>
N	***	13	***	5
P	***	19	***	10
K	ns	-	ns	-
N*P	ns	-	***	4
N*K	**	1	*	-
P*K	***	4	***	4
N*P*K	**	20	**	9

Tabla 4. Efecto del modo de aporte y dosis de fertilizante sobre la producción (kg ha⁻¹ año⁻¹) de trébol violeta.

	Aporte				eed
	<i>N sin fraccionar</i>		<i>N fraccionado</i>		
	203a		47b		
	Dosis de fertilizante				
	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
N sin fraccionar					
<i>N</i>	346a	168b	132b	120b	35
<i>P</i>	342a	189b	172b	66c	35
<i>K</i>	195	197	196	225	35
N fraccionado					
<i>N</i>	67a	50b	51ab	21c	8
<i>P</i>	81a	44b	45b	19c	8
<i>K</i>	49	40	57	43	8

eed= error estándar de la diferencia.

N y K: dosis 0 (sin fertilizante); 1 (60 kg ha⁻¹ año⁻¹); 2 (120 kg ha⁻¹ año⁻¹); 3 (180 kg ha⁻¹ año⁻¹).
 P: dosis 0 (sin fertilizante); 1 (80 kg ha⁻¹ año⁻¹); 2 (160 kg ha⁻¹ año⁻¹); 3 (240 kg ha⁻¹ año⁻¹).

Por otra parte, el comportamiento de *T. pratense* es negativo frente al aporte de fósforo; los descensos (con 240 kg ha⁻¹) varían entre el 81% y el 76% con aporte único y fraccionado. Estos datos confirman la preferencia de *T. pratense* por los suelos con una baja concentración de fósforo (Ferrer *et al.*, 1980). No obstante, estos datos difieren de los descritos por Klitsch (1965) en praderas y por Rodríguez *et al.* (1980) en prados de montaña, aunque en experiencias de mucha menor duración.

Por último, y al igual que en otras experiencias de fertilización en comunidades del Orden *Arrhenatheretalia* (Rodríguez *et al.*, 1980), no se ha encontrado ningún efecto significativo del potasio sobre el trébol violeta, lo cual difiere de lo descrito en praderas (Klitsch, 1965).

El comportamiento diferente de estos dos tréboles frente a la fertilización, podría estar relacionado con sus características morfológicas, fisiológicas y también agronómicas. Generalmente las descripciones incluyen estos dos tipos de trébol como especies "precoces" (Álvarez, 1980; Klitsch, 1965; Pérez, 1989). Sin embargo la experiencia de campo nos indica que la precocidad, entendida como rapidez en la formación de semillas, difiere sensiblemente entre ambas especies; así en la separación manual del segundo corte, todas las parcelas con trébol blanco (*T. repens*) presentan flores y semillas perfectamente formadas mientras que son escasas en el trébol violeta (*T. pratense*). Además la gran capacidad de rebrote del trébol blanco frente a la menor de trébol violeta, puesta de manifiesto por García y Calleja (2003), nos indica que posiblemente las condiciones en que se encuentra *T. pratense* son especialmente inadecuadas mientras que *T. repens* se adapta mejor al sistema de aprovechamiento de tres cortes, al fraccionamiento y a la fertilización utilizada, incluso con posible selección de ecotipos.

CONCLUSIONES

La producción de trébol blanco en prados, es elevada en un sistema de aprovechamiento de tres cortes anuales, mientras que la de trébol violeta, en el mismo sistema, es cada vez menor.

La producción de trébol blanco y violeta disminuye con la presencia de nitrógeno, resultando este último especialmente afectado cuando la dosis anual de fertilizante nitrogenado era fraccionada.

La fertilización fosfórica incrementa la producción de trébol blanco, con independencia de la dosis utilizada, mientras que la producción de trébol violeta se ve reducida con este fertilizante, especialmente con las dosis más elevadas.

La fertilización potásica aumenta la producción de trébol blanco, estando este efecto relacionado con la dosis aplicada; mientras que no afecta significativamente a la producción de trébol violeta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ, M.A., 1980. *Estudio ecológico de las especies de leguminosas pratenses en la cuenca del río Narcea (Asturias)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo, 293 pp., Oviedo (España).

AMMAR, H.; LÓPEZ, S.; BOCHI, O.; GARCÍA, R.; RANILLA, M.J., 1999. Composition and in vitro digestibility of leaves and stems of grasses and legumes harvested from permanent mountain meadows at different stages of maturity. *J. Animal and Feed Sciences*, **8**, 599-610.

BOCHI, O.; LÓPEZ, S.; GARCÍA, R.; CALLEJA, A., 2001. Composición química y digestibilidad in vitro de gramíneas en diferentes fases de desarrollo. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 401-406. Ed. C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET, J. LLOVERAS. Edicions de la Universitat de Lleida. Lérida (España).

CARPINTERO, C.; SUAREZ, A., 1976. Fertilización fosfatada de prados naturales. II. Efecto sobre la composición botánica. *Zootechnia*, **25(1-2-3)**, 3-20.

FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; OCAÑA, M., 1980. Explotación de pastos de caseríos Guipuzcoanos. V. Estudio ecológico agronómico. *Trabajos del I.E.P.G.E.*, **59**, 1-56.

GARCÍA, R., 1988. *Aspectos agronómicos y composición mineral de los henos, gramíneas, leguminosas y otras plantas de prados permanentes de la Montaña de León*. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León, 261 pp., León (España)

GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 2000. Efecto del momento del corte y de la edad de los rebrotes sobre el valor nutritivo de los forrajes de prados de montaña. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 455-459, Bragança-La Coruña (Portugal-España).

GARCÍA, R.; CALLEJA, A., 2003. Capacidad de rebrote otoñal de especies de prados de la montaña de León. Efecto del modo de aprovechamiento y de la fertilización mineral. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 173-180. Ed. A. ROBLES, ME. RAMOS, MC. MORALES, E. DE SIMÓN, JL. GONZÁLEZ, J. BOZA. Ed. Junta de Andalucía, Sevilla (España).

JIMÉNEZ, J.; MARTÍNEZ, T.; MARTÍN, M., 1985. Estudios preliminares sobre las necesidades de fertilización en nitrógeno, fósforo y potasio para el establecimiento de praderas de regadío en suelos arenosos de las vegas altas del Guadiana (Badajoz). *XXV Reunión Científica de la SEEP*, Valladolid (España).

KLAPP, E., 1965. *Wiesen und weiden*. Ed. Paul Parey, Berlín (Alemania). (citado por Pérez, J. E., 1989).

KLITSCH, C., 1965. Producción de forrajes. Ed. Academia, 355 pp, Zaragoza (España).

PÉREZ, J. E., 1989. *Estudio botánico y mineral de prados permanentes de la cuenca del Bernesga*. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de León, 768 pp., León (España).

PÉREZ, M. T.; PÉREZ, J. E.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1994. Influencia de la fertilización sobre la composición botánica de los prados permanentes de la Montaña de León. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la SEEP*, 97-102, Santander (España).

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1978. El nitrógeno en una mezcla de ray-grass italiano y trébol violeta. *Pastos*, **8(2)**, 239-263.

RODRÍGUEZ, M.; DE LA PUENTE, T.; CALLEJA, A., 1980. Relaciones entre el abonado NPK y la composición botánica en prados de regadío de la montaña leonesa. *Pastos*, **10(1)**, 105-113.

RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1996. Los prados permanentes en la economía de la Montaña Leonesa. *Pastos*, **26(1)**, 25-37.

RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 2000. Balance mineral (N, P₂O₅, K₂O) en prados de montaña sin fertilizar. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 243-248, Bragança-La Coruña (Portugal-España).

S.A.S., 1989. *SAS/STAT User's Guide*, release 6.03 edition. Ed. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, Carolina del Norte, Estados Unidos.

EVOLUCIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO BAJO DIFERENTES ESTRATEGIAS DE ABONADO ORGÁNICO EN PRADERAS

M. MATOS-MOREIRA¹, M.E. LÓPEZ-MOSQUERA¹, E. CARRAL² Y M.J. SAINZ¹.

¹Departamento de Producción Vegetal y ²Departamento de Biología Celular y Ecología. Universidad de Santiago de Compostela. Campus de Lugo. E-27002 Lugo (España).

RESUMEN

Diversos trabajos señalan que la aplicación de residuos orgánicos en suelos ácidos puede contribuir a paliar la toxicidad debida al aluminio y favorecer la disponibilidad de los macronutrientes para las plantas. Durante tres años, se han estudiado los principales parámetros de fertilidad del suelo en parcelas de raigrás inglés, raigrás híbrido y trébol blanco fertilizadas con purín de vacuno, lodo de depuradora láctea o estiércol deshidratado y granulado de pollo, en comparación con abonado mineral. El encalado fue eficaz inicialmente para neutralizar el aluminio de cambio en exceso, pero a lo largo del tiempo, el suelo recuperó contenidos altos en Al en las parcelas control, presentado valores más bajos en todos los tratamientos, y sobre todo en las parcelas abonadas con estiércol de pollo, lo cual se relacionó con niveles más altos en Ca cambiante. A partir del segundo año de la pradera, la aplicación de estiércol de pollo determinó una mayor disponibilidad de P y sobre todo de K en suelo respecto al control. Un efecto similar se observó para el P en el tratamiento de lodo.

Palabras clave: Al de cambio, estiércol deshidratado de pollo, lodo de depuradora láctea, purín, suelos ácidos.

EVOLUTION OF SOIL FERTILITY UNDER SEVERAL ORGANIC FERTILIZATION STRATEGIES IN SOWN MEADOWS

SUMMARY

Several works have shown that the addition of organic residues to acid soils can ameliorate Al toxicity and enhance macronutrient availability for cultivated plants. For three years, the main soil fertility properties have been studied in plots sown with perennial ryegrass, hybrid ryegrass and white clover, and fertilized with either cattle slurry, dairy sludge or dried pelletized broiler litter, in comparison with mineral fertilization. Liming was effective to neutralize exchangeable Al in excess, but, with time, the soil showed again high Al content in control plots, whereas all fertilizing treatments led to lower values, particularly in plots fertilized with broiler litter. This was related to higher contents of exchangeable Ca. From the second year of the sown meadow on, the application of broiler litter resulted in a higher soil availability of P and especially K, respect to the control. A similar effect was observed for P in the dairy sludge treatment.

Key words: acid soils, cattle slurry, dairy sludge, dried broiler litter, exchangeable aluminium.

INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera genera diversos residuos orgánicos, que son reciclados como fertilizantes en terrenos agrícolas. En Galicia, el más utilizado es el purín de vacuno, que se aplica para el abonado de praderas y de maíz forrajero. Los residuos agroindustriales pueden ser también fuente de nutrientes para cultivos forrajeros; su empleo como abonos constituye un sistema eficaz para su eliminación, con un mínimo impacto ambiental. Distintos trabajos indican que la aplicación de residuos orgánicos en suelos ácidos puede reducir la toxicidad causada por el aluminio, mejorando la disponibilidad del P (Hue y Licudine, 1999; Haynes y Mokolobate, 2001). En Galicia, la mayor parte de los suelos tiene pH ácido, alto contenido en Al de cambio y muy bajo contenido en P asimilable, por lo que el encalado es una práctica generalizada en el establecimiento de praderas (Piñeiro y González, 2002).

En Villaba (Lugo), diversas explotaciones de vacuno de leche y de carne reciben, desde hace más de 15 años, lodos de la depuradora de una industria láctea, consistentes en restos de leche y de agua de limpieza de las instalaciones, que utilizan en la fertilización de praderas. Al igual que el purín, estos lodos proporcionan principalmente N y también agua, recomendándose en dosis de 80 m³/ha anuales (López-Mosquera *et al.*, 2001). También en la provincia de Lugo, una granja productora de broilers está comercializando estiércol deshidratado y granulado como abono. El estiércol de pollo es un residuo de baja humedad y contenido relativamente alto en macronutrientes (Sims y Wolf, 1994), cuya aplicación en campo incrementa la producción de gramíneas forrajeras (Brink *et al.*, 2002). El objetivo de este trabajo fue estudiar, durante tres años, los efectos de estos dos residuos agroindustriales y del purín de vacuno, comparándolos con el abonado mineral, en la fertilidad del suelo de praderas establecidas en un suelo ácido.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en otoño de 2.001 en Goiriz (Villalba, Lugo) sobre un Umbrisol húmico, que mantenía una vegetación predominantemente arbórea y arbustiva. Se trataba de un suelo ácido (saturación de Al 38 %), con alto contenido en materia orgánica (16,2 %), bajo contenido en P (7,4 mg/kg P-Olsen) y bien provisto en K (152 mg/kg).

Tras las labores de preparación del terreno, el suelo se encaló con 3 t/ha de caliza (OCa 60 %). Se delimitaron parcelas de 3 x 1,3 m, en las que se establecieron al azar los siguientes tratamientos fertilizantes (cuatro réplicas por tratamiento): *control*, que recibió dosis bajas anuales de abonado mineral para facilitar el establecimiento y la competitividad de las especies sembradas frente a la vegetación natural; *mineral NPK*; *purín de vacuno*; *lodo de depuradora láctea*; *estiércol deshidratado y granulado de pollo (BIOF)*. Las principales características del purín, del lodo y del BIOF se muestran en la Tabla 1.

Las fechas y dosis de abonado en los distintos tratamientos se presentan en la Tabla 2. En los tratamientos control y mineral, el N se aportó en forma de nitrámom del 20,5% y el P como superfosfato del 18%. En otoño de 2001 se sembró la siguiente mezcla: 40 kg/ha de *Lolium perenne* L. cv. 'Tove', 20 kg/ha de *Lolium hybridum* Hausskn. cv. 'Teyx' y 6 kg/ha de *Trifolium repens* L. cv. 'Huia'.

Tabla 1. Características principales del lodo de depuradora láctea, del purín de vacuno y del estiércol deshidratado y granulado de pollo (BIOF).

	Peso seco g L ⁻¹	pH	C.E. dS m ⁻¹	% C	% N	% P	% K	% Na	% Ca	% Mg
Purín	18,2	7,1	4,0	40,0	5,1	2,0	9,6	2,4	0,8	0,7
Lodo	20,0	7,1	3,4	35,6	6,2	2,1	1,1	3,2	2,2	0,4
BIOF	89,1*	7,9	11,1	36,8	4,0	1,6	2,8	1,6	1,9	0,7

* % de materia seca

Tabla 2. Fechas y dosis de abonado aplicadas en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Fecha de aplicación	Abonado
Control	oct-01	300 kg/ha NPK 5-15-13
	mar-03	30 kg N/ha, 45 kg/ha P ₂ O ₅
	mar-04	30 kg N/ha, 45 kg/ha P ₂ O ₅
Mineral	oct-01	600 kg/ha NPK 5-15-13
	mar-02	60 kg N/ha
	may-02	60 kg N/ha
	mar-03	60 kg N/ha, 90 kg/ha P ₂ O ₅
	may-03	30 kg N/ha
	mar-04	60 kg N/ha, 90 kg/ha P ₂ O ₅
Purín	oct-01	20 m ³ /ha, 78 kg/ha P ₂ O ₅
	mar-02	20 m ³ /ha
	mar-03	40 m ³ /ha, 65 kg/ha P ₂ O ₅
	may-03	10 m ³ /ha
	mar-04	40 m ³ /ha
Lodo	oct-01	80 m ³ /ha, 62 kg/ha K ₂ O
	mar-02	40 m ³ /ha
	mar-03	80 m ³ /ha, 50 kg/ha P ₂ O ₅
	may-03	40 m ³ /ha
	mar-04	80 m ³ /ha, 50 kg/ha P ₂ O ₅
BIOF	oct-01	600 kg/ha NPK 5-15-13
	mar-02	4500 kg/ha
	mar-03	4500 kg/ha
	mar-04	4500 kg/ha

Se tomaron muestras de suelo al principio de cada año y tras la realización de los distintos cortes de forraje, con una sonda cilíndrica de tubo hueco de 7 cm de diámetro, a una profundidad de 15 cm en el centro de cada parcela, en 2002 (marzo y noviembre), 2003 (marzo, mayo y julio) y 2004 (marzo, mayo, julio y noviembre). Las muestras de suelo se dejaron secar al aire y se tamizaron mediante un tamiz de 2 mm. Se determinó: pH en agua y en KCl (en una suspensión 1:2,5, v:v), carbono y nitrógeno total mediante un autoanalizador CNS 2000 de LECO, fósforo extraíble en HNaCO₃ (P-Olsen) mediante espectrofotometría UV/V, y cationes de cambio, extraídos con NH₄Cl, por espectrofotometría de absorción atómica (Ca⁺², Mg⁺² y Al⁺³) y de llama (K⁺ y Na⁺).

Se presentan los datos obtenidos en cada fecha de muestreo correspondientes a las variables pH, % de saturación en Al, calcio cambiante, P-Olsen y K asimilable, que fueron analizados mediante un análisis de varianza, utilizando el test de la diferencia mínima significativa (DMS) para estudiar las diferencias entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3, se muestra la evolución del pH en agua en los distintos tratamientos a lo largo de tres años. Tras el encalado, el pH del suelo alcanzó valores próximos a 6, sin que hubiese diferencias entre tratamientos durante el primer año de la pradera. Sin embargo, desde mediados del segundo año (2003) hasta finalizar el estudio en noviembre de 2004, en casi todos los muestreos, las parcelas abonadas con BIOF mostraron valores de pH significativamente más altos que en cualquier otro tratamiento y en el control. Ni el tratamiento mineral ni los otros subproductos orgánicos ensayados determinaron cambios de pH respecto al control en el último año de la pradera.

Tabla 3. pH (H₂O) del suelo en los diferentes tratamientos durante tres años. En cada fecha, valores seguidos de distinta letra son significativamente diferentes para $P < 0,05$.

	mar-02	nov-02	mar-03	may-03	jul-03	mar-04	may-04	jul-04	nov-04
Control	5,71 a	5,93 a	5,18 a	4,96 ab	5,70 a	5,11 ab	5,38 a	5,20 a	5,41 a
Mineral	5,77 a	6,07 a	5,45 a	5,24 c	5,85 a	5,18 b	5,31 a	5,26 a	5,41 a
Purín	5,70 a	5,97 a	5,14 a	4,89 a	5,59 a	5,04 a	5,30 a	5,27 a	5,45 a
Lodo	5,74 a	6,10 a	5,15 a	5,14 bc	5,67 a	5,17 b	5,32 a	5,32 a	5,43 a
BIOF	5,64 a	6,08 a	5,52 a	5,67 d	6,06 b	5,17 b	5,35 a	5,66 b	5,64 b

Estos efectos del estiércol deshidratado de pollo en la acidez del suelo se confirmaron con los datos de saturación de Al (Tabla 4) y de Ca cambiante (Tabla 5). El muestreo de marzo de 2002 permitió estudiar el efecto del encalado realizado en el establecimiento para neutralizar el Al de cambio. El porcentaje de saturación se redujo en el

control respecto al suelo original, pero sobre todo en todos los tratamientos fertilizantes, efecto que no se vió reflejado en el pH. A lo largo de los tres años, las parcelas control volvieron a presentar valores altos de saturación de Al, lo cual es habitual en los suelos ácidos gallegos, como consecuencia del lavado de bases causado por la elevada precipitación y la naturaleza ácida de la roca. En general, todos los tratamientos fertilizantes (tanto mineral como orgánicos) determinaron niveles más bajos de saturación de Al que el control, efecto que fue especialmente significativo en las parcelas tratadas con BIOF, que presentaron en todos los muestreos los valores más bajos de Al de cambio.

Tabla 4. Porcentaje de saturación en Al del suelo en los diferentes tratamientos durante tres años. En cada fecha, valores seguidos de distinta letra son significativamente diferentes para $P<0,05$.

	mar-02	nov-02	mar-03	may-03	jul-03	mar-04	may-04	jul-04	nov-04
Control	29,4 a	54,9 c	38,2 c	61,4 c	39,9 c	51,2 c	45,5 c	32,8 c	56,3 c
Mineral	21,0 b	37,4 b	30,8 b	27,5 ab	25,4 b	38,8 b	44,2 c	22,5 b	40,2 b
Purín	18,6 b	36,7 b	28,5 b	52,8 c	37,1 c	45,7 c	34,4 ab	25,2 b	46,4 b
Lodo	22,3 b	37,4 b	31,4 b	36,2 b	26,2 b	38,4 b	36,3 b	21,3 b	40,6 b
BIOF	18,8 b	28,8 a	12,8 a	16,5 a	8,5 a	30,6 a	27,2 a	5,8 a	20,3 a

Tabla 5. Calcio cambiante (cmol/kg) del suelo en los diferentes tratamientos durante tres años. En cada fecha, valores seguidos de distinta letra son significativamente diferentes para $P<0,05$.

	mar-02	nov-02	mar-03	may-03	jul-03	mar-04	may-04	jul-04	nov-04
Control	1,9 a	0,9 a	2,0 a	1,1 a	2,0 a	1,4 a	1,8 a	2,4 a	1,1 a
Mineral	2,5 b	1,3 ab	3,4 b	2,6 ab	3,0 ab	2,0 a	2,5 ab	3,6 b	1,7 bc
Purín	2,8 bc	1,1 a	3,1 b	1,3 a	2,1 a	1,4 a	2,5 ab	2,3 a	1,4 ab
Lodo	2,9 bc	1,5 ab	3,0 b	2,9 ab	3,1 ab	2,5 a	2,5 ab	2,8 ab	1,6 bc
BIOF	3,0 c	1,9 b	5,8 c	3,2 b	4,0 b	2,2 a	2,6 b	4,0 b	2,7 c

El contenido en Ca cambiante fue en general siempre más alto en los tratamientos fertilizantes que en el control. En particular, el abono BIOF determinó de forma consistente durante los tres años de estudio contenidos de Ca cambiante en suelo más altos que el control y los demás tratamientos, mostrando una buena relación con el efecto de este residuo sobre el pH y el porcentaje de saturación de Al.

Los efectos del estiércol de pollo sobre el contenido en Al y Ca cambiante del suelo se relacionaron con una mayor disponibilidad de P y sobre todo de K en la mayoría de los muestreos realizados a partir del segundo año (Tablas 6 y 7).

Tabla 6. Fósforo Olsen (mg/kg) del suelo en los diferentes tratamientos durante tres años. En cada fecha, valores seguidos de distinta letra son significativamente diferentes para $P<0,05$.

	mar-02	nov-02	mar-03	may-03	jul-03	mar-04	may-04	jul-04	nov-04
Control	6,3 a	7,2 b	4,6 a	3,9 a	5,7 a	5,6 a	5,8 a	12,3 b	3,1 a
Mineral	6,6 a	7,6 b	4,4 a	3,7 a	6,7 a	6,0 a	5,4 a	13,3 b	2,9 a
Purín	8,6 b	9,0 b	4,7 a	4,1 a	6,3 a	6,0 a	5,1 a	8,6 a	3,0 a
Lodo	9,1 b	8,2 b	6,4 b	5,9 b	14,2 b	7,7 b	9,0 b	13,4 b	5,3 b
BIOF	6,4 a	5,6 a	6,1 b	6,4 b	5,6 a	5,5 a	7,5 b	13,7 b	4,6 b

Tabla 7. Potasio asimilable (mg/kg) del suelo en los diferentes tratamientos durante tres años. En cada fecha, valores seguidos de distinta letra son significativamente diferentes para $P<0,05$.

	mar-02	nov-02	mar-03	may-03	jul-03	mar-04	may-04	jul-04	nov-04
Control	156,9 a	123,0 a	92,3 a	65,0 a	95,4 ab	63,8 ab	73,0 a	93,9 a	73,3 a
Mineral	166,3 ab	126,8 a	101,9 ab	70,8 a	107,9 b	58,4 a	75,9 a	87,4 b	72,7 a
Purín	183,0 b	113,4 a	85,4 a	65,8 a	97,0 ab	56,5 a	77,9 a	118,2 c	68,3 a
Lodo	200,6 b	117,8 a	86,3 a	65,4 a	86,2 a	55,2 a	76,4 a	70,6 a	73,1 a
BIOF	166,7 ab	100,2 a	130,5 b	118,8 b	103,3 b	71,3 b	94,7 b	230,8 d	92,1 b

La aplicación de lodo incrementó significativamente los niveles de fósforo en suelo respecto al control, de forma similar y en ocasiones superior al abonado mineral, pero no los del potasio. Esto se debe a que los lodos de depuradora láctea son característicamente pobres en potasio (López-Mosquera *et al.*, 2005). Los valores de P-Olsen en el suelo al comienzo de cada año de producción (muestreo de marzo) y tras cada corte de forraje fueron muy bajos, indicando una alta capacidad de fijación del nutriente en el suelo. Whalen *et al.* (2000), en estudios de laboratorio, encontraron también que el estiércol fresco de vacuno incrementaba de forma inmediata el pH de dos suelos ácidos, lo que llevaba a una mayor disponibilidad de N mineral, P, K, Ca y Mg, persistiendo durante 8 semanas de incubación el efecto sobre el pH, el P y el K asimilables. La aplicación de los distintos subproductos orgánicos no llevó en ningún caso a cambios en el contenido de materia orgánica del suelo (datos no mostrados).

CONCLUSIONES

Se ha demostrado que las fertilizaciones mineral y orgánica contribuyeron a mantener el efecto del encalado sobre la disminución del porcentaje de saturación de Al, lo que se tradujo en una mayor disponibilidad de P y K, especialmente en el caso del abono BIOF.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Moisés Carballeira por permitirnos utilizar sus terrenos y por su interés y ayuda en todas las labores del cultivo, así como a Juan Carlos Serrano, gerente de la empresa Aviporto S.L., por facilitar el abono necesario para la realización de los ensayos. También agradecemos a Isabel Rivas, Cristina Vázquez y Susana Dopico su asistencia técnica en el procesado de muestras. Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (proyectos AGF1999-0418-C02-02 y AGL200307385) y Xunta de Galicia (proyecto PGIDT01AGRO2E). Mariana Matos-Moreira disfruta de una beca de la Fundação para a Ciência e a Tecnologia de Portugal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRINK, G. E.; ROWE, D. E.; SISTANI, K. R., 2002. Broiler litter application effects on yield and nutrient uptake of 'Alicia' bermudagrass. *Agronomy Journal*, **94**, 911-916.

HAYNES, R. J.; MOKOLOBATE, M. S., 2001. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by addition of organic residues: a critical review of the phenomenon and the mechanism involved. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **59**, 47-63.

HUE, N. V.; LICUDINE, D. L., 1999. Amelioration of subsoil acidity through surface application of organic manures. *Journal of Environmental Quality*, **28**, 623-632.

LÓPEZ-MOSQUERA, M. E.; ALONSO, X. A.; SAINZ, M. J., 2001. Short-term effects of soil amendment with dairy sludge on yield, botanical composition, mineral nutrition and arbuscular mycorrhization in a mixed sward. *Pastos*, **29**, 231-243.

LÓPEZ-MOSQUERA, M. E.; CARRAL, E.; SAINZ, M. J., 2005. Evaluation of dairy sludge as grassland fertilizer in Galicia (NW Spain). En: *Crops: Growth, Quality and Biotechnology*, 26-35. Ed. R. DRIS. WFL Publisher. Helsinki (Finlandia).

PIÑEIRO, J.; GONZÁLEZ, A., 2002. Grasslands in Galicia. *FAO REU Technical Series*, **64**, 3-16.

SIMS, J. T.; WOLF, D. C., 1994. Poultry waste management: Agricultural and environmental issues. *Advances in Agronomy*, **52**, 1-83.

WHALEN, J. K.; CHANG, C.; CLAYTON, G. W.; CAREFOOT, J. P., 2000. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. *Soil Science Society of America Journal* **64**, 962-966.

MEJORA DE PASTOS NATURALES CON APLICACIÓN DE DIVERSAS FUENTES FOSFÓRICAS Y YESO EN SUELOS DE RAÑAS Y RAÑIZOS EN EL ESTE DE EXTREMADURA

E. M. FERRERA, L. OLEA, F. J. VIGUERA Y M. J. POBLACIONES.

Dpto. de Biología y Producción de los Vegetales.
Escuela de Ingenierías Agrarias. Apdo. 311.
Universidad de Extremadura 06071.Badajoz (España)

RESUMEN

El presente trabajo se sitúa en la “Siberia Extremeña” al noreste de Extremadura, comarca caracterizada por escasa productividad y riesgos de erosión altos y por tanto conseguir coberturas vegetales mayores y más fertilidad en el suelo, posibilita mayor avance hacia la sostenibilidad de estos sistemas extensivos. Se proyectaron dos ensayos sobre suelos de rañas y rañizos dedicados a la producción ganadera extensiva (ovina y cinegética) para estudiar el comportamiento de las aplicaciones de yeso, espumas de azucarería y roca fosfórica (posible alternativa al superfosfato de cal). La duración fue de tres años y pudo observarse que no se presentan diferencias con la aplicación de yeso en la producción y composición botánica de la biomasa y tampoco parecen presentarse demasiadas diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización para los distintos grupos de plantas estudiados. La aplicación de roca fosfórica se muestra con niveles de producción muy similares a los obtenidos con el superfosfato de cal del 18%. Entre años, se produce una evolución positiva de los parámetros analizados en el tiempo de estudio. Parece por tanto, que la roca fosfórica se presenta como una alternativa ecológica a la utilización de superfosfato de cal tradicional y la espuma de azucarería se destaca con niveles muy aceptables en el objetivo de mejora.

Palabras clave: suelos ácidos, erosión, espuma de azucarería, composición botánica.

IMPROVEMENT OF NATURAL PASTURES WITH APPLICATION OF DIVERSE PHOSPHORIC SOURCES AND PLASTER IN SOILS OF RAÑAS AND RAÑIZOS IN THE EAST OF EXTREMADURA

SUMMARY

The present work is located in the “Siberia Extremeña” to the north-east of Extremadura, characterized by its scarce productivity where the erosion risks are high and therefore to get coverings vegetable bigger and more fertility in the floor facilitates bigger production and advance toward the sustainability of these extensive systems. They were projected two rehearsals it has more than enough sour soils with low fertility and dedicated to the extensive cattle production (sheeped and cynegetic) with the purpose of studying the behavior of the applications of plaster, sugar foams and natural fosforites (possible alternative to the calcium superfosfate). The duration of this work has been of three years and after the statistical study one could observe that differences are not presented with the application of plaster in the studied parameters (production and botanical composition of

the biomass), and neither they seem to be presented too many significant differences among the fertilization treatments in the different studied groups of plants. The application of phosphoric rock is shown with very similar production levels to those taken place with application of calcium superfosfate of 18%. In the contrast among years, a positive evolution of the parameters analyzed along the time of study takes place. It seems therefore that the phosphoric rock is presented like an ecological alternative to the use of calcium superfosfate traditional and the sugar foam stands out with very acceptable levels in the objective of improvement.

Key words: sour soils, erosion, sugar foam, botanical composition.

INTRODUCCIÓN

La comarca conocida con el nombre de “Siberia Extremeña” se sitúa en el este de Extremadura, comprendiendo parte de las provincias de Badajoz y Cáceres, y es una zona geográfica pobre con limitaciones tecnológicas y rendimientos reducidos de sus actividades agrarias. Estas tierras son generalmente de vocación ganadera extensiva y se asientan sobre suelos llamados de rañas y rañizos.

Las explotaciones ganaderas de esta zona son generalmente de ganado ovino, normalmente de producción de carne y eventualmente de leche para fabricación artesanal de queso, y la gran mayoría de ellas de explotación cinegética (caza menor o mayor), aunque también es verdad que existen algunas explotaciones donde su actividad es casi exclusivamente cinegética de caza mayor generalmente, estando al borde de la calificación de dehesa (Ferrer *et al.*, 2002) a la que pertenecen estas explotaciones arboladas de la región extremeña.

Según Espejo *et al* (1993), el uso de los suelos del complejo raña-rañizo resulta muy difícil, debido a la presencia de aluminio en niveles tóxicos para el desarrollo de los cultivos, contenidos muy bajos en calcio, magnesio y potasio y bajísima disponibilidad de fósforo.

El yeso aplicado en superficie, ha demostrado ser un eficaz corrector de la toxicidad por aluminio en los horizontes subsuperficiales, (Espejo *et al.*, 1999). Estudios previos han evidenciado el efecto beneficioso de los fosfatos (Olea *et al.*, 1989), así como del yeso (Vizcayno *et al.*, 1999) sobre la producción de biomasa en estos suelos. Las fosforitas naturales (roca fosfórica) incrementan el contenido en fósforo, y al igual que el yeso también aumentan el contenido en calcio, aspectos de gran interés para la mejora de la calidad nutricional y de la persistencia de las leguminosas de estos pastos (incremento en la producción de semillas).

Objetivos

Se pretenden estudiar los efectos producidos por la aplicación de diversas fuentes fosfóricas en combinación con el uso del yeso como corrector del pH y cual es su incidencia en la producción y su composición botánica, en estas zonas.

Otro objetivo, es examinar el comportamiento de la roca fosfórica respecto al superfosfato de cal del 18% como posible alternativa a su utilización ya que es producto

“ecológico” (Labrador, *et al.*,2004) y esto podría contribuir a considerar aún más el gran interés de las producciones agroalimentarias de este ecosistema.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos de campo en zonas de dehesa y sobre pasto natural (uno en la provincia de Cáceres (Cañamero) y otro en la de Badajoz (Navalvillar de Pela)), localizados en áreas representativas del suelo de rañas y rañizos de la Siberia extremeña. Estos experimentos se plantean con bloques al azar, con cuatro repeticiones y parcelas unitarias de 15 m², con un total de 512 tomas de muestra para ambos ensayos por cada año de estudio.

Se estudiaron tres fuentes de fertilización, roca fosfórica (micronizada y peletizada), superfosfato de cal del 18% (tradicionalmente usado) y espumas de azucarería (residuos de transformación de la industria azucarera con altos contenidos en fósforo ,calcio, etc.), todas ellas en combinación con la aplicación de yeso (3500 kg ha⁻¹) el primer año de estudio. Se aportó el fertilizante fosfórico en superficie, después de las primeras lluvias otoñales, con dosis anuales de 36 U.F. P₂O₅ ha⁻¹ año⁻¹.

El manejo fue pastoreo continuo-diferido (Olea y Paredes, 1997), igual al del resto de la superficie de la cerca en la que se sitúan los ensayos. El ganado utilizado fue ovino, concretamente Merino del País, con una media de 55 kg/oveja y una carga ganadera media mantenida en todo el año (pastoreo diferido) aproximadamente de 3 ovejas/ha en Navalvillar de Pela y 1,75 ovejas/ha en Cañamero.

En cada año se determinó en Primavera (Mayo) la composición botánica, mediante lanzamiento al azar de cuatro cuadrados de 0,25m x 0,25m en cada parcela y siega del pasto a una altura similar al aprovechamiento del ovino, a unos 4 cm del suelo, separando los tres grandes grupos de especies (gramíneas, leguminosas y otras) y la producción herbácea para los distintos tratamientos con muestreo en superficie de cada parcela.

La climatología durante los años de estudios y en cada zona se representa en la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones climáticas en los ensayos de Navalvillar de Pela y Cañamero

Navalvillar de Pela	m	M	Precipitación anual (mm)
00-01	4.5	15.6	551
01-02	1.3	14.8	430
02-03	1.8	15.9	400
Media 30 años	3.6	16.2	500
Cañamero	m	M	Precipitación anual (mm)
00-01	3.8	14.3	963
01-02	1	13.5	728
02-03	1.61	14	788
Media 30 años	3.4	15	854

Temperatura media anual (M) y temperatura media de las mínimas del mes más frío (m)

Se realizaron análisis de la varianza de los parámetros de estudio, estudiándose el efecto de los fertilizantes de forma independiente cada año en una primera fase y

posteriormente se llevaron a cabo análisis en los que se estudiaron los efectos de los fertilizantes en conjunto con los años de estudio, comparándose las medias con el test de Duncan a un nivel de confianza del 95%, utilizando el programa SPSS 11.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- Composición botánica: En las Figuras número 1 y 2, se indican los resultados obtenidos tras los ANOVA, para los dos ensayos analizados.

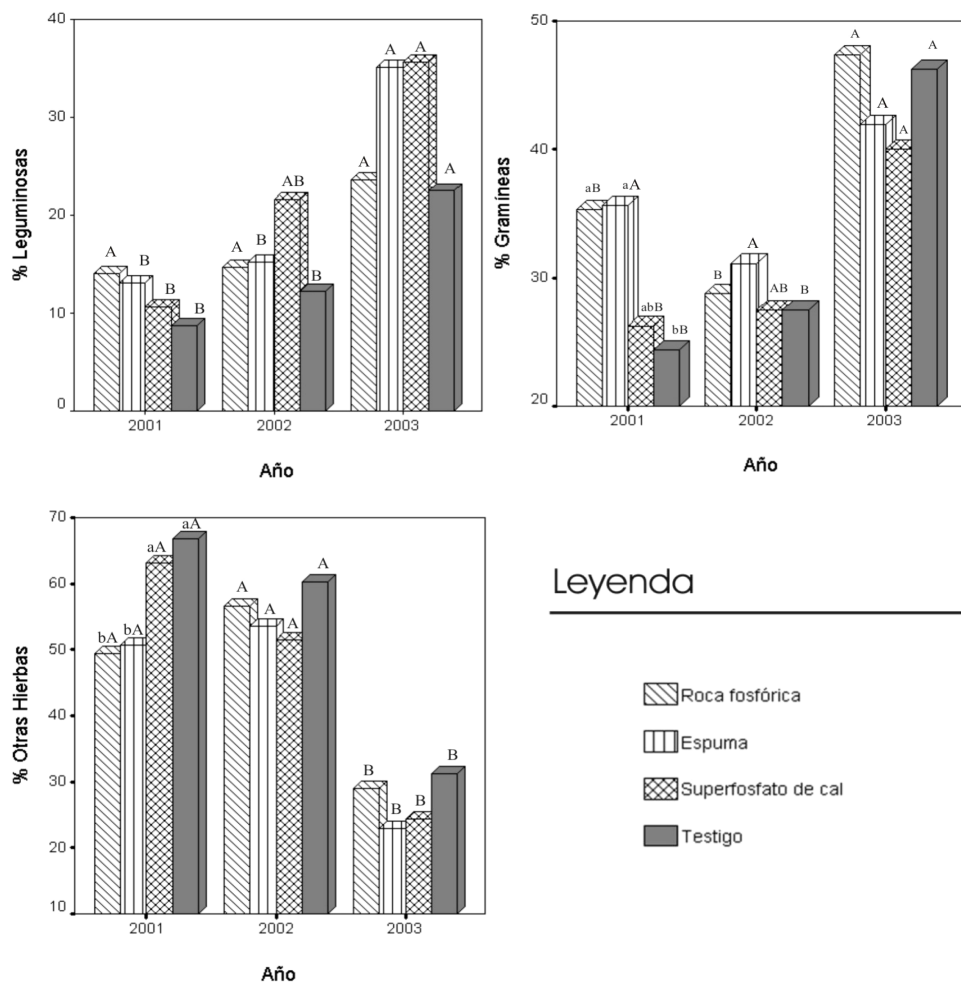


Figura 1.- Evolución de la composición botánica en Navalvillar

R: Roca Fosfórica, E: Espuma de azucarería, S: Superfosfato de cal, T: Testigo. Letras minúsculas representan el contraste entre tratamientos cada año. Letras mayúsculas representan el contraste entre años para cada tratamiento. Letras diferentes muestran la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

Como puede observarse en la Figura nº1 para el ensayo de Navalvillar de Pela, para el porcentaje de leguminosas no se producen diferencias significativas entre tratamientos y

sí entre años, destacando el año 2003 con los valores más altos en los tratamientos de espuma y superfosfato de cal. Respecto al porcentaje de gramíneas sólo se presentan diferencias significativas en el primer año del estudio donde destacan los tratamientos de roca fosfórica y espuma frente al testigo, con mayores niveles, pero sin diferencias significativas con el tratamiento con superfosfato. Entre años destaca el 2003 para todas las situaciones estudiadas, salvo en el tratamiento de espuma. En los que se refiere al porcentaje de otras hierbas entre tratamientos, apenas se presentan diferencias significativas, y en el contraste entre años, son 2001 y 2002 los que mayores contenidos presentan con diferencia significativa respecto a 2003.

A continuación se presentan las figuras referentes a la composición botánica en el segundo ensayo estudiado.

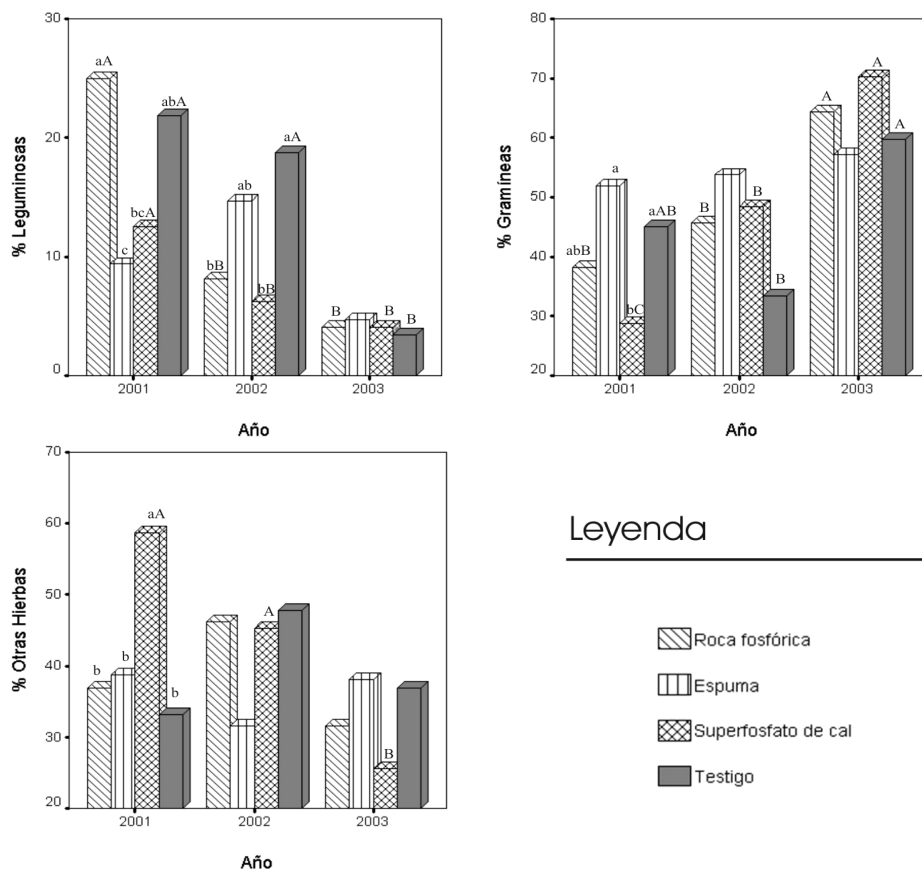


Figura 2.- Evolución de la composición botánica en Cañamero

R: Roca Fosfórica, E: Espuma de azucarería, S: Superfosfato de cal, T: Testigo. Letras minúsculas representan el contraste entre tratamientos. Letras mayúsculas representan el contraste entre años para cada tratamiento. Letras diferentes muestran la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$. Espacios en blanco muestran que no hay diferencia significativa

En la Figura n° 2, con los datos del ensayo de Cañamero, puede apreciarse que en el año 2001, el porcentaje de leguminosas, es mayor si se aplica roca fosfórica pero no mantiene diferencia significativa con el testigo, mientras que en 2002, son los tratamientos con espuma y el testigo, los de mayores niveles, aunque la espuma no muestra diferencia significativa con los otros tratamientos y en el 2003 no se producen diferencias significativas entre tratamientos. Entre años, 2003 es el año de menores valores en todos los tratamientos.

En lo referente al porcentaje de gramíneas, en el año 2001, el tratamiento con superfosfato presenta los menores niveles con diferencia significativa con el tratamiento de espuma y el testigo, sin embargo no hay diferencia significativa entre tratamientos en los años 2002 y 2003. Entre años, el 2003 destaca con los mayores niveles en la mayoría de las situaciones de estudio.

En el porcentaje de otras hierbas apenas se muestran diferencias significativas entre tratamientos, salvo en 2001 en el tratamiento de superfosfato con la mayor proporción de otras hierbas. En el contraste entre años destaca el tratamiento con superfosfato en los años 2001 y 2002 en el ensayo de Cañamero.

2.- Producción de la biomasa: En las Figuras número 3 y 4, se representa la biomasa (kg ms ha⁻¹) producida por los diferentes tratamientos en los ensayos de Navalvillar de Pela y Cañamero respectivamente.

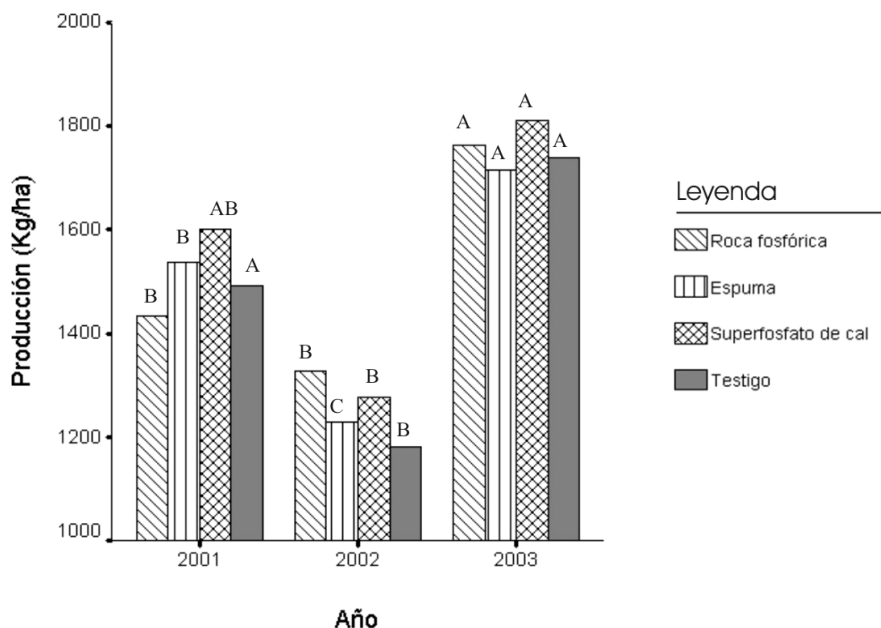


Figura 3.- Producción de M.S. del ensayo de Navalvillar de Pela.

R: Roca Fosfórica, E: Espuma de azucarería, S: Superfosfato de cal, T: Testigo. Letras minúsculas representan el contraste entre tratamientos. Letras mayúsculas representan el contraste entre años para cada tratamiento. Letras diferentes muestran la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

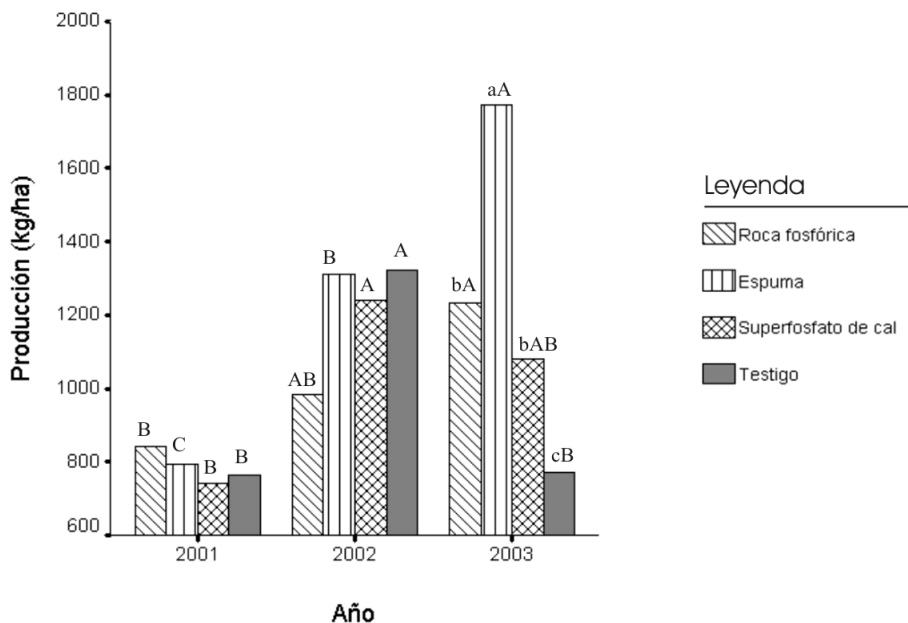


Figura 4.- Producción de M.S. del ensayo de Cañamero

R: Roca Fosfórica, E: Espuma de azucarería, S: Superfosfato de cal, T: Testigo. Letras minúsculas representan el contraste entre tratamientos. Letras mayúsculas representan el contraste entre años para cada tratamiento. Letras diferentes muestran la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

La producción en el ensayo de Navalvillar de Pela, no muestra diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los años estudiados. En el contraste entre años destaca 2003, en todas las situaciones de estudio planteadas con los mayores valores de producción, presentándose en el tratamiento con espuma los menores niveles en el 2002, año en el que se presenta una bajada generalizada de la producción pudiendo ser debida a las condiciones climáticas de ese año de estudio.

En el ensayo de Cañamero, se producen diferencias significativas mencionables en el año 2003, en los que el tratamiento con espuma destaca con los niveles más altos, situándose el tratamiento con roca fosfórica y el de superfosfato en niveles muy similares. En el análisis entre años, son 2002 y 2003, los que muestran mayores niveles en los tratamientos con roca fosfórica, especialmente en 2003. La fertilización con superfosfato, presenta un comportamiento similar en los años 2002 y 2003. El tratamiento con espuma destaca en el último año de estudio con los más altos niveles, produciéndose un ascenso paulatino significativo de este tratamiento a lo largo del estudio.

CONCLUSIONES

Con datos de tres años se puede concluir, que no aparecen diferencias de comportamiento en la composición botánica entre los distintos tratamientos de fertilización, produciéndose un aumento progresivo con el tiempo de la proporción de gramíneas en los dos ensayos.

La roca fosfórica y la espuma de azucarería tienen un efecto similar al superfosfato de cal (producto de utilización tradicional) sobre la producción de biomasa, por tanto éstos dos productos pueden además, ser una alternativa ecológica al superfosfato de cal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESPEJO, R.; DÍAZ, M.C.; SANTANO, J., 1993. Factores limitantes de la productividad en las formaciones tipo raña de Extremadura central. *La raña en España y Portugal*. 97-102 pp. A.P. (ed.). Monografía CCMA. CSIC, Madrid.

ESPEJO, R.; SANTANO, J.; GONZÁLEZ, P., 1999. Soil properties that affect sulphate adsorption by Paleixerults in Western and Central Spain. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **30**. 1521-1530.

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OLEA, L., 2002. Nomenclátor básico de pastos en España. *Pastos*, **XXXI**, **XXXIX (2)**, 7-44. Terminología Aprobada por la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos en la Asamblea General del 26 de abril de 2001. Alicante. España.

LABRADOR, J.; PORCUNA, J.L.; REYES, J.L., *et al*, 2004. Conocimientos, técnicas y productos para la agricultura y la ganadería. Ecológica. SEAE.

OLEA, L; PAREDES, J., 1997. Influencia de la superficie disponible y del tamaño del rebaño en los pastos mejorados y en la producción de la dehesa del S.O. de España. *Pastos*, **XXVII (2)**, 219-247.

OLEA, L.; PAREDES, J.; VERDASCO, P., 1989. Características productivas de los pastos de la dehesa del S.O. de la Península Ibérica. II Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes SEEP-SPPF. SEEP-SPPF. Elvas-Badajoz. 147-172.

VIZCAYNO, C.; GARCÍA-GONZÁLEZ, M.T.; FERNÁNDEZ-MARCOTE, Y.; SANTANO, J., 2001. Extractable forms of aluminum as affected by gypsum and lime amendments to an acid soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **32**, 2279–2292.

**ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y DE LA CALIDAD NUTRITIVA
DE *Trifolium cherleri* Y DE *Cynosurus echinatus* SOMETIDOS
A DIFERENTES TRATAMIENTOS DE OZONO Y NITRÓGENO**

J. SANZ¹, R.B. MUNTIFERING², B.S. GIMENO¹ Y V. BERMEJO¹.

¹Ecotoxicología de la Contaminación Atmosférica, DMA. CIEMAT,
Avda. Complutense 22, 28040, Madrid, España.

²Department of Animal and Dairy Sciences, Auburn University, Auburn, AL 36849, USA.

RESUMEN

Se analiza la respuesta al ozono (O₃) de dos especies anuales, una leguminosa (*Trifolium cherleri*) y una gramínea (*Cynosurus echinatus*), y la modulación que ejerce en esta respuesta el incremento de nitrógeno en el sustrato. Se han incluido como variables de respuesta tanto variables de producción como de calidad nutritiva (contenido en fibra ácido y neutro detergente, lignina y proteína bruta). El desarrollo experimental se ha realizado en un sistema de Cámaras Descubiertas (OTCs), un sistema diseñado específicamente para el análisis de efectos de los contaminantes atmosféricos sobre la vegetación. Se han empleado tres tratamientos de O₃ y tres de N. Los resultados señalan una mayor sensibilidad al O₃ del trébol respecto a la gramínea considerando las variables de producción, ya que el contaminante provocó una reducción significativa de la biomasa aérea y subterránea en *T. cherleri*, y sin embargo no se detectó ningún efecto sobre la producción de biomasa de *Cynosurus*. La exposición al O₃ incrementó el contenido en fibra en fibra de ambas especies lo que indica una mayor sensibilidad al contaminante de las variables de calidad nutritiva respecto a las de producción. No se ha encontrado ninguna modulación del N en la respuesta al O₃ en ninguna de las dos especies analizadas.

Palabras clave: producción, FAD, FND, PB, contaminación atmosférica

**YIELD AND NUTRITIVE QUALITY RESPONSES OF *Trifolium cherleri*
AND *Cynosurus echinatus* EXPOSED TO DIFFERENT OZONE
AND NITROGEN TREATMENTS**

SUMMARY

The response of the yield and the nutritive quality (leaf acid and neutral detergent fibers, lignine and crude protein content) of two therophytes, a legume (*Trifolium cherleri*) and a grass (*Cynosurus echinatus*) species, to ozone (O₃) exposure and nitrogen supply was assessed. A factorial experiment was carried out in an open-top chamber facility, combining three O₃ treatments and three nitrogen levels. The clover species was more sensitive to O₃ than the grass species regarding their yield response, the pollutant induced a significant reduction of the aerial and subterranean biomass of *T. cherleri* but no effects were found in *Cynosurus*. However, O₃ exposure determined an increase in the fiber content of both species. No O₃ * N interactions were found in any of the assessed parameters in the species involved in the experiment.

Keywords: yield, ADF, NDF, CP, atmospheric pollution

INTRODUCCIÓN

El ozono (O_3) es un contaminante atmosférico de importancia regional en toda el área mediterránea. Está considerado actualmente como el contaminante más fitotóxico, por la sensibilidad de las especies vegetales a su capacidad oxidativa y porque afecta frecuentemente a zonas rurales distantes de los focos que emiten sus precursores. Los límites de daño establecidos en la legislación actual para la protección de la vegetación sensible (Karlsson *et al.*, 2003) se superan de forma frecuente en la zona. Esto queda reflejado en los estudios de bioindicación realizados en la península Ibérica que señalan la presencia de niveles de O_3 perjudiciales para las especies sensibles (Gimeno *et al.*, 1995; Ribas y Peñuelas, 2003). En la última década se han publicado trabajos que se refieren a los daños que provoca el O_3 en diversas áreas peninsulares y que afecta a cultivos hortícolas (Gimeno *et al.*, 1999), a especies forestales (Elvira *et al.*, 1998) y a especies de pastizales xerofíticos (Bermejo *et al.*, 2003; Gimeno *et al.*, 2004). En estos últimos estudios y coincidiendo con otros trabajos realizados con especies perennes (ver revisión en Davison *et al.*, 1998), se destaca la elevada sensibilidad al O_3 de las leguminosas comparadas con las gramíneas. En todos ellos se clasifica al género *Trifolium* como uno de los más sensibles al O_3 . Otra fuente importante de contaminación de origen antrópico la constituyen los compuestos nitrogenados cuyos focos más importantes son la agricultura y ganadería intensivas, la combustión del carbono fósil y la quema de biomasa. En el medio natural, es relativamente frecuente que suceda una combinación de ambos contaminantes, O_3 y N, en cuyo caso puede darse un efecto sinérgico que intensifique el efecto negativo del O_3 (Mills *et al.*, 2000; Sanz *et al.*, 2004).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la respuesta al O_3 de *Trifolium cherleri* y de *Cynosurus echinatus* y determinar si esta respuesta se modula por un enriquecimiento de N en el sustrato, considerando tanto variables de producción de biomasa como de calidad nutritiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon semillas de *Trifolium cherleri* (L.) suministradas por el Departamento de Pastos y Forrajes del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Extremadura (Badajoz, 38°22'N 06°47'W, 520 m de altitud) y semillas de *Cynosurus echinatus* que fueron recogidas en la dehesa de Moncalvillo (Madrid, 40°40'N 03°46'W). El sustrato de siembra fue para ambas especies una mezcla 50% de vermiculita y 50% de turba neutra, transplantándose posteriormente a macetas de 2,5 l con un sustrato 50% de turba, 30% de vermiculita y 20% de perlita cuyo pH fue corregido mediante la adición de 4 kg m⁻³ de Ca O. Se elaboraron tres soluciones nutritivas para obtener los tres tratamientos de fertilización con N: 5 (N5), 15 (N15) y 30 (N30) kg de N ha⁻¹, partiendo de un abono de base (Peters, 4/25/35) y de NO₃NH₄ (34,5 %). El aporte de N se realizó en dos aplicaciones quincenales. Se empleó un sistema de riego por goteo para asegurar su distribución homogénea. El experimento se realizó en una instalación experimental de Cámaras Descubiertas (OTCs) empleando tres tratamientos de O_3 : aire filtrado sin O_3 (AF), aire no filtrado que reproduce las concentraciones ambientales de O_3 (ANF) y aire no filtrado al que se añaden 40 ppb de O_3 entre las 07:00 hasta las 17:00 (GMT) 5 días a la semana (ANF+). Se emplearon 3 réplicas por tratamiento de O_3 (3 OTCs por tratamiento) y 3 plantas por tratamiento de N dentro de cada OTC. Un sistema automático y secuencial

permitió un control continuo de las concentraciones de O₃, SO₂, NO y NO₂ en el interior de cada una de las cámaras. La descripción detallada del campo experimental puede consultarse en Pujadas *et al.* (1997). A los 30 días de exposición a los tratamientos de O₃, se separó la parte aérea de la subterránea y ambas se desecaron a 60 °C hasta peso constante. Para el análisis de la calidad nutricional, se tomaron 3 muestras por tratamiento de N y O₃ que se obtuvieron mezclando la biomasa verde de las tres macetas por cámara pertenecientes a cada tratamiento de N. Se analizó el contenido en proteína cruda por la técnica de Kjeldhal. La determinación de fibra ácido y neutro detergente (FAD y FND) y lignina se determinó secuencialmente de acuerdo a los procedimientos de Goering y Van Soest (1970). Todos los análisis químicos se realizaron en el laboratorio del *Department of Animal and Dairy Sciences* de la Universidad de Auburn (USA).

Análisis estadístico

El efecto de la fertilización con N y de las concentraciones de O₃ sobre los parámetros considerados fue analizado mediante un análisis de la varianza de doble vía para cada parámetro. Se empleó el test de Tukey para analizar las diferencias entre las medias cuando el ANOVA indicó la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$). Previo al ANOVA se comprobó la homogeneidad de las varianzas mediante el test de Levene y se inspeccionó la normalidad de las variables y de sus residuos mediante los gráficos correspondientes. Para cumplir con estos requerimientos, las variables de calidad se transformaron como $\arcsen x^{0,5}$.

RESULTADOS

En la Tabla 1a se presentan los valores medios encontrados por tratamiento de O₃ y N para los parámetros analizados de *Cynosurus*. La producción de biomasa aérea y subterránea se incrementa proporcionalmente con el aporte de N al sustrato pero no está influida por la exposición al O₃ ni por la interacción entre los dos factores considerados. Las plantas crecidas con un aporte de 5 y 15 Kg Ha⁻¹ presentan un 40% y un 22% menos de biomasa aérea respectivamente que las de 30 Kg Ha⁻¹ (valores medios entre los tratamientos de O₃). El efecto del N es algo menos acusado en la raíz (33% y 12% menor en N5 y N15 comparado con N30).

En la Tabla 1b se presentan los valores medios para los distintos tratamientos de O₃ y N de *Trifolium cherleri*. Su producción de biomasa, tanto aérea como subterránea, viene determinada de forma significativa por la concentración de O₃ y por el aporte de N. El efecto del O₃ y del N es de signo opuesto ya que el O₃ reduce la biomasa del trébol pero el N provoca un incremento de la misma, no encontrándose ninguna interacción significativa entre ambos factores. Aunque el efecto del O₃ se manifiesta como tendencia ($p < 0,1$) a concentraciones ambientales de O₃ (tratamiento ANF), éste es significativo a concentraciones de O₃ más elevadas como las del tratamiento ANF+ provocando una reducción de la biomasa aérea (reducción media del 33% respecto al control), y aun de forma más intensa, una reducción de la biomasa subterránea (44% de reducción media entre los tratamientos de N).

La intensidad del efecto inducido por el O₃ en la biomasa de *T. cherleri* es algo menor que el encontrado para *T. subterraneum* por Sanz *et al.* (2004) para una exposición al O₃ semejante, ya que en este caso *T. subterraneum* fue sensible a concentraciones de O₃

ambientales (tratamiento ANF). En la misma línea de resultados se encuentra el estudio de Gimeno *et al.* (2004) que señala a *T. cherleri* como una especie menos sensible al O₃ comparado con otros tréboles anuales como *T. striatum* y *T. subterraneum*.

Tabla 1. Producción de biomasa aérea y subterránea, contenido en Proteína Bruta (PB), fibra ácido-detergente (FAD), fibra neutro-detergente (FND) y lignina por tratamiento de ozono (O₃) y nitrógeno (N) para: a- *Cynosurus echinatus* y b- *Trifolium cherleri*.

1a.- <i>Cynosurus echinatus</i>	Biomasa aérea (g)	Biomasa raíz (g)	PB (g)	ADF	NDF	Lignina
<i>O₃</i>	ns	ns	ns	<0,001	<0,001	<0,01
<i>Nitrógeno</i>	<0,0001	<0,0001	ns	ns	ns	ns
<i>O₃*Nitrógeno</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AF N5	1,11 ±0,11	1,38 ±0,10	10,54 ±1,54	21,91 ±0,83	44,51 ±1,57	0,48 ±0,10
AF N15	1,45 ±0,10	1,84 ±0,11	11,06 ±0,34	23,08 ±0,29	46,37 ±0,68	0,48 ±0,09
AF N30	1,78 ±0,14	2,01 ±0,13	12,79 ±0,30	23,13 ±0,09	47,29 ±0,59	0,49 ±0,06
ANF N5	1,00 ±0,07	1,34 ±0,05	10,66 ±0,89	23,96 ±0,42	49,71 ±0,60	0,42 ±0,04
ANF N15	1,32 ±0,08	1,61 ±0,10	11,96 ±0,93	24,18 ±0,21	49,50 ±0,04	0,39 ±0,04
ANF N30	1,71 ±0,08	2,17 ±0,8	11,64 ±0,68	24,17 ±0,12	49,77 ±0,31	0,40 ±0,08
NFA+ N5	0,98 ±0,06	1,47 ±0,11	10,49 ±0,81	24,33 ±0,12	50,00 ±0,73	0,57 ±0,06
NFA+ N15	1,28 ±0,09	1,70 ±0,10	10,30 ±0,74	24,78 ±0,39	50,24 ±0,55	0,69 ±0,08
NFA+ N30	1,73 ±0,13	2,12 ±0,19	12,45 ±1,01	25,26 ±0,83	49,90 ±1,43	0,80 ±0,18
1b.- <i>Trifolium cherleri</i>	Biomasa aérea (g)	Biomasa raíz (g)	PB (g)	FAD	FND	Lignina
<i>O₃</i>	<0,0001	<0,0001	<0,01	<0,01	<0,001	<0,0001
<i>Nitrógeno</i>	<0,0001	<0,01	<0,05	ns	ns	ns
<i>O₃*Nitrógeno</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AF N5	0,77 ±0,07	0,49 ±0,05	8,33 ±0,21	23,46 ±0,51	36,53 ±0,81	0,65 ±0,04
AF N15	0,95 ±0,08	0,50 ±0,04	8,50 ±0,40	23,94 ±0,17	37,35 ±0,22	0,45 ±0,13
AF N30	1,25 ±0,07	0,66 ±0,07	9,39 ±0,32	24,01 ±0,28	37,42 ±0,64	0,62 ±0,08
ANF N5	0,65 ±0,09	0,38 ±0,05	8,49 ±0,53	22,71 ±0,31	37,08 ±0,75	0,68 ±0,12
ANF N15	0,86 ±0,07	0,46 ±0,04	10,52 ±0,06	23,06 ±0,31	37,08 ±0,56	0,76 ±0,12
ANF N30	1,16 ±0,10	0,58 ±0,06	11,59 ±0,47	23,22 ±0,49	37,53 ±0,52	1,12 ±0,04
NFA+ N5	0,52 ±0,05	0,26 ±0,04	9,90 ±0,86	23,68 ±0,20	39,08 ±0,44	1,51 ±0,15
NFA+ N15	0,68 ±0,06	0,31 ±0,04	12,81 ±1,30	24,97 ±0,11	40,19 ±0,23	1,53 ±0,07
NFA+ N30	0,77 ±0,07	0,36 ±0,06	13,08 ±1,27	24,25 ±0,41	38,89 ±0,33	1,64 ±0,23

En la primera parte de la tabla se indica el límite de significación para cada fuente de variación (ozono y nitrógeno) y en la segunda mitad las medias ± es de cada tratamiento. AF = aire filtrado; ANF=aire no filtrado; NFA+ = aire no filtrado + 40ppb de O₃; 5N= aporte de N total de 5 Kg ha⁻¹; 15N= aporte de N total de 15 Kg ha⁻¹; 30N= aporte de N total de 30 Kg ha⁻¹.

El índice acumulado de O₃ AOT40 es el empleado actualmente en la legislación europea para definir los límites de daños para las especies vegetales. Esta legislación establece actualmente, para las denominadas especies semi-naturales, un valor umbral máximo (nivel crítico) de 3000 ppb h. acumulados hasta tres meses, valor a partir del cual podrían producirse daños en especies sensibles (Karlsson *et al.*, 2003). De acuerdo a los resultados encontrados, el valor del índice de exposición AOT40 que provocaría una respuesta negativa en *T.cherleri* está cercano a las 15 000 ppb h. acumuladas durante un mes, por lo que parece razonable comentar que el actual nivel crítico de O₃ para vegetación semi-natural sería adecuado para proteger a esta especie.

El contenido proteico de *Cynosurus*, no se ve afectado por ninguno de los dos factores considerados, O₃ ó N; sin embargo, su contenido en fibra, tanto FAD como FND, y su contenido en lignina se alteran significativamente por el contaminante (Tabla 1a). Una exposición a las concentraciones ambientales de O₃ (tratamiento ANF) aumentan entre un 7-8% el contenido en fibra de esta gramínea, un valor semejante al que induce la exposición a los niveles de O₃ del tratamiento ANF+ (9%). El incremento de lignina encontrado en ANF+ es un 44% más elevado que el control AF. No se ha encontrado ninguna respuesta debida al tratamiento de N ni se ha encontrado una modulación del N en la respuesta al O₃ de *Cynosurus*.

En *T.cherleri* el contenido en PB se incrementa significativamente tanto por la concentración de O₃ como por la de N, sin existir una interacción entre los dos factores (Tabla 1b), pero este incremento requiere las mayores concentraciones de O₃ y N. Las plantas sometidas al tratamiento ANF+ incrementan el contenido en PB un 36% (media de todos los tratamientos de N) pero el tratamiento ANF no provoca ningún efecto significativo en este contenido proteico. Esta respuesta al O₃ se ha observado en otros tréboles anuales explicándose por un efecto de concentración creada por la reducción de biomasa que de forma paralela induce el contaminante (Sanz *et al.*, 2004). La aplicación de N también provoca un aumento de PB, pero solo en caso de N60. No se ha encontrado una relación entre la aplicación de N al sustrato y los parámetros de calidad FAD, FND y lignina en *T.cherleri*; sin embargo, el O₃ provoca un efecto significativo en estos tres parámetros. El incremento más espectacular se produce en el contenido de lignina que se incrementa hasta un 49% con las concentraciones ambientales de O₃ del tratamiento ANF (media entre los tratamientos de N) y este incremento supera con creces el 150% en el tratamiento ANF+. El aumento inducido por el O₃ en el contenido de FAD y FND es mucho más moderado y requiere las concentraciones elevadas de O₃ de ANF+. Los resultados encontrados por Sanz *et al.* (2004) para *T. subterraneum*, siguen un patrón semejante pero la intensidad del efecto del O₃ sobre los parámetros de calidad de esta especie indican de nuevo su mayor sensibilidad al O₃ respecto a *T. cherleri*. El desarrollo y maduración de las herbáceas conlleva cambios estructurales en las paredes celulares que van unidos al aumento del contenido de FAD, FND y lignina, por ello se podría considerar que la respuesta al O₃ encontrada en este trabajo puede estar relacionada con una senescencia precoz inducida por el contaminante.

Es interesante señalar la sensibilidad al O₃ de los parámetros de calidad de *Cynosurus*, una especie que en principio se catalogaría como resistente al O₃ basándose en parámetros de producción y crecimiento. Este resultado pone de manifiesto la necesidad de emplear como parámetros de sensibilidad al O₃ no solo los de producción sino otros relacionados con la calidad nutritiva. La importancia del análisis de los parámetros de

calidad en la respuesta al O₃ ha sido también considerada en estudios con especies hortícolas (Gimeno *et al.*, 1999). Los resultados encontrados también contribuyen a reafirmar la elevada sensibilidad al O₃ de las leguminosas frente a las gramíneas, de acuerdo con los estudios iniciales realizados con especies centroeuropeas y con los estudios más recientes basados en especies anuales mediterráneas. Esta diferencia de sensibilidad podría afectar a la estructura y composición de los pastizales sometidos de forma crónica a concentraciones elevadas de O₃.

CONCLUSIONES

Se pone de manifiesto la elevada sensibilidad al O₃ de una leguminosa frente a una gramínea: 30 días de exposición al O₃ inducen una reducción de la producción de biomasa aérea y subterránea de *T. cherleri* pero no afectan estos parámetros en *Cynosurus*. La calidad nutricional, medida como el contenido en FAD, FND y sobre todo lignina, son parámetros más sensibles al O₃ que la producción de biomasa ya que el O₃ incrementa el contenido en fibra en ambas especies. El N no modula la respuesta de *Cynosurus echinatus* ni de *Trifolium cherleri* al O₃.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados presentados forman parte del proyecto BIOSTRESS (UE, contrato EVK2-C-1999-00040) y del acuerdo realizado entre el Ministerio de Medio Ambiente y el CIEMAT sobre “Cargas y Niveles Críticos”. Los autores agradecen al Dr. Francisco González López del Departamento de Pastos y Forrajes del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura, su cordial colaboración en el suministro de semillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERMEJO, V.; GIMENO, B.S.; SANZ, J.; DE LA TORRE, D.; GIL, J.M., 2003. Assessment of the ozone sensitivity of 22 native plant species from Mediterranean annual pastures based on visible injury. *Atmospheric Environment* **37**, 4667-4677.

DAVISON, A.W.; BARNES, J.D., 1998. Effects of ozone on wild plants. *New Phytologist* **139**: 135-151.

ELVIRA, S.; ALONSO, R.; CASTILLO, F.J.; GIMENO, B.S., 1998. On the response of pigments and antioxidants of *Pinus halepensis* seedlings to Mediterranean climatic factors and long-term ozone exposure. *New Phytologist* **138**: 419-432.

GIMENO, B.S.; PEÑUELAS J.; PORCUNA, J.L.; REINERT, R.A., 1995. Biomonitoring ozone phytotoxicity in eastern Spain. *Water, Air and Soil Pollution* **85**: 1521-1526.

GIMENO, B.S.; BERMEJO, V.; REINERT, R.A.; ZHENG, Y.; BARNES, J.D., 1999. Adverse effects of ambient ozone on watermelon yield and physiology at a rural site in Eastern Spain. *New Phytologist* **144**, 245-260.

GIMENO, B.S.; BERMEJO, V.; SANZ, J.; DE LA TORRE, D.; ELVIRA, S., 2004. Growth response to ozone of annual species from Mediterranean pastures. *Environmental Pollution* **132**, 297-306.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures an some applications)*. Agricultural Handbook N° 379. USDA/ARS. Washington (USA).

KARLSSON, P.E.; SELLDEN, G.; PLEIJEL, H., (Eds.). 2003. *Establishing ozone critical levels II. UNECE Workshop Report. Summary Report*. IVL Swedish Environmental Research Institute, 379 pp. Gothenburg (Sweden).

MILLS, G.; BALL, G.; HAYES, F.; FUHRER, J.; SKÄRBY, L.; GIMENO, B.S.; DE TEMMERMAN, L.; HEAGLE, A.S., 2000. Development of a multi-factor model for predicting the critical level of ozone for biomass reduction for white clover, *Environmental Pollution* **109**, 533-542.

PUJADAS, M.; TERÉS, J.; GIMENO, B.S., 1997. La experiencia española en el diseño de sistemas experimentales para el estudio de efectos producidos por contaminantes gaseosos sobre especies vegetales. *Boletín de Sanidad Vegetal – Plagas* **23**, 39-54.

RIBAS, A.; PEÑUELAS, J., 2003. Biomonitoring of tropospheric ozone phytotoxicity in rural Catalonia. *Atmospheric Environment* **37**, 63-71.

SANZ, J.; MUNTIFERIING, R.B.; GIMENO, B.S.; BERMEJO, V., 2004. La calidad nutritiva y el crecimiento de *Trifolium subterraneum* se modula por las concentraciones ambientales de ozono y la fertilización con nitrógeno. *Pastos y Ganadería Extensiva. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos* (García Criado, B, García Ciudad, A., Vázquez de Aldana, B.R., Zabalgogazcoa, I., Eds.). 197-201.

EVOLUCIÓN ESTACIONAL DE LOS NIVELES DE PROTEÍNA Y FÓSFORO DE DIFERENTES ESPECIES PRATENSES DE LA MONTAÑA LUCENSE

M. R. MOSQUERA-LOSADA, E. FERNÁNDEZ-NÚÑEZ, Y
A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ.

Departamento de producción vegetal.
Universidad de Santiago de Compostela. 27002. Lugo.
romos@lugo.usc.es; anriro@lugo.usc.es

RESUMEN

El pastoreo en zonas de montaña resulta ser una vía adecuada para potenciar la estabilización de la población rural, a través de la mejora de la rentabilidad de las explotaciones y de preservar un patrimonio ecológico (son zonas con elevado nivel de biodiversidad) y su valor cultural. Cuando este se desarrolla asociado a especies arbóreas resulta ser uno de los métodos de prevención de incendios más económico y adecuado que permite controlar y reducir el matorral sin necesidad de realizar desbroces mecánicos o químicos.

El objetivo de este estudio fue evaluar la evolución estacional del contenido en proteína bruta y fósforo de diferentes especies pratenses desarrolladas en una zona situada a 800 m de altitud en la provincia de Lugo (A Fonsagrada), caracterizada por presentar temperaturas inferiores a 7 °C durante el invierno y la primavera y una precipitación media anual de 1700 mm. El ensayo tuvo una duración total de un año, a lo largo del cual se procedió a la recogida mensual de muestras de diferentes especies herbáceas que se desarrollaron de forma espontánea sobre un suelo de carácter ácido. Las especies objeto de estudio fueron *Agrostis duriaei*, *Agrostis stolonifera*, *Holcus lanatus*, *Lolium multiflorum*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*. Las especies del género *Agrostis* evaluadas mostraron una peor calidad nutritiva, en relación a los niveles de fósforo y proteína, que las del género *Holcus*, especie que puede resultar interesante desde un punto de vista pascícola para la zona, al presentar una mejor adaptación a áreas con oscilaciones térmicas superiores a las de la zona costera. Los valores de proteína y fósforo encontrados mostraron un patrón estacional que difiere del hallado en áreas costeras de la comunidad autónoma, debido a la diferente distribución de los parámetros de temperatura y precipitación

Palabras clave: macronutrientes, calidad forrajera

SEASONAL DISTRIBUTION OF PROTEIN AND PHOSPHORUS LEVELS OF DIFFERENT SWARD SPECIES IN LUGO MOUNTAINS

SUMMARY

Grazing in mountain areas is an adequate way to stabilise rural population, as this land management promotes farm profitability, enhances environment and preserves social heritage. When pastures are grazing under trees, this is one of the best methods to prevent forest fires, as it promotes shrub fuel reduction under trees without mechanical or chemical clearings.

The main objective of this study was to evaluate the Crude Protein and Phosphorus seasonal distribution of different sward species developed in a mountain area (800 m altitude) in Lugo (A Fonsagrada). This area is characterised by low winter temperatures and an annual mean precipitation around 1700 mm. The experiment was carried out for a year, when monthly samples of herbaceous species naturally developed on acid soils were taken. The evaluated species were *Agrostis duriaei*, *Agrostis stolonifera*, *Holcus lanatus*, *Lolium multiflorum*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*. *Agrostis* genus had worse protein and phosphorous concentrations than *Holcus*. *Holcus* can be an interesting grazing species in the area as it is better adapted to areas with broad thermal oscillations than coastal areas. Seasonal pattern of Crude protein and phosphorous differed from those described in the coastal areas of Galicia, due to different distribution of temperature and precipitation.

Key words macronutrients, forage quality

INTRODUCCIÓN

La alimentación del ganado es uno de los componentes más importantes de los costes de producción de una explotación ganadera (Mosquera *et al.*, 1999). Con la política actual que promueve la reducción de cargas ganaderas y del empleo de los fertilizantes, es interesante evaluar especies pratenses alternativas a las habituales que produzcan pastos de calidad en condiciones de bajos insumos. El conocimiento de los niveles de macronutrientes en el pasto nos da idea de la calidad nutritiva del mismo, a pesar de los mecanismos que posee el animal para evitar una posible carencia de nutrientes como por ejemplo la selección de determinadas plantas del pasto o el aumento del consumo. La distribución estacional de los nutrientes en las distintas especies nos puede dar idea de su uso en pastoreo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los contenidos y la distribución estacional de proteína y fósforo de diferentes especies de potencial interés pascícola en zonas de montaña lucense.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio que se presenta forma parte de un estudio más amplio realizado en diferentes puntos de la geografía gallega. En concreto, la zona de estudio se sitúa en el Ayuntamiento de A Fonsagrada (Lugo) concretamente en la parroquia de Villamayor de Trobo. Se trata de una zona situada al Noroeste de la provincia de Lugo a una altitud aproximada de 800 m y caracterizada por presentar temperaturas inferiores a siete grados centígrados durante el invierno y la primavera y una precipitación media anual de 1700 mm.

El estudio que aquí presentamos tuvo una duración de un año durante el cual, se procedió a la recogida mensual de muestras de diferentes especies herbáceas desarrolladas de forma espontánea, en una zona de pastizal, elegida al azar, con orientación de umbría y una superficie aproximada de 1 hectárea. Las especies estudiadas, se desarrollaron sobre un suelo de carácter ácido y las muestras fueron recogidas aleatoriamente para cada especie en

diferentes zonas del área de muestreo mediante corte con cizalla manual a pilas hasta una altura de 2,5 cm.

Las especies objeto de estudio fueron *Agrostis duriaei*, *Agrostis stolonifera*, *Holcus lanatus*, *Lolium multiflorum*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*. Una vez recogidas las muestras en el campo, éstas fueron conducidas al laboratorio donde se secaron durante 48 horas a 60 ° C. A continuación, se molió cada una de las muestras y se procedió a la realización de las correspondientes digestiones microKjeldahl para posteriormente, con la utilización de un autoanalizador TRAACS+800 medir sus contenidos en nitrógeno y fósforo (Castro *et al.*, 1990).

Por otro lado, se realizó una caracterización edáfica mediante la toma de muestras de suelo en las diferentes zona de estudio, para ello se recorrió el área en zig-zag recogiendo muestras con una sonda introducida a una profundidad de 25 cm. Posteriormente, en el laboratorio, las muestras sufrieron un proceso de secado al aire y posterior tamizado (2 mm). Una vez realizadas estas operaciones se procedió a la determinación del pH en agua (1:2,5) (Gutián y Carballas, 1976).

Las variables proteína bruta y fósforo de las especies ensayadas a lo largo del año se evaluaron mediante ANOVA y las medias se separaron empleando el test LSD. Para lo que se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Suelo

Las mediciones de pH pusieron de manifiesto que nos encontramos en una zona con pH fuertemente ácido (5,01) lo que puede provocar la aparición de deficiencias de macronutrientes como fósforo y nitrógeno, éste último debido a la escasa actividad bacteriana que se produce a estos pH y que limita la mineralización de la materia orgánica que presenta un valor alto (12,02%) (Fuentes-Yagüe, 1999). Este pH hace que las especies habitualmente empleadas en el establecimiento de praderas vean limitada su producción (López-Díaz, 2004).

Proteína en planta

Los contenidos en proteína bruta obtenidos en las diferentes especies estudiadas variaron entre el 8-20% en primavera, el 5-17% en verano, el 4-15% en otoño y el 3-14% en invierno tal como queda reflejado en la figura 1. Señalar que, en el caso de las gramíneas estudiadas, los niveles de proteína alcanzados resultaron ser inferiores a los descritos por Mosquera-Losada *et al.* (2000a) (10-20%) para especies pratenses de siembra en la zona templada probablemente debido a la limitación de la disponibilidad de nutrientes que se da en este caso, la única de las especies que sí mostró contenidos de este elemento dentro del rango citado anteriormente fue *Plantago lanceolata*. El género *Agrostis*, en especial *Agrostis duriaei*, presentó los niveles de proteínas más reducidos durante la mayor parte del año, tal y como se encuentra en otros estudios de la zona. En el caso de las leguminosas, *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*, indicar que los porcentajes alcanzados serían, para el trébol blanco inferiores a los señalados por la literatura como habituales en este tipo de especies (15-25%) mientras que, el trébol violeta, únicamente durante la época invernal no

alcanzaría dicho rango. Como era esperable, las leguminosas mostraron mayores niveles de proteína que las gramíneas (Mosquera *et al.*, 2000a).

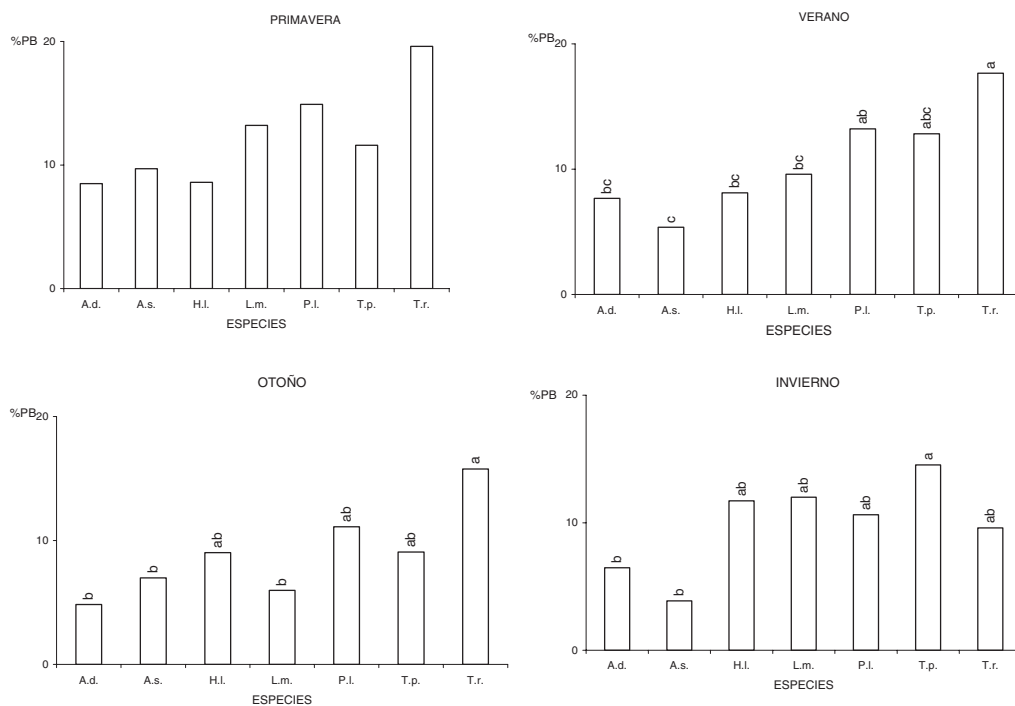


Figura 1. Contenido de Proteína Bruta (%PB) obtenido a o largo de las cuatro estaciones del año en diferentes especies pratenses. Las letras sobre las barras indican las diferencias significativas entre especies dentro de un mismo periodo. A.d.: *Agrostis duriaei*, A.s.: *Agrostis stolonifera*, H.l.: *Holcus lanatus*, L.m.: *Lolium multiflorum*, P.l.: *Plantado lanceolata*, T.p.: *Trifolium pratense*, T.r.: *Trifolium repens*.

En cuanto al patrón de la variación estacional de los contenidos en proteína bruta estos difieren de los encontrados en zonas costeras de la región gallega Mosquera-Losada (2000b), en los que la proporción de este parámetro resultó ser mayor durante el otoño y la primavera, en comparación con los periodos de verano e invierno. En la zona de A Fonsagrada parece ponerse de manifiesto la influencia de las condiciones climáticas de la zona de estudio, caracterizada por presentar temperaturas bajas y frecuentes heladas durante el otoño y el invierno lo cual, se traduce en un descenso de los niveles de proteína en las plantas durante todo este período. Una excepción a lo comentado anteriormente la encontramos en la especie *Holcus lanatus* la cual parece adaptarse mejor a las condiciones del área de estudio ya que los resultados obtenidos mostraron un aumento de los niveles de proteína en esta especie durante la época otoño-invierno.

Fósforo en planta

En la figura 2 podemos ver los porcentajes de fósforo que alcanzaron las herbáceas objeto de análisis. Dichos porcentajes se encuentran dentro del intervalo definido por Grime (1988) para plantas herbáceas (0,15-0,45%) a pesar de los pH obtenidos. Por otro lado, señalar que el porcentaje de fósforo se mantuvo más o menos estable a lo largo del periodo de estudio, excepto en la especie *Holcus lanatus* la cual pasa de 0,12% en verano y otoño a un 0,35% en invierno-primavera. Al igual que sucedió con la proteína, las especies del género *Agrostis* se caracterizaron por ser las que alcanzaron menores niveles de fósforo a lo largo de todo el estudio, sobre todo *Agrostis duriaei* el cual no supera el 0,15% en ningún caso.

Los mayores niveles de fósforo en planta se obtuvieron durante el invierno y la primavera justo antes del periodo de floración (Rodríguez-Barreira, 2000), si bien resultaron más estables en el tiempo que los niveles de proteína.

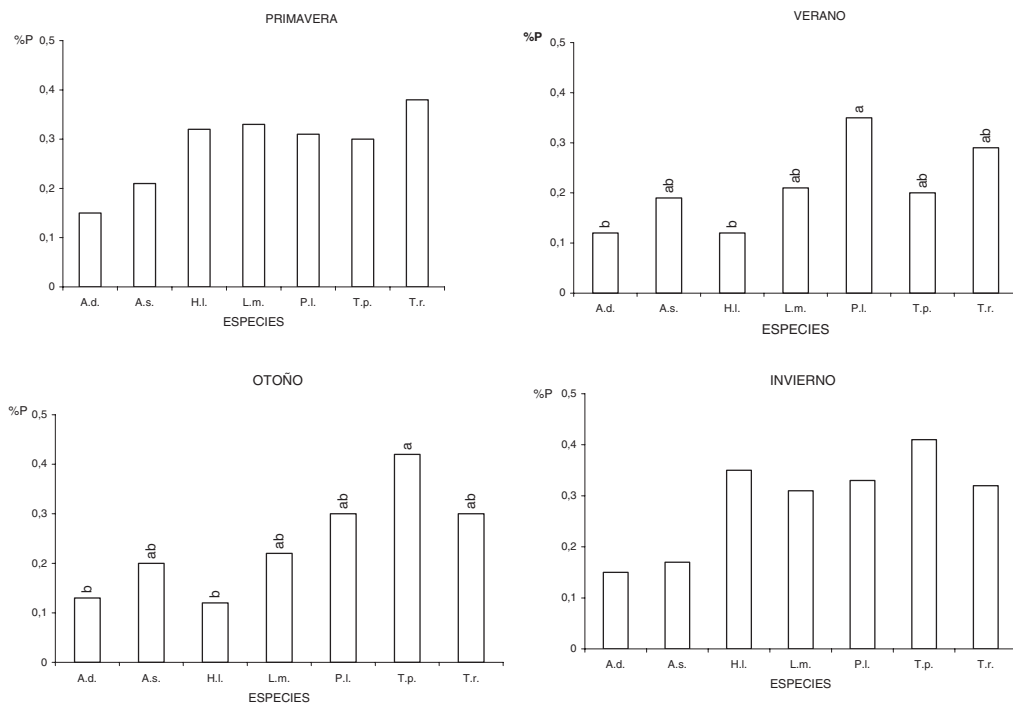


Figura 2. Contenido de Fósforo (%P) obtenido a o largo de las cuatro estaciones del año en diferentes especies pratenses. Las letras sobre las barras indican las diferencias significativas entre especies dentro de un mismo periodo. A.d.: *Agrostis duriaei*, A.s.: *Agrostis stolonifera*, H.l.: *Holcus lanatus*, L.m.: *Lolium multiflorum*, P.l.: *Plantado lanceolata*, T.p.: *Trifolium pratense*, T.r.: *Trifolium repens*.

CONCLUSIONES

Las especies del género *Agrostis* evaluadas mostraron una peor calidad nutritiva que las del género *Holcus*, especie que puede resultar interesante desde un punto de vista pascícola para la zona. Los valores de proteína y fósforo encontrados mostraron un patrón estacional que difiere del hallado en áreas costeras de la comunidad autónoma, debido a la diferente distribución de los parámetros de temperatura y precipitación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, P., GONZALEZ, A., PRADA, D., 1990. Determinación simultánea de nitrógeno y fósforo en muestras de pradera. En: Actas de la XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. 200-207 pp Ed. Murcia. España

FUENTES-YAGÜE, J.L., 1999. *El suelo y los fertilizantes*. Ed. Mundi Prensa, 352 pp. Madrid (España).

GRIME, J.P., 1988. *Comparative plant ecology: a functional approach to commum British species*. Unwin Hyman. London. 742 pp.

GUITIAN, F., CARBALLAS, T., 1976. *Técnicas de análisis de suelos*. Ed. Pico Sacro, 288 pp. Santiago de Compostela (España).

LOPEZ-DIAZ, L., 2004. *Aplicación de lodos de depuradora urbana como fertilizante en un sistema silvopastoral*. Tesis Doctoral. 313 pp. Universidad de Santiago de Compostela (España).

MOSQUERA-LOSADA, M.R., GONZALEZ-RODRIGUEZ, A., RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A., 2000a. Ecología y Manejo de Praderas, MAPA. 213 pp. Santiago de Compostela (España).

MOSQUERA-LOSADA, M.R., GONZALEZ-RODRIGUEZ, A., RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A., 2000b. Sward quality affected by different grazing pressures on dairy systems. *Journal of Range Management*, **53(6)**, 603-611.

RODRIGUEZ-BARREIRA, S., 2000. Estudio de la influencia de la intensidad luminosa sobre la composición química y desarrollo fenológico de distintas especies pratenses. 158 pp. Proyecto fin de carrera. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela (España).

S.A.S., 1985. *User's guide: Statistics* Ed. SAS Institute Inc, 648 pp. Cary NC (USA).

EFFECTO DEL SOMBREADO SOBRE LOS NIVELES DE PROTEÍNA Y FÓSFORO EN *Trifolium pratense* L. CV 'MARINO'

A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, S. RODRÍGUEZ-BARREIRA Y
M.R. MOSQUERA-LOSADA.

Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior.
Universidad de Santiago de Compostela. 2002-Lugo.

romos@lugo.usc.es; anriro@lugo.usc.es

RESUMEN

El empleo de sistemas silvopastorales es una buena alternativa para las zonas agrícolas que han sido repobladas gracias a las subvenciones que proporciona tanto la Unión Europea como el Gobierno Autonómico Gallego ya que este tipo de sistemas, permite compatibilizar la producción ganadera con la obtención de madera de calidad, evitando así el abandono del medio rural. Un factor importante en la utilización de los sistemas silvopastorales es la cantidad de luz que llega al suelo, dado que el arbolado intercepta parte de la radiación, lo que puede conllevar cambios en la producción y calidad de las especies herbáceas que se desarrollan bajo esas condiciones. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del sombreado y la época de siembra sobre el contenido de proteína y fósforo en *Trifolium pratense* (trébol violeta) durante el año posterior al establecimiento. Las condiciones de sombra incrementaron los contenidos de proteína bruta y fósforo en el trébol violeta, observándose una mayor diferencia entre los tratamientos de sombra y luz cuando la siembra se realizó en primavera debido a la diferente evolución de la composición botánica.

Palabras clave: sistema silvopastoral, trébol violeta.

SHADING EFFECT ON PROTEIN AND PHOSPHORUS CONCENTRATION IN *Trifolium pratense* L. CV 'MARINO'

SUMMARY

Silvopastoralism is a good alternative for agrarian areas which have been recently afforested thanks to development of European directives. Silvopastoral systems allow to compatibilise livestock and quality wood production, avoiding rural abandonment. One of the main aspects differing from open pastures is light, which is intercepted by trees and does not reach the soil modifying quality and productivity of herbaceous species. The main objective of this work was to evaluate the effect of shading and sown period on protein and phosphorous concentration of *Trifolium pratense* (red clover) in the first year establishment. Shading increased protein and phosphorus of red clover, being differences with respect to open pastures more important when sowing was made in spring, due to different botanical composition evolution.

Keywords: silvopastoral systems, red clover.

INTRODUCCIÓN

Actualmente más del 60% de la superficie de Galicia está considerada como área forestal, aunque la renta agraria de esta comunidad tiene como base los subsectores ganadero y agrícola, suponiendo ambos más del 80% de la renta final agraria gallega.

El los últimos años, se está registrando un abandono paulatino del medio rural, que conlleva una reducción de número de explotaciones ganaderas activas y una reconversión de las zonas agrícolas a terreno forestal, cambio apoyado por las subvenciones que para este fin proporciona la Unión Europea, y que se justifican por la importante demanda de madera de calidad en Europa.

Asimismo, esta situación de despoblación disminuye los cuidados en los terrenos forestales, como la ejecución de desbroces que a corto plazo mejorarían el crecimiento inicial del arbolado (debido a la reducción de la competencia que se establece con las especies herbáceas) mientras que a largo plazo impedirían un mayor desarrollo de especies arbustivas, que incrementan el riesgo de incendios (Rigueiro *et al.*, 1999).

El empleo de sistemas silvopastorales permiten la compatibilización del uso forestal y ganadero de la misma unidad territorial, lo que provoca la obtención de rentas a largo (madera de calidad) y corto plazo (productos ganaderos), lo que conlleva a una mejora de la calidad de vida de los propietarios de las explotaciones y el mantenimiento de la población rural.

El aumento del valor del territorio en comparación con los sistemas exclusivamente forestales se debe a la obtención de productos ganaderas, lo que hace posible y más rentable la realización de los cuidados culturales del vuelo (poda, utilización de protectores...) o evita su ejecución (desbroces) ya que la densidad del arbolado empleada es reducida, permitiendo reducir la carga ganadera de las explotaciones ni arboladas, al incrementarse la superficie de pasto disponible (Rigueiro *et al.*, 1999).

Los sistemas silvopastorales presentan una mayor complejidad de manejo que los sistemas ganaderos no arbolados, dado que se trata de un sistema dinámico en el que, a medida que transcurre el tiempo, se va alterando su capacidad productiva debido a la luz interceptada por las copas, hasta estabilizarse cuando lo hace el desarrollo de la copa.

La cantidad de radiación que llega al estrato herbáceo va a condicionar el tipo de especies que se desarrollan en él, así como los niveles de proteína y fósforo del pasto. Estudios realizados por Mosquera *et al.* (1999) denotan que la digestibilidad de las plantas que crecen en ambientes con poca luz muestran una mejora del valor nutritivo del pasto.

El conocimiento del efecto del sombreado sobre la producción y los niveles de proteína y fósforo de especies como el *Trifolium pratense*, ayudará a predecir su comportamiento en los sistemas silvopastorales, y por lo tanto a mejorar su manejo e incrementar su rentabilidad

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el municipio de Lugo (Galicia) a una altitud de 456 m sobre el nivel del mar, durante los años 1996 y 1997. Inicialmente se sembró con 37,5 kg ha⁻¹ de *Trifolium pratense* en la primavera y otoño del año 1996 y después de

realizar un laboreo del terreno. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Se evaluaron dos tratamientos, en uno no se producía intercepción de la luz y en el otro se simuló sombra mediante el empleo de malla plástica, situada a 0,5 m del suelo y que reducía en un 50% la radiación incidente. Cada unidad experimental estaba constituida por parcelas de 1 x 1 m².

Los muestreos se realizaron en abril, junio, julio, octubre y noviembre de 1997, tomándose la muestra existente dentro de dos cuadrados de 0,3 x 0,3 m² en cada parcela, a una altura de 2,5 cm respecto del suelo, mediante el empleo de una cizalla manual a pilas (Otis Wolf). Posteriormente las muestras fueron llevadas al laboratorio donde se realizó una separación botánica manual, secándose a continuación a 60 °C durante 48 horas, tras lo cual se pesaron las distintas especies y se procedió a su molienda por especie, para su posterior análisis químico.

Los contenidos de proteína y fósforo fueron analizados mediante el uso de TRAACS 800+ después de realizar una digestión microkjeldhal (Castro *et al.*, 1990).

Los resultados se analizaron estadísticamente mediante la realización de un ANOVA, utilizando el paquete estadístico SAS (1985), y las medias fueron separadas mediante un test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción total de las parcelas, así como la composición botánica se han publicado previamente (Mosquera *et al.*, 2001). De dichos resultados se extrae que la producción total de las parcelas, incluyendo las especies adventicias, fue superior en las parcelas sembradas en otoño, encontrándose la mayor producción total asociada a las parcelas de luz. Asimismo, tanto el establecimiento como la persistencia fue mejor en condiciones de luz en las parcelas sembradas en otoño.

En cuanto a los resultados obtenidos con la composición botánica, destacar el importante desarrollo de *Capsella bursa-pastoris* L. Medicus en condiciones de luz en el caso de las parcelas establecidas en primavera, mientras que su presencia se reduce de forma importante en el caso de las parcelas de otoño.

Si analizamos los contenidos de proteína bruta de *Trifolium pratense* diferenciando entre los tratamientos de sombra y luz según la siembra se produjera en primavera u otoño de 1996 (Figura 1), observamos que los niveles de proteína bruta oscilan entre el 10-20 % del peso seco, valores normales entre los que se encuentran las especies pratenses de clima templado (Piñeiro y Pérez, 1992; Mosquera *et al.*, 1999; Rodríguez, 2000), aunque son ligeramente inferiores a los que registraron Piñeiro y Pérez (1992) para *Trifolium repens*.

El contenido proteico en *Trifolium pratense* muestra mayores valores a principio de primavera y a finales de otoño, siendo más bajo en verano, efecto también observado por Mosquera *et al.* (1999) y responde al comportamiento clásico de la evolución del contenido proteico de los pastos en Galicia (Mosquera y González, 2003). Asimismo, hay que tener en cuenta que a medida que se alcanza la madurez de la planta se registra un descenso notable del contenido de proteína (Demarquilly, 1989; Mosquera *et al.*, 1999). En el caso de las parcelas establecidas en otoño, la variación estacional fue menos acusada, debido a la menor producción y al retraso en el proceso de floración que se produce.

La respuesta a la reducción de la luz interceptada fue significativa cuando la siembra se realizó en primavera, registrándose incrementos de proteína en las parcelas de sombra entorno al 5%, durante los primeros cortes del año 1997, con respecto a las parcelas que se encontraban a plena luz; comportamiento que se puede deber al mayor desarrollo en condiciones de luz de especies adventicias (*Mosquera et al.*, 2001), tales como *Capsella bursa-pastoris*, que en cierto modo condiciona el desarrollo de la especie sembrada, y al mismo tiempo ejerce competencia por los recursos edáficos disponibles.

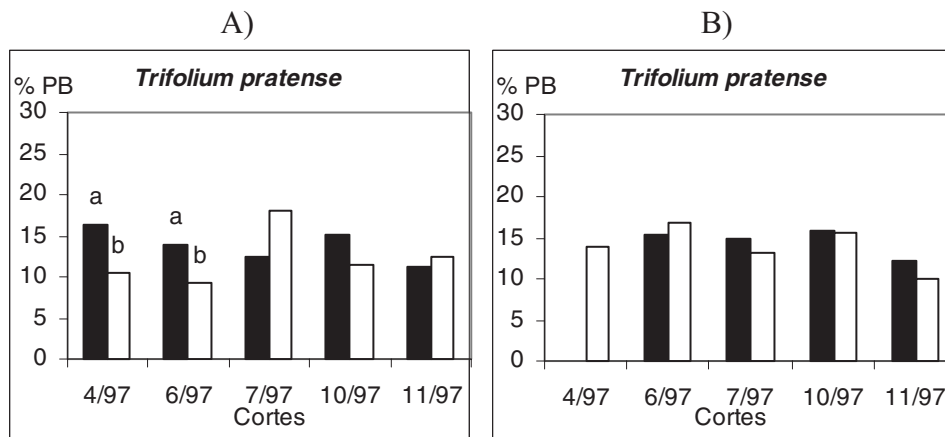


Figura 1: Contenido de proteína bruta (%) correspondiente a las especies sembradas en primavera (A) y otoño (B) de 1996, cuyos cortes se realizaron en el año 1997, diferenciando entre el tratamiento de sombra (negro) y luz (blanco).

Hay que tener en cuenta que en el caso de las parcelas de luz, los niveles de proteína pueden encontrarse afectados por unas condiciones meteorológicas existentes, dado que en condiciones de sombra se suavizan los efectos de las bajas temperaturas y de la sequía limitándose en mayor grado la reducción de la producción y calidad de pasto cuando se produce el sombreado.

En el caso de la siembra realizada en otoño, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos de luz, comportamiento que puede deberse a la reducida presencia de *Capsella bursa-pastoris* en las parcelas sembradas en otoño, lo que reduce la competencia por el nitrógeno disponible.

Los niveles de fósforo en planta (Figura 2), se encuentran dentro del rango habitual de las especies pratenses, entre 0,15-0,6% (Grace, 1983; Whitehead, 1995; Mosquera *et al.*, 1999). En cuanto a la evolución estacional, indicar que en general se observa una reducción de los niveles de fósforo a medida que avanzan los cortes, lo que se puede deber al hecho de que los contenidos de este elemento en planta se reducen a medida que avanza la estación de crecimiento, hasta llegar al período de floración (Mosquera *et al.*, 1999)

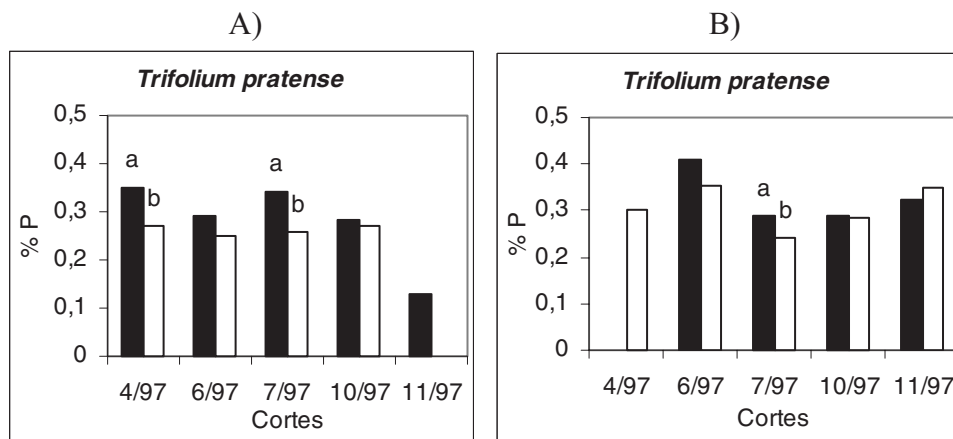


Figura 2: Contenido de fósforo (%) correspondiente a las especies sembradas en primavera (A) y otoño (B) de 1996, cuyos cortes se realizaron en el año 1997, diferenciando entre el tratamiento de sombra (negro) y luz (blanco).

En las dos épocas de siembra se registraron concentraciones significativamente mayores asociadas al tratamiento de sombra, situándose esas diferencias en los cortes de abril y julio en el caso de las parcelas sembradas en primavera, y únicamente en julio si la siembra se realizó en otoño. Este comportamiento podría explicarse por la menor floración de *Trifolium pratense* bajo condiciones de sombra (Rodríguez, 2000), dado que la luz es uno de los factores que contribuyen de forma más importante al desarrollo floral.

CONCLUSIÓN

La reducción de la radiación incidente incrementó, en general, los contenidos de proteína bruta y fósforo en *Trifolium pratense*, siendo mayores las diferencias encontradas entre los tratamientos de sombra y luz cuando la siembra se llevó a cabo en primavera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, P.; GONZÁLEZ, A.; PRADA, D., 1990. Determinación simultánea de nitrógeno y fósforo en muestras de pradera. *Actas de la XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 200-207.

DEMARQUILLY, C., 1989. The feeding value of forages. *XVI International Grassland Congress*, 1817-1823.

GRACE, N.D., 1983. A Summary of the Mineral Requirements of Ruminants. En *The mineral requirement of grazing ruminants*. New Zealand Society of animal Production, 13, 92-99.

MOSQUERA-LOSADA, M.R.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A., 1999. *Ecología y manejo de praderas*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 214 pp. Madrid (España).

MOSQUERA-LOSADA, M.R.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; LÓPEZ-DÍAZ M.L.; RODRÍGUEZ-BARREIRA, S., 2001. Efecto del sombreado y la época de siembra en el establecimiento y producción de varias especies pratenses. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* **16(2)**, 169-186.

MOSQUERA-LOSADA M.R.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A., 2003. Fertilización nitrogenada y potásica en pradera mixta: 1. Efecto sobre la composición botánica, el contenido en proteína y el nivel de macroelementos. *Pastos*, **30(2)**, 241-260.

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 1992. Especies pratenses y modo de aprovechamiento. I. Efecto sobre el contenido de proteína bruta, fósforo y potasio, 255-260. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P.* Pamplona.

RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA-LOSADA, M.R.; LÓPEZ-DÍAZ, M.L., 1999. Silvopastoral systems in prevention of forest fires in the forests of Galicia (NW Spain). *Agroforestry forum*, **9(3)**, 3-7.

RODRÍGUEZ-BARREIRA, S., 2000. *Estudio de la influencia de la intensidad luminosa sobre la composición química y desarrollo fenológico de distintas especies pratenses*. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela.. 158 pp.

SAS 6.11 for Windows (1985).

WHITEHEAD, D. C. 1995. *Grassland Nitrogen*. Ed. Cab International, 397 pp. Wallingford (Reino Unido)

EFFECTO DE DISTINTOS HERBICIDAS SOBRE LA VEGETACIÓN DE PRADOS INVADIDOS POR RABANILLO (*Raphanus raphanistrum* L.)

J. BUSQUÉ MARCOS Y S. MÉNDEZ LODOS.

Centro de Investigación y Formación Agraria.
C/ Héroes 2 de mayo, 27. Muriedas, 39600 Cantabria.

RESUMEN

El rabanillo es una crucífera que se comporta como invasora en prados de la Cornisa Cantábrica. En este trabajo se estudió el efecto de distintos herbicidas comerciales autorizados, aplicados a distintas dosis, sobre varios componentes de la vegetación de prados de la zona costera de Cantabria, con especial atención en el rabanillo. Los herbicidas probados fueron (nombres comerciales): *Tordon 101*, *Banvel D*, *Asulox*, *Rubiz* y *Superormona-C*. Las dosis de aplicación fueron las normales (las recomendadas por los fabricantes), y la mitad de las normales. El experimento se llevó a cabo en un prado representativo, utilizando un diseño experimental aleatorio en bloques. Dentro de cada parcela del ensayo, y sobre un cuadrado permanente, se midió la densidad de plantas de rabanillo y la cobertura estimada visualmente de rabanillo, graminoides, leguminosas, otras latifoliadas, y suelo desnudo, antes de la aplicación de los herbicidas y uno, siete y doce meses después de su aplicación. Los resultados muestran al herbicida *Superormona-C*, especialmente a la dosis recomendada, como el de mejor respuesta al control inicial de rabanillo y a la recolonización posterior de la pradera por leguminosas.

Palabras clave: Cornisa Cantábrica, graminoides, leguminosas, otras latifoliadas

EFFECT OF DIFFERENT HERBICIDES ON THE VEGETATION OF GRASSLAND INFESTED BY WILD RADISH (*Raphanus raphanistrum* L.)

SUMMARY

Wild radish is a plant belonging to the family *Cruciferae*. It behaves as a weed in Cantabrian lowland grasslands. The effects of five herbicides at two doses of application on different botanical components of this type of grassland were studied. The herbicides tested were (commercial names): *Tordon 101*, *Banvel D*, *Asulox*, *Rubiz* and *Superormona-C*. The doses of application used were those recommended by the manufacturer and half of those recommended. The experiment was located in a single location and followed a randomized block design. Within each of the plots of the experiment, a permanent quadrat was used to measure the density and cover of wild radish, and the cover of four other components of the herbaceous grassland vegetation: graminoids, legumes, forbs and bare ground. Measurements were taken just before the application of the herbicides, and one month, seven months and one year after. Best results were shown in plots where the herbicide *Superormona-C* was used, especially at the recommended dose, both in initial eradication of wild radish and in subsequent legume recolonisation.

Key words: Cornisa Cantábrica, graminoids, legumes, forbs

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la superficie forrajera de la comarca litoral de Cantabria está cubierta por prados aprovechados principalmente mediante siega y también por pastoreo. La diversidad florística y productividad de estos prados es en buena parte fruto de su manejo: frecuencia de siegas, tipo, intensidad y frecuencia de fertilización, y manejo del pastoreo. Ciertos manejos, posiblemente unidos a determinadas condiciones climatológicas dan lugar a la dominancia de los prados por especies vegetales concretas. El rabanillo (*Raphanus raphanistrum* L.) es una especie autóctona de este territorio, que en los últimos años está mostrando una tendencia a invadir los prados, especialmente bajo manejos mixtos de siega y pastoreo. Su forma de crecimiento, con hojas arrosietadas de gran tamaño, incide negativamente en la productividad del pasto, así como dificulta su aprovechamiento, bien sea de forma mecánica o por pastoreo. Su fuerte raíz axonomorfa hace inviable, en casos de alta invasión, el empleo de métodos mecánicos para su eliminación del pasto. En estos casos, el uso de herbicidas se plantea como el método más adecuado para disminuir a corto y medio plazo el grado de dominancia de rabanillo en este tipo de pasto (Britt *et al.*, 2003). Dado el ciclo anual o bianual de esta planta, es necesario tener en cuenta que su control a largo plazo debe complementar un manejo adecuado de los prados (Cheam, 1996). Con estos antecedentes, y dada la escasa información existente al respecto, se planteó realizar un estudio comparativo sobre el efecto de varios herbicidas, potencialmente eficaces contra el rabanillo, en su densidad y en la composición botánica de este tipo de ecosistemas herbáceos a corto y medio plazo.

METODOLOGÍA

El experimento se llevó a cabo en un prado manejado mediante siega y pastoreo ocasional en Puente Arce (Cantabria; Altitud: 10 m.s.n.m.; UTM: 30VP2407), y en un estado avanzado de invasión por rabanillo. El diseño experimental fue factorial con bloques. Cada parcela, dentro de cada uno de cuatro bloques delimitados, recibió una combinación al azar de los dos tratamientos aplicados: tipo de herbicida y dosis de aplicación. Se probaron cinco herbicidas y dos dosis de aplicación por herbicida, incluyendo, además, parcelas control sin ningún tipo de tratamiento. Los herbicidas tenían uso autorizado en pastos y especificidad de acción sobre dicotiledóneas o malas hierbas anuales. El diseño experimental requirió de un total de 44 parcelas rectangulares (11 parcelas por bloque) de 12 m² (3 x 4 m) cada una. Los herbicidas y dosis de aplicación se especifican en la tabla 1. Todas las parcelas fueron segadas dos semanas previas al día en que se aplicaron los herbicidas (9/4/2003), utilizándose en la aplicación mochilas de pulverización normal a baja presión. El manejo posterior de la pradera fue similar al seguido antes del ensayo: siegas frecuentes con alturas de pasto de entre 10 y 15 cm, y ligero pastoreo ocasional.

Dentro de cada parcela se midieron las siguientes variables:

- Número de plantas de rabanillo vivas por m²
- Estimación visual del porcentaje de cobertura de rabanillo
- Estimación visual del porcentaje de cobertura de graminoides
- Estimación visual del porcentaje de cobertura de leguminosas
- Estimación visual del porcentaje de cobertura de otras latifoliadas
- Estimación visual del porcentaje de cobertura de huecos desnudos

Tabla 1. Herbicidas y dosis de aplicación utilizados en el experimento de mejora de prados invadidos por rabanillo.

Nombre comercial	Composición química	Fabricante	Dosis normal	Dosis baja
TORDON 101	2,4-D ácido 24% (sal amina) + Piroclan 6% (Sal amina) [sl] p/v	Dow Agrosiences Iberica, S.A.	5 l ha ⁻¹	2,5 l ha ⁻¹
BANVEL-D	Dicamba 48% (sal dimetilamina) [SL] P/V	Syngenta Agro, S.A.	2 l ha ⁻¹	1 l ha ⁻¹
ASULOX	Asulam 40% (sal sódica) [SL] P/V	Bayer Cropscience, S.L.	6 l ha ⁻¹	3 l ha ⁻¹
RUBIZ	Diflufenican 2,5% + Mecoprop-P 45% (sal amina) [SC] P/V	Bayer Cropscience, S.L.	3 l ha ⁻¹	1,5 l ha ⁻¹
SUPERORMONA -C	2,4-D ácido 15% (ester butilglicólico) + MCPA ácido 27% (ester butilglicólico) [ec] p/v	Nufarm España, S.A.	1,5 l ha ⁻¹	0,75 l ha ⁻¹

Estas variables se midieron justo antes (en el mismo día) de la aplicación de los herbicidas (9/4/2003), un mes después (14/5/2003), siete meses después (5/11/2003), y un año después (20/4/2004). Las mediciones se realizaron dentro de un marco cuadrado, sobre un área de un metro cuadrado, situado siempre en la misma posición, centrada y con población representativa de rabanillo, dentro de cada parcela experimental.

El análisis estadístico de los datos consistió en análisis de varianza, considerando medidas repetidas, y análisis no paramétricos cuando los datos no pudieron cumplir distribuciones adecuadas para el análisis de varianza. En todos los casos se utilizó el programa estadístico SPSS 9.0 (SPSS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situación inicial y evolución temporal del prado sin tratar

El prado estudiado tuvo una composición botánica inicial dominada a partes iguales por los grupos de gramíneos y de otras latifoliadas, mientras que las leguminosas, principalmente el trébol blanco (*Trifolium repens* L.), no superaron el 10% del recubrimiento del pasto (figura 1). Dentro del grupo de otras latifoliadas, el rabanillo supuso algo más de la mitad de su cobertura total. La superficie del pasto sin cobertura vegetal fue significativa, con un recubrimiento medio algo superior al 10%.

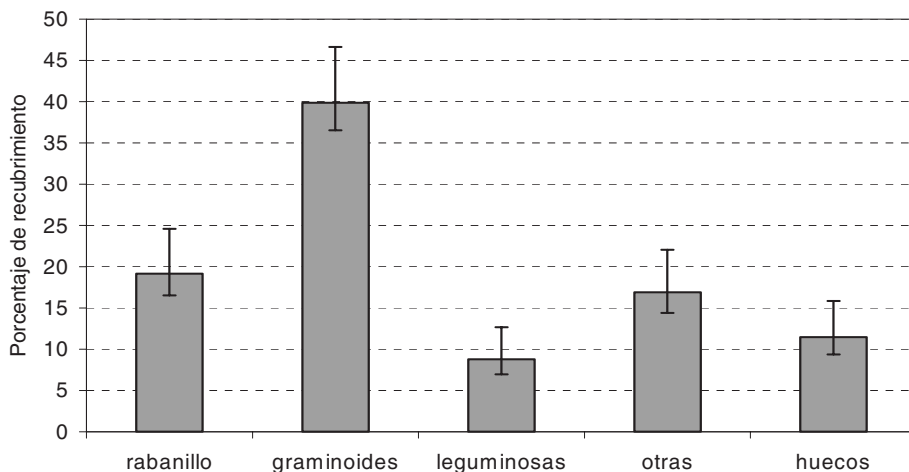


Figura 1. Porcentaje de recubrimiento de distintos componentes del pasto justo antes de la aplicación de los herbicidas (9-Abril-2003). Media para las 44 parcelas del experimento. Las barras verticales indican el intervalo de confianza al 95%.

No se detectaron diferencias iniciales significativas en ninguno de los componentes del pasto medidos entre parcelas correspondientes a los tratamientos aplicados posteriormente, pudiéndose así corroborar la idoneidad del diseño experimental utilizado.

El único cambio temporal significativo observado en las parcelas control fue el descenso en la cobertura de rabanillo de un año al siguiente (figura 2). El carácter anual o bianual de esta especie implica que su incidencia en la productividad interanual del pasto dependa de su producción previa de semillas, de sus tasas de germinación y de la viabilidad de las nuevas plántulas. Además de las condiciones de manejo del prado que definen su estructura, los factores climáticos influyen de forma importante en estas variables biológicas (Cheam, 1996). Considerando que el manejo del prado posterior al inicio del experimento fue similar al de años anteriores, y observando además la menor incidencia de rabanillo en la primavera de 2004 a nivel general en el litoral de Cantabria, podría pensarse que la causa de este descenso interanual en la población de rabanillo fue en parte debido a efectos climáticos negativos sobre alguna de las variables reguladoras de su demografía. En este sentido, fue especialmente singular la fuerte sequía ocurrida en la región en el verano de 2003.

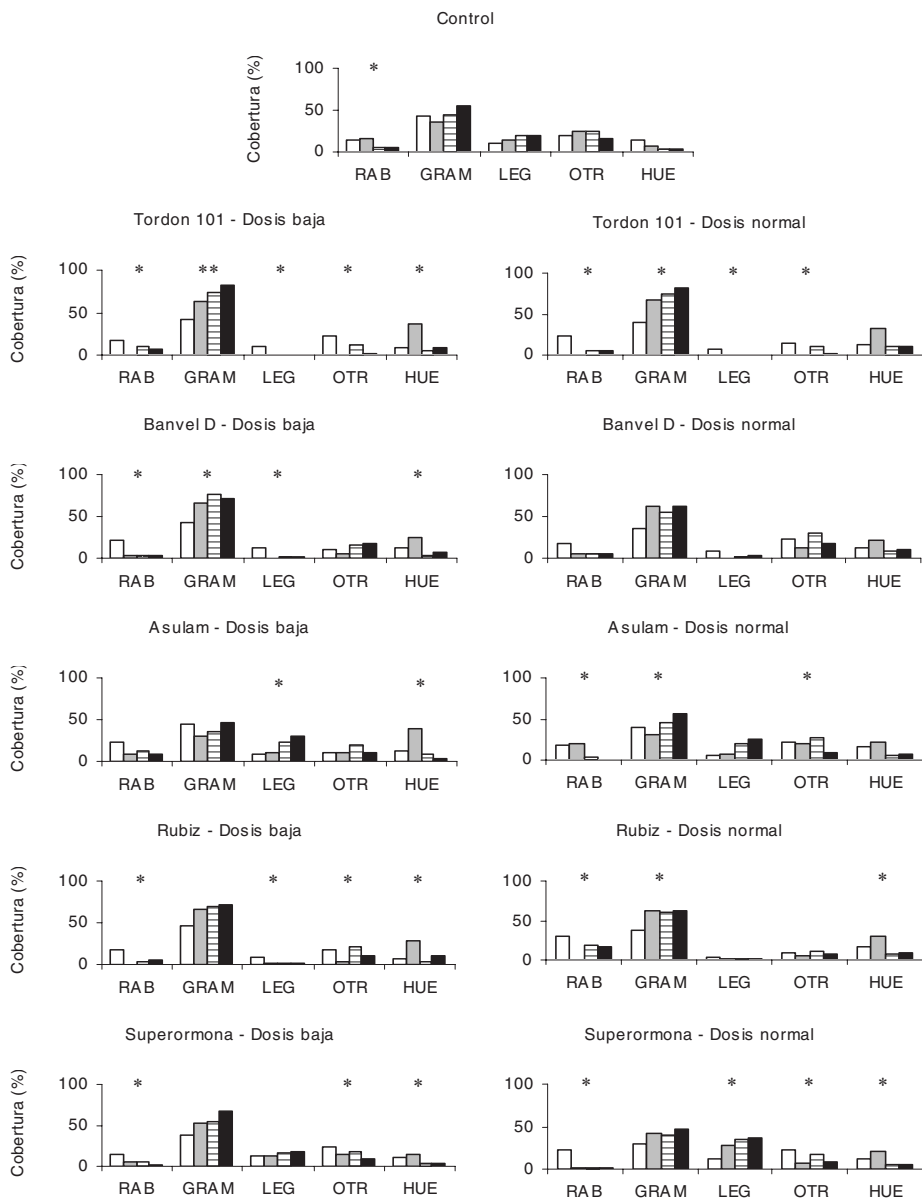


Figura 2. Cobertura (%) de los distintos componentes del prado antes y en distintos momentos después de aplicar varios herbicidas a dos dosis de aplicación diferente (normal: la recomendada por el fabricante; baja: mitad de la recomendada por el fabricante). Componentes del pasto: RAB: rabanillo; GRAM: graminoides; LEG: leguminosas; OTR: otras latifoliadas; HUE: suelo desnudo. Cada tipo de barra corresponde a un momento de medición (blanca: antes de la aplicación; gris: 1 mes después; rayada horizontal: 7 meses después; negra: 1 año después). Los asteriscos representan variaciones significativas en el valor del componente con el tiempo (*: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; prueba no paramétrica de Friedman para más de dos muestras no independientes).

Efecto de los tratamientos

Considerando separadamente las dosis de aplicación baja y normal, existieron diferencias significativas entre tratamientos de herbicida para todas las variables medidas un mes después de la aplicación de los herbicidas (tabla 2).

Tabla 2. Grado de significación del tratamiento fitosanitario según la dosis de aplicación y la fecha de muestreo tras la aplicación (prueba estadística no paramétrica de *Kruskal-Wallis* para más de dos muestras independientes; g.l.=5).

Las dos últimas columnas muestran las variables en que los tratamientos fitosanitarios y fechas de muestreo señaladas mostraron diferencias significativas según la dosis de aplicación (prueba estadística no paramétrica *U* de *Mann-Whitney* para dos muestra independientes).

	Dosis normales			Dosis bajas			Herbicida mostrando diferencias significativas según la dosis ($p < 0,05$)	
	1 mes	7 meses	1 año	1 mes	7 meses	1 año	Herbicida	Muestreo con efecto
N								
Chi-cuadrado	16,54	2,11	3,66	18,28	6,75	10,2	---	---
Sig. asintót.	0,005	0,833	0,598	0,003	0,2397	0,069		
COB								
Chi-cuadrado	17,31	2,78	2,89	18,64	8,75	9,95	---	---
Sig. asintót.	0,003	0,733	0,716	0,002	0,119	0,076		
GRAM								
Chi-cuadrado	14,31	13,83	10,75	15,83	8,31	9,59	---	---
Sig. asintót.	0,013	0,016	0,056	0,007	0,139	0,087		
LEG								
Chi-cuadrado	17,9	18,65	18,66	20,81	18,48	18,28	Superormona-C	1 mes después
Sig. asintót.	0,003	0,002	0,002	<0,001	0,002	0,002		
OTRAS								
Chi-cuadrado	17,67	2,53	8,87	18,76	6,84	6,74	Asulam	1 mes después
Sig. asintót.	0,003	0,771	0,114	0,002	0,232	0,24		
HUE								
Chi-cuadrado	15,88	5,25	4,75	13,21	5,75	6,7	Asulam	12 meses después
Sig. asintót.	0,007	0,384	0,445	0,021	0,33	0,243		

En el caso de dosis bajas y un mes después de la aplicación, los herbicidas *Tordon 101*, *Banvel D* y *Rubiz* produjeron cambios significativos en todos los componentes del pasto con respecto a las parcelas control (prueba no paramétrica *U* de *Mann-Whitney* para pares de muestras independientes). En estos tres herbicidas aumentó la cobertura de gramíneos y huecos, disminuyó la cobertura de otras latifoliadas (hasta desaparecer en el caso del *Tordon 101*) y prácticamente desaparecieron el rabanillo y las leguminosas

(figura 2). Los otros dos herbicidas, *Asulam* y *Superormona-C*, no produjeron cambios significativos en el pasto, excepto por el aumento de huecos en el caso del *Asulam*.

Con dosis normales y un mes después de la aplicación de los herbicidas, *Tordon 101* y *Rubiz* produjeron resultados similares a los de sus aplicaciones con dosis bajas, con cambios significativos en todos los componentes de cobertura del prado. *Banvel D* a dosis normal se diferenció de su aplicación a dosis baja por la ausencia de incidencia significativa en las coberturas de rabanillo y de otras latifoliadas. Por su parte, *Asulam* a dosis normal no produjo ninguna diferencia significativa en la cobertura de los componentes considerados respecto a la situación control. Finalmente, *Superormona-C* a la dosis recomendada por el fabricante presentó las mejores respuestas en este muestreo, con erradicación del rabanillo, disminución del grupo de otras latifoliadas, aumento de la cobertura de huecos y ausencia de cambios apreciables en los grupos de graminoides y leguminosas (figura 2).

Más allá del primer muestreo un mes tras la aplicación de los herbicidas, el grupo de leguminosas fue el único componente del pasto con diferencias significativas según el herbicida utilizado (tabla 2). Los herbicidas que hicieron desaparecer prácticamente la población de leguminosas (*Tordon 101*, *Banvel D* y *Rubiz*) impidieron su regeneración en el plazo de estudio considerado en este trabajo, excepto *Banvel D* a dosis normal, que, un año después de su aplicación, alcanzó valores no significativamente diferentes a los del prado control. Este efecto más prolongado de muchos de los herbicidas utilizados sobre el grupo de las leguminosas indica la menor capacidad de este grupo de especies de regenerar su población tras desaparecer la mayoría de sus individuos, seguramente por estar formado en su totalidad por especies perennes, con una reproducción predominantemente vegetativa, y quizás con un escaso banco de semillas viables en el suelo (Reiné y Chocarro, 1993). Aunque la mayoría de las especies pertenecientes al grupo de graminoides también se caracterizan por ser perennes y reproducirse de forma eminentemente vegetativa, todos los herbicidas utilizados respetaron las coberturas de este grupo, de acuerdo a las características de sus principios activos.

Dentro de cada herbicida, existieron muy pocos casos de diferencias significativas en la cobertura de los distintos componentes del pasto según la dosis de aplicación (tabla 2). Es de interés observar que, para el herbicida *Superormona-C*, considerado el más positivo en cuanto a la mejora de la productividad del pasto (medida por el incremento de los grupos de graminoides y leguminosas y la erradicación del rabanillo), existieron diferencias según la dosis en la cobertura de leguminosas un mes después de su aplicación (tabla 2), con mayor cobertura para la dosis recomendada (figura 2).

CONCLUSIONES

De cara al control a corto y medio plazo de la invasión de rabanillo (*Raphanus raphanistrum*L.) en prados del litoral cantábrico, el herbicida comercial *Superormona-C* (2,4-D ácido 15% (esterbutilglicólico) + MCPA ácido 27% (esterbutilglicólico) [ec] p/v), sobre todo aplicado a su dosis recomendada, resultó el más eficaz, tanto en la práctica desaparición de plantas de rabanillo, como en conseguir una composición botánica de alta productividad y rica en leguminosas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITT, C.; MOLE, A.; KIRKHAM, F.; TERRY, A., 2003. *The herbicide handbook: guidance on the use of herbicides on nature conservation sites*. English Nature.

CHEAM, A.H., 1996. Wild radish: relating its biology to its resilience. En: *Wild Radish Workshop*, 8-10. Ed. D. LEMERLE y S. COREY. Australia (www.weeds.crc.org.au/documents/wild_radish.pdf).

REINÉ, R.; CHOCARRO, C., 1993. Relación entre el banco de semillas del suelo y la vegetación aérea en una comunidad pratense del Pirineo Central. *Pastos* **23(1)**, 89-100.

SPSS, 1999. *SPSS Base 9.0 Applications Guide*. SPSS Inc. Chicago, IL, Estados Unidos.

APROVECHAMIENTO INVERNAL PARA FORRAJE DE UN CULTIVO DE CARDO (*Cynara cardunculus* L.) Y VALORACIÓN DE SU INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA

I. DELGADO, M. J. OCHOA, F. MUÑOZ Y A. ALBIOL⁽¹⁾.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

Apartado 727, 50080 Zaragoza. idelgado@aragon.es

⁽¹⁾ Oficina Comarcal Agroambiental. Grañen (Huesca)

RESUMEN

En un cultivo de cardo (*Cynara cardunculus* L.) destinado a la producción de biomasa, se evaluó el forraje producido en el rebrote otoñal y la calidad del mismo, así como la incidencia que tendría su aprovechamiento por el ganado sobre la producción de biomasa. El estudio se llevó a cabo en la comarca del Somontano de Huesca, durante las campañas 2002/3 y 2003/4, en dos cultivos establecidos en 1998 y 2001, respectivamente. La producción media de forraje invernal fue de 4098 kg de materia seca ha⁻¹, con un contenido en proteína bruta de 10,11 %. La producción total de materia seca no fue significativa ($P>0,05$) en ambos tratamientos, 7901 kg de materia seca ha⁻¹ año⁻¹, pero el aprovechamiento invernal redujo la cosecha de biomasa en verano al 46 % de la que se hubiera obtenido sin el aprovechamiento forrajero de invierno.

Palabras clave: Cultivo alternativo no alimentario, cultivo forrajero, producción de forraje, valor nutritivo, secano.

WINTER FORAGE USE OF A CARDOON CROP (*Cynara cardunculus* L.) AND EVALUATION OF ITS EFFECT ON BIOMASS PRODUCTION

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the effect to using as forage the autumn regrowth of a cardoon crop (*Cynara cardunculus* L.) on annual biomass production. The study was carried out at the Somontano area in Huesca (Spain) during 2002/3 and 2003/4 on two crops established in 1998 and 2001 respectively. The average yield of winter forage was 4098 kg dry matter per ha per year with 10.11% crude protein contents. Total biomass yield per year was not significant ($P>0,05$) in both treatments, 7901 kg dry matter per ha, but summer biomass yield was reduced to 46% as a consequence of winter forage use.

Key words: Alternative crop for biomass, forage crop, forage yield, feeding value, rainfed land.

INTRODUCCIÓN

El cardo comestible (*Cynara cardunculus* L.) es una planta vivaz de porte alto y raíz pivotante profunda, lo que le faculta para resistir las sequías y vivir en suelos de escasa humedad, sobre todo si son algo profundos. Dada su capacidad para emitir renuevos, se ha utilizado para la alimentación del ganado en periodos de escasez de recursos forrajeros. Cuando se cultiva para la producción de forraje, se aprovecha habitualmente mediante siega en otoño y primavera e, incluso, en verano. El forraje es muy acuoso y apetecible por el ganado (Santos Arán, sin datar).

Como cultivo forrajero, la superficie ocupada en España es imprecisa. En el periodo 1955-1964 se recoge una superficie anual de 10 ha en secano. A partir de 1965 la superficie destinada al cultivo del cardo forrajero se engloba en los apartados “Cardo y otros” y “Otros cultivos forrajeros” con superficies que oscilan entre 1100 ha en 1961 y 8300 ha en 1989, el 75% de ellas en regadío. Se exceptúan dos periodos en los que la superficie ocupada fue muy elevada, 1965-1969, con superficies que alcanzaron las 55 000 ha por razones que se desconocen, y el último periodo, 1998-2001, en el cual las superficies se van incrementando hasta alcanzar 41 300 ha atribuibles, posiblemente, a la Política Agraria Comunitaria (PAC) que subvenciona los cultivos alternativos en las tierras abandonadas (Ministerio de Agricultura, 1955-2004).

El cultivo del cardo en secano para la producción de energía u otros usos no alimentarios como pasta de papel, está siendo fomentado en la actualidad en el marco de PAC. El cardo como cultivo no agroalimentario es interesante dado que además de ser una planta mediterránea de secano, es perenne y su aprovechamiento se realiza en verano cuando se emiten los escapos florales, por lo que el contenido en agua en el momento de la cosecha es del 10-15%, lo que reduce los costes de transporte. En invierno, el cultivo lo pasa en estado de roseta, pero si se producen fuertes heladas, la parte aérea se hiela y puede perderse (Fernández *et al.*, 1996; Ochoa y Fandos, 2003).

Ello ha sugerido el aprovechamiento de los rebrotes otoñales del cardo por el ganado ovino. Si la raíz no muere y la planta vuelve a rebrotar dentro del mismo ciclo, podría ser de interés para el ganadero aprovechar dichos rebrotes, evitando que se pierdan por el frío, y destinarlos a la alimentación del ganado ovino. La finalidad de este experimento fue determinar si un pastoreo controlado o la siega en invierno supone un descenso en el vigor y en la producción de biomasa en verano.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en dos campos de cultivo en secano, en Montesa y Huerta del Vero (comarca del Somontano de Huesca), durante las campañas 2002/03 y 2003/04.

Las características climatológicas de las dos campañas en ambas localidades fueron muy similares. En 2002/03, la temperatura media máxima fue de 20,6 °C, la temperatura media mínima de 8,9 °C, la temperatura mínima absoluta de -7°C y precipitación anual de 549,8 mm; en 2003/04, hubo 18,4 °C, 7,4 °C, -6 °C y 629,5 mm, respectivamente.

Las características edafológicas de las parcelas donde se realizaron los ensayos fueron en Montesa, suelo de textura franca, no salino, pH al agua, 7,25 y contenidos bajo en

fósforo y medio en potasio asimilable; en Huerta del Vero, textura franco-arenosa, no salino, pH al agua 7,61 y contenido medio en fósforo y potasio asimilable.

La siembra de los campos se efectuó en golpes, una semilla cada siete centímetros con sembradora de sorgo en líneas separadas 75 cm, el 2 de marzo de 1998, en Montesa, y el 21 de marzo de 2001, en Huerta del Vero. Como abonado de fondo se aportaron 200 kg ha⁻¹ de complejo 15-15-15 y la misma cantidad, en cobertera, los años siguientes, durante el invierno. A las tres semanas de la siembra se realizó una aplicación de herbicida compuesto por una mezcla en materia activa de 0,7 kg de linurón y 1,4 kg de alacloro ha⁻¹. El año de siembra se aclararon las parcelas hasta dejar una densidad de 20 000 plantas ha⁻¹. Cada año se realizaron dos a tres tratamientos insecticidas contra casida (*Cassida defflorata*) con productos comerciales conteniendo, organofosforados o piretroides.

El establecimiento de los ensayos para la evaluación de la producción de forraje invernal se realizó en el verano de 2002. Para ello se marcaron seis parcelas al azar dentro de cada campo. Cada una de ellas estuvo formada por ocho surcos de seis metros (36 m²), de los cuales sólo se evaluaron tres metros en los cuatro surcos centrales (9 m²), quedando una orla de 1,5 m como bordura. Tres parcelas de cada campo se segaron en invierno con desbrozadora mecánica, a lo largo del mes de diciembre, después de las primeras heladas. El forraje se transportó en sacos de plástico hasta el laboratorio y se secó en estufa ventilada a 60 °C hasta peso constante, para estimar la producción de materia seca (MS) y determinar la composición química del forraje: contenido en proteína bruta (PB), fibra ácido-detergente (FAD), fibra neutro-detergente (FND) y lignina ácido-detergente (LAD), según las normas A.O.A.C. (1990) y Goering y Van Soest (1970). Las tres parcelas restantes se consideraron testigos y no se evaluaron en invierno. En Montesa, se permitió la entrada del ganado en invierno para pastorear el resto de la parcela, una vez se habían protegido los testigos con mallas eléctricas. En Huerta del Vero, las borduras se segaron y no se permitió la entrada de ganado en ningún momento. A las parcelas segadas se les aportó en cobertera 30 kg ha⁻¹ de N₂ en forma nítrico-amoniaco, en febrero. Todas ellas se segaron en verano, a lo largo del mes de julio, para determinar la producción de biomasa.

El análisis estadístico de los resultados se efectuó mediante el paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de MS, obtenida con los diferentes tratamientos, se presenta en la Tabla 1.

La producción media de forraje invernal no fue significativa ($P > 0,05$) en función del año, 4098 kg de MS ha⁻¹, pero la localización del ensayo fue altamente significativa ($P < 0,001$), 5135 y 3059 kg de MS ha⁻¹ en Huerta del Vero y Montesa, respectivamente.

La producción anual de MS (forraje invernal + biomasa final o solo biomasa final) no fue significativa ($P > 0,05$) en función del tratamiento ni del año, 7901 kg de MS ha⁻¹, pero fue altamente significativa ($P < 0,001$) la localización del ensayo, 10 995 kg y 4806 kg de MS ha⁻¹ en Huerta del Vero y Montesa, respectivamente.

Aunque la producción anual de biomasa no fue significativa, la obtenida en verano fue superior significativamente ($P < 0,01$) en los tratamientos no aprovechados previamente como forraje invernal, 8091 kg vs 3613 kg de MS ha⁻¹.

La producción de forraje invernal, lo mismo que la producción de biomasa en verano, varían considerablemente en función de la localidad, el año de cultivo o el régimen de lluvias, según se aprecia en la bibliografía consultada (Fernández *et al.*, 1996; González *et al.*, 1996; Lezáun *et al.*, 1999). Los resultados obtenidos en este experimento fueron inferiores, hasta un 50%, a los presentados por Fernández *et al.* (1996) en Madrid, Lezáun *et al.* (1999) en Tafalla (Navarra) y Romero *et al.* (1997) en Albacete, y superaron en un 20% los obtenidos por González *et al.* (1996) en Badajoz, lo que justifica la necesidad de realizar experimentos localizados en las áreas donde se vaya a implantar dicho cultivo. En nuestro experimento, la localidad incidió significativamente en todas las estimaciones de MS. Ello pudo deberse al agotamiento del cultivo en Montesa, de cinco años de antigüedad al iniciarse el experimento, mientras que en el ensayo de Huerta del Vero era su segundo año productivo. El cardo es un cultivo esquilante del suelo y, aunque se aportó abono en cobertera, no se efectuaron labores de escarificación para facilitar la penetración del abono ni del agua de lluvia, ni se aplicaron herbicidas en los años siguientes al de siembra, todo lo cual pudo contribuir a un agotamiento progresivo del cultivo. El año no afectó a la producción de MS, dado que las condiciones climatológicas fueron bastantes similares en ambas campañas.

Tabla 1. Producción total de materia seca y del rebrote otoñal de un cultivo de cardo (*Cynara cardunculus*) aprovechado o no para forraje invernal en Montesa (Huesca) y Huerta del Vero (Huesca) durante 2003 y 2004

Tratamiento		Invierno	Verano	Total
		Kg MS/ha	Kg MS/ha	Kg MS/ha
Año	2002/03	3771	3319	7090
	2003/04	4423	4289	8712
Significación		NS	NS	NS
Localización	Montesa	3059	1747	4806
	Huerta del Vero	5135	5860	10995
Significación		***	***	***
m.d.s. 5%		745,8	2633,7	2686,9
Tratamiento	Forraje invernal + biomasa	4098	3613	7711
	Solo biomasa	-	8091	8091
Significación			**	NS
m.d.s. 5%		-	2633,7	-
Inter. Año x Loc.		NS	NS	NS
Inter. Año x Trat.		-	NS	NS
Inter. Loc. x Trat.		-	NS	NS

MS = Materia seca; NS = P>0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

Cuando la finalidad del cultivo es la producción de biomasa, el aprovechamiento invernal del rebrote otoñal la reduce considerablemente, ya que debilita la capacidad de rebrote (Fernández *et al.*, 1996). En nuestro experimento el aprovechamiento invernal la redujo a la mitad, a pesar de que se realizó después de haber tenido lugar las primeras heladas y las plantas no segadas mostrasen el follaje totalmente seco como consecuencia de aquellas, por lo que sería desaconsejable el aprovechamiento invernal.

En la Tabla 2 se presenta el análisis químico efectuado al forraje invernal. Ningún parámetro fue afectado por el año de muestreo ni por la localización, salvo el contenido en PB que fue significativamente superior en Huerta del Vero, 10,95% vs 9,27%. El contenido en FND, FAD y LAD fue de 26,38%, 18,37% y 2,36% respectivamente.

Tabla 2. Composición química del rebrote otoñal de un cultivo de cardo (*Cynara cardunculus*) aprovechado como forraje invernal en Montesa (Huesca) y Huerta del Vero (Huesca) durante 2003 y 2004

Tratamiento		% PB	% FND	% FAD	% LAD
Año	2002/03	10,30	27,52	18,99	2,62
	2003/04	9,91	25,23	17,74	2,11
Significación		NS	NS	NS	NS
Localización	Montesa	9,27	27,76	19,22	2,56
	Huerta del Vero	10,95	24,99	17,51	2,16
Significación		**	NS	NS	NS
m.d.s. 5%		1,286	-	-	-
Inter. AñoxLoc.		NS	NS	NS	NS

PB = Proteína bruta; FND = Fibra neutro-detergente; FAD = Fibra ácido-detergente; LAD = Lignina ácido-detergente; NS = P>0,05; ** = P<0,01

Como se puede apreciar el forraje presenta un alto valor nutritivo como consecuencia de los bajos valores en fibra y lignina, aunque su contenido en PB es insuficiente y requeriría una suplementación de otro alimento o aditivo como urea para elevar el contenido en nitrógeno, según sugieren Cajarville *et al.* (1999). Estos autores obtuvieron valores superiores en PB, 14,40%, pero similares en FND, FAD y LAD con 25,15%, 16,35% y 3,02%, respectivamente; estimaron, asimismo, la digestibilidad de la materia orgánica del cardo planta entera, 86,1%. Los resultados obtenidos por Romero *et al.* (1997) fueron: 14,34% de PB, 38,39% de FND, 25,10% de FAD, 9,28% de LAD y 85,1% la digestibilidad de la materia orgánica.

El cultivo del cardo para forraje presenta una posibilidad interesante para los secanos, dado que constituye una cantidad importante de forraje verde utilizable en invierno y primavera, bien en forma directa o ensilado. En el pastoreo realizado al cultivo de cardo

en Montesa, no se apreciaron efectos perjudiciales en el rebrote o en la persistencia del cultivo como consecuencia del mismo, aunque ello requeriría realizar ensayos específicos sobre la incidencia del pastoreo. No obstante, no se considera recomendable el aprovechamiento mixto para forraje y biomasa.

CONCLUSIONES

El aprovechamiento del rebrote otoñal para forraje de un cultivo de cardo destinado a la producción de biomasa, redujo esta producción al 46% de la cosecha final, por lo que esta práctica no se considera recomendable para la producción de biomasa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a J.A. Tanco Salaverri, A. I. López Martínez, A. Legua Pérez y T. Fustero Montañés su colaboración técnica. Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto INIA: RTA-02- 05-C6-5.

BIBLIOGRAFÍA

A.O.A.C., 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Arlington, USA.

ARÁN, S. (sin datar). *Cultivos forrajeros y alimentación del ganado*, 198-203. Colección "Biblioteca Pecuaria". Santos Arán (Ed.), Madrid.

CAJARVILLE, C.; GONZALEZ, J.; REPETTO, J.L.; RODRIGUEZ, C.A.; MARTINEZ, A., 1999. Nutritive value of green forage and crop by-products of *Cynara cardunculus*. *Annales de Zootechnie*, 48 (5), 353-365.

FERNÁNDEZ, J.; HIDALGO, M.; DEL MONTE, J.P.; CURT, M.D., 1996. Aprovechamiento del cardo (*Cynara cardunculus* L.) para la producción de biomasa lignocelulósica, aceite y forraje verde. *ITEA* (vol. Extra), 17, 49-56.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analyses. *Agricultural Handbook*, nº 379. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture. Washington, E.E.U.U.

GONZALEZ, J.; PEREZ, F.; AYUSO, A.; PEREZ, F.J., 1996. Productividad de seis líneas de *Cynara cardunculus* L. en Extremadura. *ITEA* (vol. Extra), 17, 43-48.

LEZAUN, J.A.; GOÑI, J.; ARMESTO, A.P.; LAFARGA, A. 1999. *Cynara*, un nuevo cultivo para la producción de energía. *Navarra Agraria*, enero-febrero, 24-27.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1955-2004. Anuarios estadísticos de la producción agraria. Ed. M.A.P.A., Madrid.

OCHOA, M.J.; FANDOS, A., 2003. Evaluation of vegetable cardoon (*Cynara cardunculus* L.) populations for biomass production under rainfed conditions. *Acta Horticulturae*, 660, 235-240.

ROMERO, M.J.; OTAL, J.; LORENZO, I.; PEREZ, J.I., 1997. utilización del cardo (*Cynara cardunculus*) como forraje de invierno en ganado ovino. Composición química y digestibilidad *in vivo*. Resultados preliminares. *ITEA*, vol Extra, 18, 46-48.

SAS, 1999. *SAS user's guide: Statistics versión 6.12*. SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA.

**INFLUENCIA DE LA FECHA Y DEL MÉTODO DE CONSERVACIÓN
EN LA BAJA CALIDAD DE LOS FORRAJES CONSERVADOS
EN LA DEHESA DE EXTREMADURA**

M. J., POBLACIONES, L. OLEA, E. M. FERRERA, F. J. VIGUERA Y J. L. GIL.

Dpto. de Biología y Producción de los Vegetales.
Escuela de Ingenierías Agrarias. Apdo. 311.
Universidad de Extremadura. Badajoz.

RESUMEN

Los pastos de la dehesa se caracterizan por una producción irregular a lo largo del año y entre años, con carencias importantes en invierno y en verano que son necesarias suplementar. Para ello, se suelen utilizar forrajes conservados (avena forrajera, veza-avena, etc). Siendo en la dehesa el cultivo más utilizado el de avena forrajera, con resultados de baja calidad del forraje conservado por el método tradicional (paca pequeña segado con peine).

En el presente trabajo se evaluó la influencia de la fecha de siega y el método de conservación en la calidad nutritiva de la avena forrajera conservada, así como las variaciones en calidad transcurrido un periodo de un mes desde la fecha de conservación.

Los resultados indican que la conservación temprana produce un forraje de mayor calidad, es decir, de mayor porcentaje de proteína bruta y menor de fibra ácido detergente. Esta calidad disminuye cuando se almacena, independientemente de la fecha de cosecha y del método de conservación empleado. Segar con acondicionadora y conservar con microsilo es el mejor método para la conservación del forraje de avena.

Palabras clave: avena, proteína bruta, fibra ácido detergente.

**INFLUENCES OF THE DATE AND THE CONSERVATION METHOD
IN THE DROP QUALITY OF THE FORRAGES CONSERVED
IN THE DEHESA OF EXTREMADURA**

SUMMARY

Dehesa pastures are characterized by both an irregular production both within and among years, and by a low production in winter, and in summer which is necessary to be supplemented with conserved forages like forage oat and veza-oat. In dehesa the forage oat cultivation is the most frequent but the traditional method used in its conservation provides a low quality foraje.

In the present study the influence of both the harvest date and the conservation method was evaluated in relation with the nutritional quality of the conserved forage oat with the goal of evaluating the quality variations during the following month after conservation.

Results showed the early conservation to produce bigger quality forage, that is to say, the percentage of gross protein was greater and acid detergent fiber was lower. The quality was going down when it is stored, without regard to harvest date or the conservation

method performed. The best conservation method for the oat forage was reaping with conditioners and conserving with microsiló.

Key words: oat, brute protein, detergent acid fiber.

INTRODUCCIÓN

La dehesa es un ecosistema del S.O. de la Península Ibérica que ocupa una extensión, entre España y Portugal, de unos 3,5 millones de ha, difíciles de delimitar, e incluso de definir. De acuerdo con lo indicado en el Nomenclator Básico de Pastos de España (Ferrer *et al.*, 2002), existen en Extremadura unas 1,3 millones de ha.

Los pastos de la dehesa constituyen la fuente alimenticia extensiva primaria en estos ecosistemas. Sin embargo tienen una producción irregular a lo largo del año, con carencias importantes en invierno y verano que es necesario suplementar (Olea *et al.*, 1989; Poblaciones *et al.*, 2004), siendo la forma más común, la de sembrar cultivos forrajeros herbáceos, generalmente avena, que se conservan tradicionalmente mediante henificado, siguiendo el método de siega con barra (peine), pacas de 20-25 kg de peso. Su conservación es fácil, aunque como se ha puesto de manifiesto en diferentes trabajos, su calidad es muy limitada (Quintana y Prieto, 1984; Viguera y Olea, 1998; Viguera *et al.*, 1999).

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar si la fecha de siega y el método de conservación influyen en la calidad de la avena forrajera, así como la evolución en la conservación de la proteína bruta y de la fibra ácido detergente al mes de almacenarlo según las variables anteriores.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo durante los años agrícolas 2002/03 y 2003/04 en una dehesa típica de Extremadura situada en Jerez de los Caballeros. Se sembró Avena forrajera *var. Fragance*. El diseño estadístico fue de bloques al azar en split plot doble, con tres repeticiones resultando un total de 36 parcelas elementales de 50x20 m². Las variables estudiadas fueron: Fechas de conservación: Principio de mayo, mitad de mayo y principio de junio. A los 30 días de cada una de estas tres fechas se realizó una medición para controlar los cambios en la calidad del forraje conservado y almacenado; Técnicas de conservación: Pacas tradicionales con segadora simple (peine); rotopaca con siega con acondicionadora; microsiló con siega con segadora simple (peine); microsiló con siega con acondicionadora. Se determinó la proteína bruta (PB) mediante NIRS, la fibra ácido detergente (FAD) usando el Fiber Analyzer Ankon 8-98 y producción mediante el corte de un cuadrado de 1x1 m², y extrapolando el resultado a la parcela total.

Características edafológicas. En la tabla nº 1, se observa como el ensayo se situó, los dos años estudiados, en suelos de pH ácido, pobres en materia orgánica y fósforo y de textura franco-arenosa. Por lo tanto no debe atribuirse a las características del suelo las diferencias en el comportamiento de los ensayos/año.

Tabla n° 1. Textura, pH en agua (1:2,5), Materia orgánica y P del suelo.

Año	Textura	pH (1:2,5)	Materia Orgánica %	Fósforo (Olsen) ppm
Octubre 2002	Franco-arenosa	5,49	1,4	4,2
Octubre 2003	Franco-arenosa	5,34	2,1	3,1

Características meteorológicas. En la tabla n° 2 se indican los datos de los dos años de estudio y del año medio (30 años) observándose como ambos años estudiados fueron más secos que el año medio a esperar, con pluviometrías de otoño y primavera también inferiores a la media. El primer año fue más seco aún, con una primavera especialmente seca, sin embargo, el invierno fue muy lluvioso (≈ 290 mm). El segundo año fue más normal en su reparto de otoño y primavera pero con un invierno muy seco.

Tabla n° 2. Precipitación estacional y total y temperatura mínima del mes más frío (Diciembre).

Año	Precipitación (mm)			Tª mínima (°C)
	Otoño	Primavera	Total	
2002/03	166	99	555	0,6
2003/04	229	125	491	3,1
Año medio	269	211	681	3,8

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Producción de materia seca. El objetivo más importante de este trabajo ha sido analizar la calidad, sin embargo se han determinado también producciones en las fechas de conservación (principio de mayo, mitad de mayo y principio de junio), no existiendo diferencias significativas entre las tres fechas de cosecha.

2. Calidad. Se determina la calidad de la biomasa a conservar mediante el análisis de la proporción de proteína bruta (PB) y de fibra ácido detergente (FAD).

2.1. Influencia de la fecha de conservación. En la tabla n° 3 se indica las calidades medias de forraje de los años de estudio en las tres fechas de conservación. La biomasa de mayor calidad se consigue con la conservación más temprana, disminuyendo significativamente esta calidad cuando se retrasa la conservación. Existen diferencias significativas entre la PB de las tres fechas de conservación, mientras que en lo que a la proporción de FAD sólo se aprecia menor fibra significativamente entre primeros de mayo y las otras dos fechas, aunque no entre éstas.

Tabla n° 3. Influencia de la fecha de conservación en la calidad.

Fecha de conservación	P B %	FAD %
Principios de mayo	8,6a	18,1b
Mediados de mayo	8,0b	19,3a
Principios de junio	7,3c	19,4a

*Letras diferentes representan la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

2.2. Influencia del método de conservación. En la tabla nº 4 se indica la calidad media de los dos años del forraje conservado con los cuatro métodos empleados.

En ella se observa como con el microsilo se consigue un forraje significativamente con mayor PB que utilizando rotopaca o pacas tradicionales. Sin embargo cuando se utiliza acondicionadora el forraje tiene menos FAD que cuando se utiliza con peine. El efecto de rotura en el momento de la siega de tallos y hojas, con salida más rápida del agua, como sucede segando con acondicionadora, produce un forraje con menor FAD.

Tabla nº 4. Influencia del método de conservación en la calidad del forraje.

Método de conservación	PB (%)	FAD (%)
Microsilo con peine	8,3a	19,1a
Microsilo con acondicionadora	8,3a	18,4b
Rotopaca con acondicionadora	7,8b	18,9ab
Paca con peine	7,6b	19,1 ^a

*Letras diferentes representan la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

La combinación de siega con acondicionadora y rotopaca no diferencia su FAD de los otros métodos. Por lo tanto, el mejor método, atendiendo a la P.B. y a la FAD, es segar con acondicionadora y conservar con microsilo.

En todos los casos los índices de calidad son buenos, suficientes para rumiantes en pastoreo (A.R.C., 1968), y por encima de valores para estos cultivos de avena en áreas de dehesa obtenidos por los métodos tradicionales (Viguera *et al.*, 1999; Ferrera *et al.*, 2001 y Pascual *et al.*, 1998).

2.3. Influencia del almacenado. En la tabla nº 5 se indica la calidad del forraje medio de los dos años en el momento de la conservación y cuando lleva el forraje un mes almacenado. Se aprecia una disminución significativa de la calidad, tanto por la disminución de la PB como por el aumento de la FAD. Sin embargo, valores menores de 7,7% de PB aún son superiores a los obtenidos por Pascual *et al.* (1998) y Viguera *et al.* (1999) en condiciones similares con el procedimiento tradicional.

Tabla nº 5. Evolución de la calidad del forraje almacenado.

Fecha de análisis	P. B. %	FAD %
Momento de conservación	8,3a	17,9b
30 días de almacenaje	7,7b	19,9a

*Letras diferentes representan la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

2.4. Interacción fecha de conservación y almacenaje. En la figura nº1 se aprecia, en los dos años, que a los 30 días de almacenamiento y en las tres fechas de conservación, prácticamente existe la misma proporción de pérdida de PB y el mismo de FAD, aunque se mantenga la biomasa aún con calidad suficiente para rumiantes en extensivo.

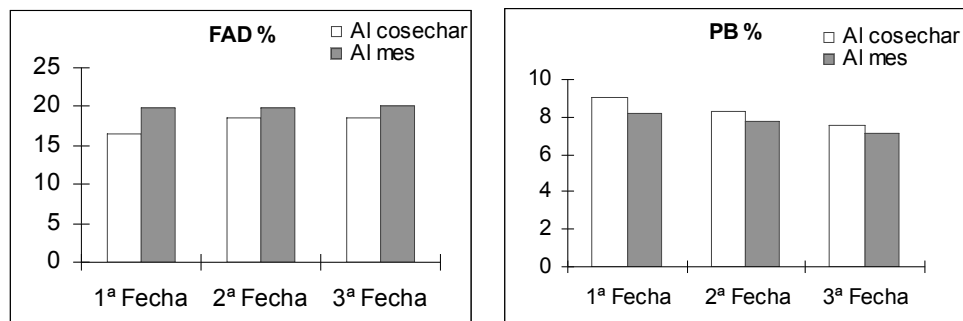


Figura 1. FAD y PB según las fechas de conservación y almacenaje.

*Letras diferentes representan la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

2.5. Interacción método y fecha de conservación. En las figuras nº 2 y nº 3 se representan para la PB y la FAD, la interacción entre el método y la fecha de conservación en los dos años. El sistema tradicional (siega con peine y paca pequeña) es el que peor se comporta en cualquier fecha de conservación, en lo que a calidad del forraje se refiere.

Mediante el sistema de conservación con segadora acondicionadora y conservando mediante microsilo se consigue la mejor calidad de la biomasa en todas las fechas.

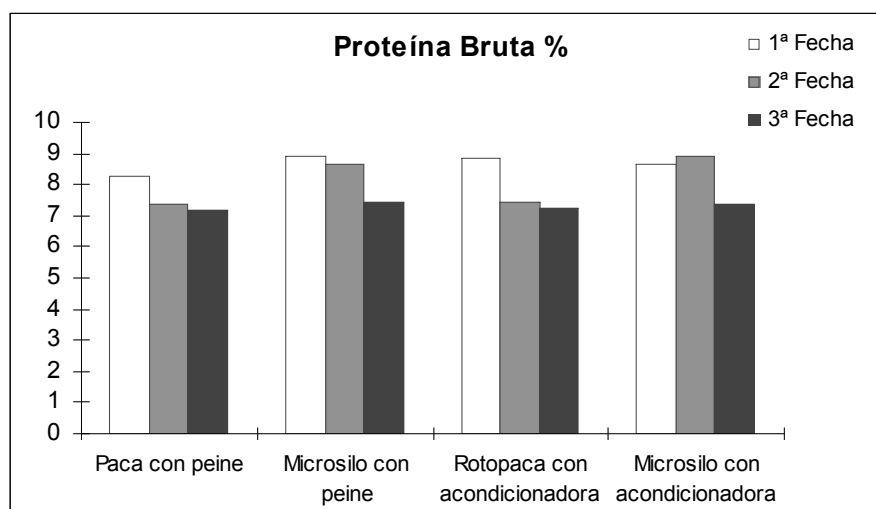


Figura 2. P. B. según el método de conservación y la fecha de la misma.

*Letras diferentes representan la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

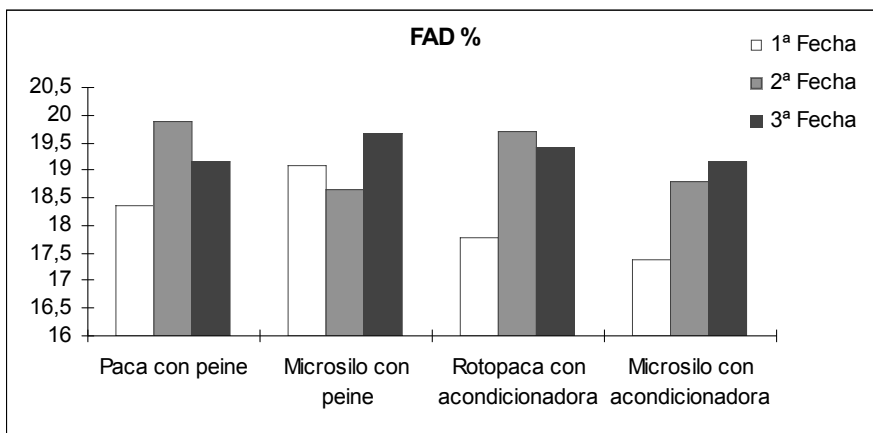


Figura 3. FAD según el método de conservación y la fecha de la misma.

*Letras diferentes representan la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

La combinación acondicionadora con microsilo en la primera fecha (principios de mayo) supera significativamente tanto en P.B. como en FAD a los forrajes conservados con cualquier otro procedimiento en la tercera fecha (principios de junio).

2.6. Método de conservación y almacenaje. En las figuras nº 4 y nº 5 se indican estas interacciones en los dos años. Se produce una disminución de la calidad cuando se almacena, apreciando que no hay comportamientos diferentes según el método. Las mejores calidades se obtienen con la siega con acondicionadora y la conservación con microsilo, y la peor con peine y paca tradicional.

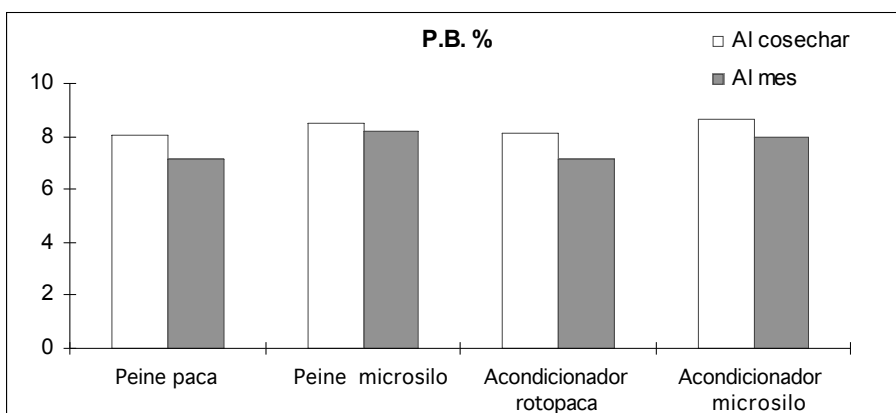


Figura 4. PB según el método de conservación y la diferencia de fecha de recogida de la muestra.

*Letras diferentes representan la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

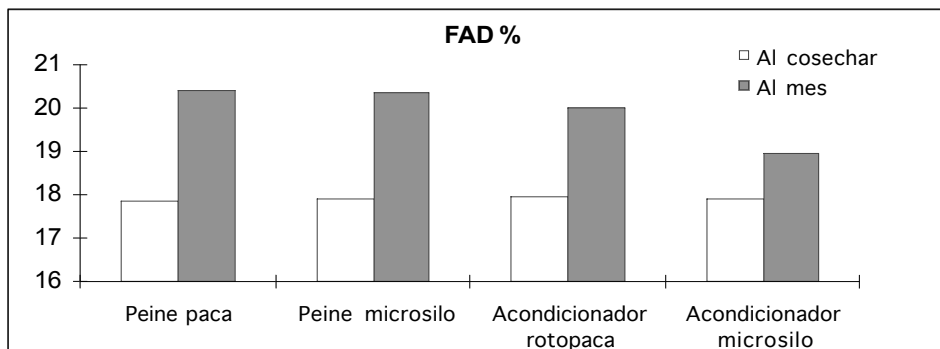


Figura 5. FAD según el método de conservación y la diferencia de fecha de recogida de la muestra.

*Letras diferentes representan la existencia de mínima diferencia significativa, con $P < 0.05$.

CONCLUSIONES

Se trata de datos de dos años, de un proyecto programado a tres años pero puede concluirse:

1. La conservación temprana produce un forraje de mayor calidad, segar y conservar el forraje a principios de mayo produce una biomasa de mejor calidad.
2. La mayor calidad del forraje conservado de avena forrajera se obtiene segando con acondicionadora y conservando con microsilo.
3. En el almacenaje se produce una disminución de la proteína bruta y un aumento de la fibra ácido detergente.
4. Ni la fecha de conservación ni el método influyen en la disminución de la calidad en el almacenaje.

Como resumen puede afirmarse que el forraje conservado con microsilo y acondicionadora a principios de mayo, es el de mejor calidad independientemente del método y de la fecha de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. Domingo Bozas, propietario de la Finca “La Pizarrilla de Yañez” por su colaboración así mismo al Técnico de la Junta de Extremadura, José Antonio Villalba, sin el cual sería imposible la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL., 1968. Necesidades nutritivas de los animales domésticos. Nº 2. Rumiantes. Edit. Académica León. pp. 1-380.

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A. Y OLEA, L., 2002. Nomenclator básico de pastos en España. *Pastos*, **XXIX (2)**, 7-44.

FERRERA, E.; VIGUERA, J.; OLEA, L.; COLETO, L Y ESCRIBANO, M., 2001. Análisis de grasa y proteína bruta en henos mediante técnica de espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIRS). En Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP. pp 93-97. Ed. XXVIII Jornadas Científicas y VII Internacionales de la Sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia. Badajoz. España.

OLEA, L.; PAREDES, J.; Y VERDASCO, M.P., 1989. Características productivas de los pastos de la dehesa del S.O. de la Península Ibérica. En Actas de la XXIX Reunión de la SEEP.

OLEA, L. Y VIGUERA, J., 1998. Pastizales y cultivos. En: La dehesa. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Ed: Agrícola Española S.A. pp. 95-114. España.

PASCUAL, M.J.; VIGUERA, J.; OLEA, L.; MARTÍN, J. Y FERRERA, E., 1998. Necesidad de mejorar la calidad de los henos producidos en la dehesa de Extremadura. En actas del Congreso Europeo de Agricultura Sostenible en Ambientes Mediterráneos. España

POBLACIONES, M. J.; LÓPEZ-BELLIDO, R.; OLEA, L. Y BENITO, C., 2004. Evaluation of the production of acorn of the oak (*Quercus ilex Lam. ssp. ballota*) from the southwest of Extremadura (Spain). En actas del Congreso Internacional de Silvopastoralismo y manejo sostenible. pp. 97. Lugo. España.

QUINTANA, J.A. Y PRIETO, P.M., 1984. El papel de los forrajes en la dehesa. En: Curso sobre pastos y ganadería extensiva de Extremadura. E.I.A. UEX. Ed. pp. 175-190. Badajoz. España.

SALCEDO, G., 1998. Valor nutritivo y degradabilidad de la *Avena sativa* y *Vicia sativa*. Revista Pastos XXVIII (1). pp 71-85. SEEP. Madrid. España.

VIGUERA, J.; PASCUAL, M.J.; OLEA, L. Y MARTÍN, J.A., 1999. Calidad de los henos producidos en la dehesa de Extremadura. Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP. pp. 297-303. Almería. España.

VIGUERA, J. Y OLEA, L., 1998. Calidad del pasto para rumiantes de la dehesa del sur-oeste de la Península Ibérica. Actas de la XXVII Reunión Científica de la SEEP. pp. 161-164. Soria. España.

DESARROLLO VEGETATIVO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA COQUIA (*Kochia scoparia*) BAJO CONDICIONES DE BOSQUE MUY SECO TROPICAL

Y. GODOY¹, R. RAMÍREZ¹, J. R. ALLUÉ² Y J. CIRIA².

¹Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto. Venezuela.
E.U.I. Agrarias. Universidad de Valladolid. Campus Universitario. 42004 Soria.

RESUMEN

Con objeto de evaluar el desarrollo vegetativo de la *Kochia scoparia*, su composición química y capacidad de adaptación a condiciones tropicales, se realizó un ensayo en el Campo de Riego del Núcleo "Hector Ochoa Zulueta" de la UCLA (zona bioclimática de bosque muy seco tropical). Se evaluó el desarrollo vegetativo identificando 60 plantas escogidas al azar y midiendo: altura, ramificación y momento de floración. Se realizó el análisis químico de las plantas a las 14 semanas. La altura media de las plantas al momento de corte fue de 21 cm, la ramificación se vio afectada por el escaso desarrollo vegetativo y acelerado momento de floración, contradiciendo los resultados obtenidos por diferentes autores en México. Del análisis bromatológico se obtiene: PB: 15,98%; MS: 96,55%; FND: 63,12%; FAD: 37,15%; Cenizas: 26,45%, en la línea de otros investigadores. Se concluyó que el comportamiento vegetativo de la planta puede deberse a una situación de estrés provocado por la luminosidad y temperatura de la latitud ecuatorial, muy diferente a la de su zona de origen. La *Kochia* se considera, a pesar de todo, como una opción forrajera en Venezuela por su valor nutritivo, siempre y cuando se obtengan mejoras en los rendimientos.

Palabras clave: forrajes, trópico, Venezuela.

VEGETATIVE DEVELOPMENT AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE COQUIA (*Kochia scoparia*) UNDER LOW CONDITIONS OF A VERY DRY TROPICAL FOREST

SUMMARY

With the aim of evaluating the vegetative development of the *Kochia scoparia*, its chemical composition and capacity of adaptability under tropical climatic conditions, a study was carried out in the Field of Watering of the Nucleous "Héctor Ochoa Zulueta" of the U.C.L.A. (which is a bioclimatic place of very dry tropical forest). The vegetative development was evaluated from 60 plants chosen at random and measuring height, ramification and flowering moment. Moreover it was achieved the chemical analysis of the plants with 14 weeks. The height average of the plants at the cutting moment was 21 centimetres, the ramification was affected by the scarce vegetative development and speedy flowering moment, contradicting the results obtained by different authors in Mexico. From the bromatologic analysis it is obtained that PB: 15,98%; MS:96,55%; FND: 63,12%; FAD: 37,15%; Ash: 26,45%, in accordance with other investigators.

It was concluded that the vegetative behaviour of the plant could have due to a stress situation caused by the brightness and temperature of the equatorial latitude, very different

from the one where the plant is originated. The *Kochia* is considered, even so, as a forage option in Venezuela due to the quality of the nutrition value, provided that better yields are obtained.

Key words: forage, tropical, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Venezuela ha obtenido logros significativos en la mejora de los sistemas de producción ganadera basándose principalmente en el estudio de gramíneas y leguminosas forrajeras. Sin embargo, el desarrollo de estos pastos y sus componentes bromatológicos varían a través del año por efecto de las lluvias y disponibilidad de nutrientes. Por ello es interesante seleccionar plantas de uso forrajero por su adaptación al entorno y al pastoreo para su posterior validación y transferencia a los sistemas de producción. Esa adaptación a las condiciones de clima, suelo, plagas y enfermedades es el punto de partida para cualquier programa de evaluación (Lascano, 1993).

Existe muy poca información en Venezuela con relación al estudio del potencial forrajero de la coquia y su utilización como alternativa para la alimentación animal. Considerando la *Kochia scoparia* como una especie forrajera de buena calidad alimenticia, con capacidad o afinidad para extraer sales, esta planta representa una de las opciones para hacer frente a la muerte del ganado por carencia de forraje; crece bien en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas (Anaya, 1996).

La coquia es originaria de la depresión salina de Barabinskaya, Novosibirsk en la región centro-sur de Asia y se estableció en América a principios de 1900. Fue reconocida en Dakota del Sur, Iowa y Kansas en 1930; se cultivó en Colorado a finales de 1930 y a principios de 1940, fue introducida en América del Norte como planta ornamental y en México es utilizada como forraje desde hace más de veinte años. Está reconocida como planta forrajera en diferentes países, entre ellos Australia, Argentina, Canadá, Estados Unidos, Israel, Italia, Reino Unido, España, México.... (Anaya, 1992).

Es una planta dicotiledónea, anual, de la familia Quenopodiaceae. Una de las características de la coquia es que incorpora el bióxido de carbono a través de la vía C-4 (Sánchez, 1994).

Los rangos de clima en los que se adapta varían de secos a subhúmedos, con precipitaciones entre 217 y 1418 mm anuales, y variaciones de temperatura media anual entre 12,7 y 28,0° C. Se encuentra en altitudes desde 0 m, hasta 4000 m (Anaya, 1996).

La salinidad del suelo en intervalos de 1,9 ds/m, pH de 7 a 8,5 y sodio intercambiable de 5 a 54% no son factores que afectan el rendimiento de la coquia. A medida de que el suelo es más salino y sódico, los balances iónicos de la planta favorecen la reducción de los oxalatos, por tanto la coquia encuentra en este tipo de tierras el medio ideal para su producción de forraje (Díaz, 1995).

El momento óptimo para el corte es al inicio de la floración, con lo cual se garantiza la obtención de un forraje de buena calidad nutritiva y reducir al máximo los niveles de nitratos y oxalatos en el forraje. El corte debe realizarse a 15 cm sobre el suelo para facilitar el rebrote, (Anaya, 1996). Díaz (1995), determinó el potencial productivo de la

coquia en suelos salinos, con diferentes fechas de siembra y con una salinidad mínima de 6,84 ds/m y una máxima de 10,69 ds/m; concluyó que el rendimiento se debe a la fecha de siembra y no al tipo de suelo, y que la mejor época de siembra fue el invierno y obtuvo una producción de 12, tn/ha de forraje verde.

Es un forraje de alta calidad nutritiva, principalmente en las primeras etapas de crecimiento, en el cual la Proteína Bruta es de 25% en el primer corte y disminuye en cortes siguientes, aumentando el porcentaje de Fibra Bruta. Ortiz *et al.*, (1988), compararon coquia henificada y coquia verde para determinar la digestibilidad ruminal de MS y PB. Los resultados mostraron que la digestibilidad de la MS en la henificada fue de 66,7%, y 51,3% en verde; pero la digestibilidad de PB fue mayor en la coquia verde que en la henificada (76,9 y 83,8%, respectivamente).

Presenta un alto contenido de proteína bruta y no presenta problemas de acumulación de nitratos durante el desarrollo vegetativo. Por los contenidos de oxalatos presentes, se puede utilizar como forraje en dietas para animales, pero recomendando no más del 35 % en rumiantes y 50% de la ración en dietas para equinos, cerdos y conejos.

Perales *et al.*(1999), evaluaron el efecto de la sustitución parcial de heno de alfalfa por el de coquia en la producción y calidad de la leche en cabras criollas en México, con niveles de sustitución de 20, 40, 60 y 100%. Con respecto a la producción de leche se encontró una similitud ($P > 0,05$) con los resultados obtenidos con el heno de alfalfa; pero las cabras alimentadas con 100% de coquia perdieron peso.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo vegetativo de *Kochia scoparia* bajo condiciones de bosque muy seco tropical, determinar la composición química, y analizar la adaptación en condiciones climáticas tropicales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo tuvo una fase de campo donde se evaluó el desarrollo vegetativo y la adaptabilidad de las plantas y otra de laboratorio donde se determinó la composición bromatológica. La primera se realizó en el Campo Experimental de Riego, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", estado Lara. La altitud es de 510 m, la pluviometría media anual de 658,3 mm, la evapotranspiración de 2048,1 mm, la humedad relativa del 70% y la insolación diaria media de 7,9 horas.

La potencialidad bioclimática de la zona corresponde con la transición entre Bosque Muy Seco Tropical y Bosque Seco Premontano como zona de vida, por lo que la misma constituye un medio propicio para la implantación de matorrales densos y raramente vegetación espinosa (López, 1995). El suelo es de textura Franco Arcillo Arenosa, pH de 7,3, muy baja salinidad 0,2 ds/m, baja materia orgánica 2,8%, con presencia de carbonatos de calcio superiores a 3000 ppm.

Para la preparación del terreno se utilizó un arado profundo y dos pases de rastra. Se trazaron surcos a 0,90 m de separación y la distancia entre plantas fue 15 cm, con 8 kg/ha de semilla. Se realizaron 5 repeticiones en parcelas de 80 m² (20 x 4 m).

Antes de la siembra (3 de febrero de 2004), se aplicó un riego de asentamiento. Luego se realizaron seis riegos con frecuencia de cuatro días, para garantizar condiciones óptimas de humedad durante la germinación y la emergencia. Posteriormente se realizó un

control manual de maleza, ya que la coquia presentó cierta indefensión frente a las malas hierbas, y en ensayos previos a la siembra, la coquia fue susceptible a las Triazinas, al Glifosato, al Pendimethalin y al Nicosulfuron.

Las plagas hicieron presencia cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 12 cm, causando daño a hojas, flores y brotes apicales, el control fue básicamente químico. Tanto los crisomélidos como los áfidos se presentaban esporádicamente facilitando su control de manera manual.

La evaluación del desarrollo vegetativo se llevó a cabo mediante un muestreo al azar de quince plantas por parcela, desde el 16 de febrero y a partir de esa fecha se realizaron semanalmente durante doce semanas, finalizando el 04 de mayo.

Las variables a medir fueron:

- a) Porcentaje de germinación previo al ensayo: se colocaron en diez bandejas cien semillas en cada una, con suelo proveniente del área de ensayo y se mantuvo en capacidad de campo durante dos semanas. El conteo se hizo siete días después de sembrada.
- b) Altura de las plantas: se midió desde la base hasta el ápice de cada planta identificada. Las mediciones y registros se realizaron semanalmente.
- c) Momento de la floración: se registró la fecha en que cada planta inició su floración.

La segunda fase se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición del Departamento de Producción Animal, Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Se realizó un muestreo al azar, (60 plantas) y debido a la poca altura alcanzada éstas fueron cortadas al ras del suelo, mezclados tallos, ramas y hojas lo más homogéneamente posible. Todas las plantas tenían 14 semanas de edad.

A las muestras se le realizaron las siguientes determinaciones: Materia Seca (MS) a 60° C y a 110° C, cenizas y proteína bruta según la AOAC (1984). Fibra Neutra Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD) según la técnica propuesta por Van Soest (1963).

Los datos fueron analizados mediante el modelo lineal general de análisis de varianza del programa SPSS, versión 10.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La germinación comenzó a partir del quinto día hasta catorce días después de la siembra, de manera diaria, a la misma hora 6:00 p.m. (Figura 1). El porcentaje promedio de germinación fue de 21, el valor mínimo 16 y máximo de 23 plantas germinadas. Según estudios realizados por Díaz (1995), el porcentaje de germinación de la coquia se encuentra por encima del cincuenta por cien cuando la salinidad del suelo es menor a 7,5 ds/m, y el presente estudio se realizó en un suelo con valor de salinidad de 0,2 ds/m. El mismo autor indica valores de germinación mayores a 80% cuando la salinidad es menor a 3ds/m y el suelo se encuentra en capacidad de campo. El pH del suelo del área de ensayo es de 7,3, por lo que se descarta que la germinación haya sido producto de un efecto del suelo. El bajo porcentaje de germinación obtenido se pudo deber a latencia en la semilla, viabilidad de las mismas o un efecto de la temperatura ambiental.

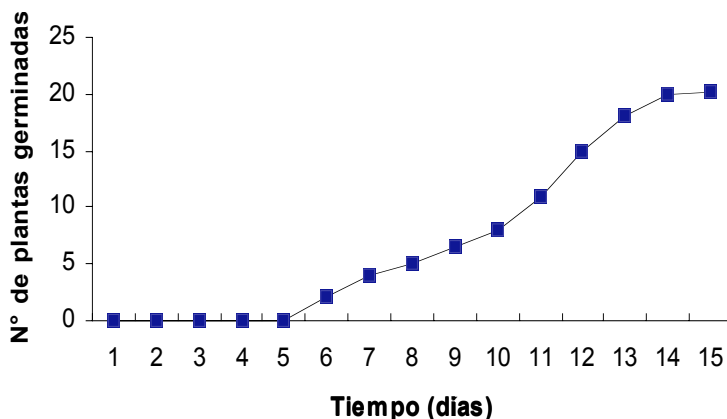


Figura 1. Curva de Germinación de la *Kochia scoparia*

La altura de las plantas estuvo siempre por debajo de los valores de referencia obtenidos por otros autores en otras latitudes, pues indican que la altura de coquia para el momento de prefloración es de 60 cm, para floración media 90 cm y floración total puede superar los 120 cm. En este estudio se descartan problemas de suelo, déficit hídrico, competencia entre plantas y competencia entre malezas, problemas de plagas o enfermedades, sospechando que la cantidad de horas luz día y temperatura recibida por la planta provocó una situación de estrés, reduciendo el crecimiento vegetativo y acelerando el crecimiento reproductivo. Es importante señalar el lugar de origen de la coquia, éste se ubica a una latitud de 54°56' N. Guzmán (1991) señala que para las variedades de origen septentrional su fotoperíodo óptimo es grande, cuando se cultivan a una latitud menor florecen y maduran más rápido debido al efecto de días más cortos y temperaturas más calientes. Según Azcón *et al.* (2000), las situaciones ambientales que provocan estrés reducen el crecimiento vegetativo, acelerándose el reproductivo, aunque esta respuesta reduce el tamaño y el número de flores y semilla.

En la Figura 2 se muestra gráficamente los valores medios de altura por semana y el progresivo crecimiento en el tiempo, y en la Tabla 1, los resultados del análisis químico, comparando los resultados obtenidos y los de Becerra *et al.* (1998) en México.

Se puede apreciar que a pesar del poco desarrollo vegetativo obtenido por las plantas y el estado de floración y madurez al momento del corte, los resultados de la composición química, concuerdan con los resultados de Hernández (1986) el cual compara el valor nutritivo de la coquia a diferentes alturas y diferentes estados fenológicos, y encontró que los mejores resultados de nitrógeno y cenizas, se presentaban en estadio de floración completa, con un 18,3% de proteína bruta.

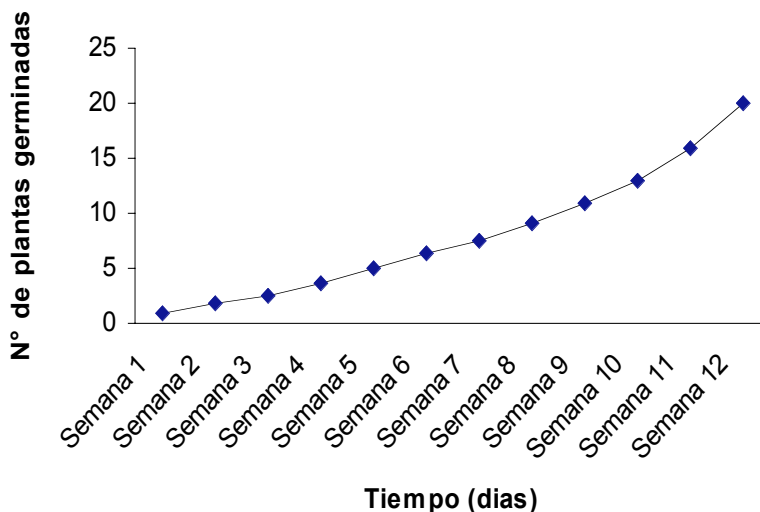


Figura 2. Alturas Promedios de Plantas

Tabla 1. Comparación del valor nutritivo obtenido en Venezuela y en México.

COMPOSICIÓN	VENEZUELA	MÉXICO
% Materia Seca (MS) 60° C	23.28	-
% Materia Seca (MS) 110° C	96.55	67.93
% Ceniza	26.45	12.75
% Extracto Etéreo	1.44	-
% Proteína Cruda	15.98	16.7
% FND	63.12	51.2
% FAD	37.15	30.5

CONCLUSIONES

La coquia es una planta de días cortos, la inducción floral está condicionada por la luz y la temperatura principalmente. Se infiere que por ser una planta de latitudes altas ha presentado muchas adaptaciones a días cortos, sin embargo en nuestra latitud el fotoperíodo provoca una situación de estrés que adelanta la floración y maduración, reduciendo el crecimiento vegetativo de la planta.

La situación de estrés en que se encontraban las plantas no afectó la calidad del valor nutritivo, considerándose como una posible opción forrajera, sin embargo los rendimientos hasta ahora obtenidos no permiten su aprovechamiento.

BIBLIOGRAFÍA

ANAYA, G., 1992. Socioeconomics and ecological potencial of Kochia as a order crop to complement Rangeland Management in arid and semi-arid regions of México. 356-359. *IVth Intemational Rangeland Congress. Montepellier..*

ANAYA, G., 1996. La Kochia scoparia L. Schrad (coquia) Una Opción Forrajera para zonas Áridas y Semi-áridas de México en: *Estudios de casos de especies vegetales para las zonas Áridas y Semi-áridas de Chile y México. Serie: zonas Áridas y Semi-áridas.* No 10, 47-110. FAO. Santiago de Chile. Chile.

AOAC., 1984 Official Methods of análisis of Oficial Analytical Chemist. 14th Ed. Washington. DC. USA.

AZCÓN, J.; TALÓN, M., 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Mc Graw - Hill. Interamericana de España. S.A.U. pp. 403-497.

BECERRA, B.; RAMÍREZ, R.; ROMERO, M. 1998. Kochia acoparía. Niveles de fertilización y su efecto sobre la producción y calidad. XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaría Querétaro. INIFAP. Memorias de la Reunión Científica Querétaro. México, pp. 59.

DÍAZ, L., 1995. Potencial productivo de la *Kochia scoparia* en suelos salinos del Valle de México. Tesis Doctoral. Colegio de Postgrado. Montecillo. México. 260 p.

GUZMÁN, J., 1991. La Soya. Serie Agrícola Vegetal. **15.** (29). 1ra Edición. Caracas. Venezuela. pp 196.

LASCANO, C., 1993. Propuesta de algunos manejos para evaluar germoplasma / pasturas. Dialogo XXXVIII. Metodología de Evaluación de Pasturas. PROCISUR. IICA. Montevideo. Uruguay, pp. 59-63.

LÓPEZ, J., 1995. Caracterización natural del parque universitario de la UCLA. Rev. Bioagro **7** (3): 85 - 90. Barquisimeto Venezuela.

ORTIZ, R.; HERNÁNDEZ, J.; GARCÍA, R., 1988. Digestibilidad aparente (in vivo) de la Kochia scoparia. Reunión Bianual de Nutrición Animal. Memorias de los años 86 - 88. Saltillo. Coahuila. México.

PERALES, V.; VALENCIA, C.; FLORES, M., 1999. Potencial de la *Kochia scoparia* en la producción de la leche de cabras criollas en la región de la laguna. XIV Reunión Nacional de Caprinos. Memorias. México, pp. 65 - 70.

SÁNCHEZ, A., 1994. Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad de población sobre calidad y producción forrajera potencial en *Kochia scoparia* L Schard. Tesis de Maestría. Colegio de Postgrados. Montecillo. México, pp. 120.

VAN SOEST, P., 1963. Use of Detergents in the Análisis of Fibrous Feeds. If. A Resid Method for Determination of Fiber and Lignin. *J. Assoc. Official Agro. Chem.* **46 (5)**: 829.

RAIGRÁS ITALIANO Y MAÍZ IMPLANTADOS CON DOS SISTEMAS DE SIEMBRA Y ABONADOS CON DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN

A. MARTÍNEZ Y N. PEDROL.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
33820 Grado (Asturias). anmartinez@serida.org

RESUMEN

Los trabajos se realizaron en la zona costera occidental asturiana entre los años 2001 a 2003, con el objetivo de determinar el efecto del sistema de siembra: laboreo convencional (LC) vs. siembra directa (SD) y del tipo de fertilización: abono químico vs. purín de vacuno, en las características del cultivo del raigrás italiano y del maíz forrajero en rotación durante varios años en la misma parcela. En el raigrás italiano, mientras que las parcelas de SD presentaron una producción superior a las de LC (2,3 t MS/ha el primer año y 0,4 el segundo), las fertilizadas con purín mostraron una pérdida media del 21 % respecto a las que lo fueron con abono químico. En el maíz, la producción del tercer año de las parcelas de SD fue 1,6 t MS/ha menor ($P < 0,001$) que la de las LC, debido al menor porcentaje de plantas nacidas y también a la menor altura de las mismas, no encontrándose tales diferencias en los dos primeros años. En cambio, respecto al tipo de fertilización, se pasó de una merma de producción en las parcelas fertilizadas con purín, frente a las que lo fueron con abonos químicos, del 17 % el primer año a sólo del 5 y 4 % el segundo y tercer año respectivamente, presentado siempre valores inferiores las que se implantaron con SD que con LC.

Palabras clave: Producción, purín, tiempo de trabajo, forraje

ITALIAN RYEGRASS AND FORAGE MAIZE CROPS ESTABLISHED UNDER TWO SOWING METHODS AND APPLICATION OF TWO TYPES OF FERTILIZER

SUMMARY

Field assays were carried out in a coastal area from west Asturias (Spain), from 2001 to 2003. The objective was to evaluate the effects of two sowing methods: conventional tillage (CT) vs. direct sown (DS) and two types of fertilizer: inorganic vs. bovine slurry, on the crop characteristics of Italian ryegrass and forage maize in rotation at the same plot. For Italian ryegrass, whereas yields were higher in plots under DS than CT (2,3 t DM/ha for year 1 and 0,4 for year 2), plots fertilized with slurry showed an average loss of production of 21 % with respect to plots with inorganic fertilizer. For forage maize, in the third year plots under DS produced 1,6 t DM/ha less than those under CT ($P < 0,001$), due to a lower percentage of emerged seedlings and also to a smaller plant size; nonetheless such differences were not significant for years 1 and 2. Otherwise, regarding the type of fertilizer, the loss of 17 % of production observed in the first year for plots fertilized with slurry comparing to those with inorganic fertilizer was only 5 and 4 % in the second and third year, respectively, with lower yields under DS than CT in all cases.

Key words: Forage production, bovine slurry, work time saving

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones lecheras asturianas manejan cargas ganaderas cada vez más altas (Pérez, 2003), provocando tres características fundamentales a la hora de su descripción: necesidad de recurrir cada vez a mayores volúmenes de alimentos comprados fuera de la explotación, producción de cantidades elevadas de purín en referencia a la superficie manejada y escasez de tiempo de trabajo para emplear en labores distintas a las del cuidado de los animales.

Esta situación lleva a la necesidad de buscar unas producciones forrajeras propias lo más altas posibles, a través del uso de rotaciones de cultivo (Piñeiro y Pérez, 2000), donde debido a las extracciones de nutrientes se pueden manejar fuertes dosis de purines (Castro *et al.*, 2001) y aplicando técnicas que permitan un ahorro importante del tiempo empleado, como la siembra directa frente a las tradicionales de laboreo convencional (Mangado, 1990). No obstante, es necesario contrastar en las situaciones de la Cornisa Cantábrica, las repercusiones a lo largo del tiempo de la aplicación conjunta de las técnicas mencionadas.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del sistema de siembra y del tipo de fertilización en las características del cultivo del raigrás italiano y del maíz forrajero en rotación durante varios años en la misma parcela.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en Valdés, zona costera de Asturias, en 2001, 2002 y 2003, en suelos de buena fertilidad. Climatológicamente es una zona con temperaturas suaves durante todo el año y bastante húmedo en verano, según muestran los valores medios de temperatura media mensual y la precipitación total en cada estación desde la siembra (10,6; 15,2; 18,7 y 12,0 °C) y (136,3; 85,8; 65,0 y 120,3 mm).

El raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* Lam.) cv 'Speedyl' se sembró a finales de octubre, a la dosis de 50 kg/ha, siendo siempre el cultivo anterior y posterior del maíz (*Zea mays* L.) cv 'Belonia' a 93 000 semillas/ha el primer año, 99 000 el segundo y 80 000 el tercero sembrado a finales de mayo – principios de junio.

Se emplearon para los dos cultivos, dos sistemas de siembra: laboreo convencional (LC) y siembra directa (SD) (Martínez *et al.*, 2003) y dos tipos de fertilización: con abonos químicos o con purín. Las dosis consistieron en aplicaciones para el raigrás de 154 kg/ha de N, repartido en 70 en el momento de la siembra y 84 después del primer corte, 64 kg/ha de P₂O₅ y 100 de K₂O y para el maíz de 200 kg/ha de N, 150 de P₂O₅ y 250 de K₂O. El abonado con purín se realizó estimando una eficacia del nitrógeno frente al del abono químico del 70% (Castro *et al.*, 2001; Gómez y Pinilla, 1988).

Para la realización del estudio se estableció un diseño de parcela subdividida con cuatro repeticiones, en el que la parcela principal fue el sistema de siembra y la subparcela el tipo de fertilizante utilizado. La parcela elemental tuvo un tamaño de 8,4 x 10,0 m.

Los controles de producción en el raigrás consistieron en el corte de un rectángulo de 0,90 m x 9,10 m (8,92 m²) dentro de cada parcela elemental, midiendo peso verde, materia seca y análisis florístico de los componentes, realizando un total de dos cortes por año (mediados de febrero y principios de mayo). En el maíz se controló el número de plantas nacidas respecto a las sembradas, la altura de 10 plantas hasta la hoja bandera, el

peso verde y materia seca de las 10 líneas centrales de las parcelas, y se analizó la proteína bruta (PB) como N Kjeldahl x 6,25, se estimó la digestibilidad in vivo de la materia orgánica (Dvivo) en función de la digestibilidad enzimática de la misma, empleando el método FND – celulasa, y con los valores obtenidos se estimó el contenido en energía metabolizable (EM). Por último, también se realizó la determinación del contenido almidón.

RESULTADOS

Raigrás italiano

Los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Producción (t MS/ha) y porcentaje sobre ella del raigrás del italiano en dos años consecutivos de siembra en la misma parcela implantado con dos sistemas de siembra y abonado con dos tipos de fertilización.

	<u>Años de cultivo en la misma parcela</u>			
	<u>1º Año</u>		<u>2º Año</u>	
<u>Laboreo Convencional</u>	<u>Producción</u>	<u>% Raigrás</u>	<u>Producción</u>	<u>% Raigrás</u>
Abono Químico	7,5	93	6,0	94
Purín	6,1	98	4,5	91
Media	6,8	96	5,3	93
% Purín/Abono químico	81	105	75	97
<u>Siembra Directa</u>				
Abono Químico	7,6	98	6,6	97
Purín	6,6	97	4,7	94
Media	7,1	98	5,7	96
% Purín/Abono químico	87	99	71	97
% S. directa/ L. Convencional	104	103	107	100
<u>Significaciones estadísticas</u>				
Tipo fertilización	***	NS	***	*
Sistema laboreo	NS	NS	NS	NS
Año	***	NS		

Significaciones estadísticas del parámetro medido: ***, **, * significativo al 1%, 1% y 5% respectivamente, NS: no significativo.

Sistema de siembra

Las parcelas implantadas con SD (7,1 t MS/ha para el primer y 5,7 para el segundo año) tendieron a presentar una producción mayor ($P > 0,05$) que las que lo fueron con LC (6,8 y 5,3 t MS/ha respectivamente), lo que representa un 4 % en el primer caso y un 7 % en el segundo. Los niveles de participación del raigrás en la producción fueron similares en todas las parcelas, alcanzando valores siempre superiores al 91 % en el total del cultivo.

Tipo de fertilización

En los dos años, se apreció una diferencia clara de producción a favor de las parcelas con abono químico respecto a las que lo fueron con purín, representando estas el 81 y 87 % ($P < 0,001$) en el primer año y 75 y 71 % ($P < 0,001$) en el segundo de la de las fertilizadas con abono químico, respectivamente para LC y SD, poniendo de manifiesto una menor eficacia del nitrógeno aplicado en forma de purín que del abonado químico de la prevista (70 %) en este cultivo. Las diferencias en participación del raigrás en la producción fueron escasas los dos años de cultivo, si bien resultaron estadísticamente significativas ($P < 0,05$) en el segundo año, a favor de las parcelas con abono químico frente a las fertilizadas con purín.

Un aspecto no medido, pero que posee importancia práctica a la hora del manejo del cultivo, es que en las parcelas de SD hubo un mejor movimiento del agua que en las de LC, de tal forma que en las primeras era mucho más factible realizar las labores con maquinaria que en las segundas, con encharcamientos frecuentes después de lluvias abundantes.

Maíz forrajero

Los resultados se muestran en la figura 1 y en la tabla 2.

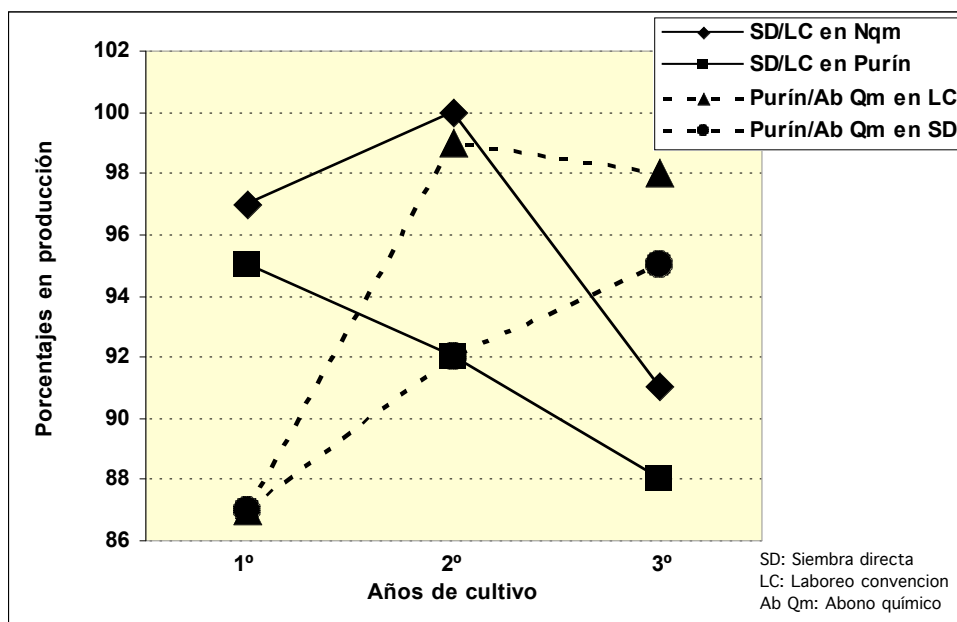


Figura 1: Porcentajes de la producción de la siembra directa frente a la del laboreo convencional con dos tipos de fertilización y del purín frente a la del abono químico con dos sistemas de siembra durante tres años de cultivo en el maíz forrajero.

Tabla 2: Características del cultivo de maíz forrajero sembrado con dos sistemas de siembra y abonado con dos tipos de fertilizante durante tres años.

<u>Sistema de siembra</u> <u>Tipo de fertilizante</u>	<u>L. Convencional</u>		<u>S. Directa</u>		<u>S</u> ⁽²⁾	<u>T</u> ⁽³⁾	<u>S x T</u>
	<u>Ab Qm</u> ⁽¹⁾	<u>Purín</u>	<u>Ab Qm</u> ⁽¹⁾	<u>Purín</u>			
<u>1º AÑO</u>							
% Plantas nacidas ⁽⁴⁾	90	90	81	79	***	NS	NS
Altura de plantas (cm)	233	222	232	216	NS	*	NS
% Mazorca sms	55	57	57	58	NS	NS	NS
Producción (t MS/ha)	17,6	15,6	17,0	14,8	NS	***	NS
Proteína Bruta	7,17	7,31	7,30	7,04	NS	NS	NS
Digestibilidad in vivo	77,01	77,86	77,71	77,31	NS	NS	NS
Energía Metabolizable	11,92	12,05	12,03	11,98	NS	NS	NS
Almidón	31,91	31,25	32,20	32,83	NS	NS	NS
<u>2º AÑO</u>							
% Plantas nacidas ⁽⁴⁾	84	81	68	75	***	NS	NS
Altura de plantas (cm)	232	244	240	228	NS	NS	*
% Mazorca sms	55	55	55	56	NS	NS	NS
Producción (t MS/ha)	15,4	15,3	15,4	14,1	NS	NS	NS
Proteína Bruta	7,31	7,33	7,38	7,01	NS	NS	NS
Digestibilidad in vivo	75,02	75,42	75,10	75,39	NS	NS	NS
Energía Metabolizable	11,58	11,64	11,59	11,67	NS	NS	NS
Almidón	29,30	29,37	28,65	29,82	NS	NS	NS
<u>3º AÑO</u>							
% Plantas nacidas ⁽⁴⁾	86	80	70	78	**	NS	*
Altura de plantas (cm)	252	255	238	247	**	NS	NS
% Mazorca sms	52	53	52	51	NS	NS	NS
Producción (t MS/ha)	14,9	14,6	13,5	12,8	**	NS	NS
Proteína Bruta	6,72	6,96	7,02	6,76	NS	NS	NS
Digestibilidad in vivo	74,97	76,22	76,61	75,18	NS	NS	***
Energía Metabolizable	11,60	11,80	11,88	11,63	NS	NS	***
Almidón	27,20	29,50	28,48	28,31	NS	NS	NS

⁽¹⁾ Ab Qm: Abono químico. ⁽²⁾ S: Sistema de siembra. ⁽³⁾ T: Tipo de fertilizante.

⁽⁴⁾ % plantas nacidas respecto de las sembradas. Significaciones estadísticas del parámetro medido: ***, **, * significativo al 1%, 1% y 5% respectivamente, NS: no significativo.

Sistema de siembra

El porcentaje de plantas nacidas respecto a las sembradas fue significativamente superior ($P < 0,001$) en las parcelas de LC que en las de SD, con unas diferencias en torno al 10 % todos los años. A pesar de que la maquina utilizada fue la misma en ambos casos y que realizó una labor aceptable de apertura y cerrado de surcos, en SD el terreno se encontraba más duro, quedando con menos contacto la tierra con la semilla, por lo que la salida de las plantas también fue más heterogénea en el tiempo. Los presentes resultados

indican la necesidad de incrementar la dosis de siembra en los casos en que se elija la SD como método de implantación del maíz.

La producción no presentó diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre los dos sistemas de siembra los dos primeros años de cultivo, si bien la tendencia presentada fue hacia una producción mayor, en torno al 4 %, de las parcelas de LC que en las de SD (figura 1). Sin embargo el tercer año estas diferencias en contra del sistema de SD sí fueron estadísticamente significativas ($P<0,01$), con un una merma del 9 % en las parcelas fertilizadas con abono químico (aspecto coincidente con los trabajos de Lopez Cedron *et al.*, 2001) y un 12 % en las de purín (figura 1). Este comportamiento se atribuye a lo apuntado por Piñeiro *et al.*, (2000) en cuanto al aumento de la compactación del suelo en las parcelas de SD, relevando el presente trabajo que la causa de este descenso de producción a partir del tercer año de cultivo es la conjunción del efecto descrito de la menor densidad de plantas, con que la altura de las mismas también sea significativamente inferior ($P<0,01$) en las parcelas de SD que en las de LC en este tercer año de cultivo frente a los dos primeros con unas alturas similares. Los resultados sugieren la conveniencia de alzar y airear periódicamente los terrenos dedicados a SD de este tipo de rotaciones, que implican pases frecuentes de maquinaria pesada.

Tipo de fertilización

En la media de los tres años estudiados, para el porcentaje de plantas nacidas respecto a las sembradas, las parcelas fertilizadas con purín respecto a las que lo fueron con abono químico, tendieron a presentar niveles más bajos en LC (84 % frente a 87 %) y más altos en SD (77 % frente a 73 %), que como ya se mencionó, presenta menores porcentajes globales de germinación de plantas que el LC. En SD, el purín realiza una labor física, al crear una pequeña solera por encima del suelo que impide la pérdida de humedad del mismo en las capas superficiales, creando mejores condiciones de trabajo para la maquina de siembra, que corta sin problemas esta solera, y de germinación posterior de la semilla que las parcelas de fertilización química, donde al no existir este barrera las capas superficiales del terreno se endurecen más rápidamente.

La altura de las plantas sólo presentó diferencias significativas ($P<0,05$) el primer año, si bien en todos ellos fue superior en las parcelas de abonado químico que en las de purín cuando el sistema de siembra fue el de SD (237 cm frente a 230 cm respectivamente) y prácticamente la misma cuando lo fue el LC.

El efecto del tipo de fertilización en las producciones del maíz forrajero, al igual que el del sistema de siembra, varía en función del año que estemos estudiando. Si bien en el primer año las parcelas fertilizadas con purín presentaron una producción significativamente inferior ($P<0,001$) a las que lo fueron con abono químico, con un 87 % de la misma tanto en LC como en SD, en el segundo y tercer año las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($P>0,05$), incrementándose el porcentaje de producción de unas respecto a las otras hasta el 98 % los dos años en LC y hasta el 92 % el segundo año y 95 % el tercero en SD (figura 1). Esta observación se atribuye al efecto residual del nitrógeno del purín aplicado en dosis altas como las empleadas en el ensayo, en los años siguientes al de su aplicación (Gómez y Pinilla, 1988; Nevens *et al.*, 2005), pero que muestra una evolución más lenta de su disponibilidad para las plantas en SD que en LC. Por lo tanto, la posición inicial respecto a lo reflejado en trabajos anteriores (Castro *et al.*, 2000) de una eficacia del nitrógeno del purín del 70 % frente al del abono químico se cumple a partir del segundo año en LC y del tercero en SD, pero no en el primer año para ninguno de

los dos sistemas de implantación del cultivo, que alcanza niveles en torno al 60 %.

Valor nutritivo

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) ni entre sistemas de siembra ni entre tipos de fertilización para los parámetros mostrados en ninguno de los tres años, ya que el porcentaje de mazorca en el total del forraje es similar en todos los casos. Entre los tratamientos planteados, sin situaciones extremadamente marcadas, los datos sugieren que si bien se encuentran diferencias en aspectos cuantitativos de la producción, existe un equilibrio interno en las plantas que favorecen la igualdad de evolución porcentual en el desarrollo de las mazorcas, en cuyo grano se encuentra una parte muy importante de los nutrientes, y por tanto también en el valor nutritivo general del forraje expresado en estos términos porcentuales, que evidentemente variaría referenciándolos a superficie.

CONCLUSIONES

En el raigrás italiano, la implantación con SD fue equiparable a la realizada con LC. Sin embargo, la fertilización con purín dio lugar a una pérdida de producción del 21 % respecto a la presentada por las parcelas con abonado químico.

En el maíz, la diferencia de producción en el tercer año en contra de la SD frente a LC se debe al menor porcentaje de plantas nacidas respecto a las sembradas y a la inferior altura de las plantas. Las parcelas fertilizadas con purín, frente a las que lo fueron con abonos químicos, tuvieron una producción menor del 17 % el primer año, y tan solo del 5 y 4 % el segundo y tercer año respectivamente, presentado siempre valores inferiores las que se implantaron con SD que con LC.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo se realizó gracias a la financiación por el INIA del proyecto nº RTA01-144-C5-2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO INSUA, J.; NOVOA MARTÍNEZ, R.; BLÁZQUEZ RODRÍGUEZ, R., 2001. Producción anual de purín en explotaciones de vacuno de leche y utilización eficiente de los nutrientes disponibles para abonado. XLI R.C. de la SEEP. pp 391-397.

GÓMEZ IBARLUCEA, C.; PINILLA, C., 1988. Fertilización de maíz forrajero con purín de vacuno. XXVIII R.C. de la SEEP. pp 331-339.

LÓPEZ CEDRÓN, F.X.; RUÍZ NOGUEIRA, B.; CORRAL LÓPEZ, J.J.; PIÑEIRO, J.; SAU, F., 2000. Producción de biomasa de dos rotaciones forrajeras intensivas en regadío y en secano en Galicia. III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes. pp 339-344.

MANGADO, J. M., 1990. Resiembra de praderas. *Navarra Agraria*. pp 69-79.

MARTINEZ, A; PEDROL, N. 2003. Rotación de cultivo con maíz forrajero. Efecto del sistema de laboreo, del tipo de abonado y del tipo de cultivo invernal. *En Pastos, desarrollo y conservación. Actas de la XLIII R. C. de la SEEP*, 99 – 104. Granada (España).

NEVENS, F; REHEUL, D. 2005. Agronomical and environmental evaluation of a long-term experimental with cattle slurry and supplemental inorganic N applications in silage maize. *Europ. J. Agronomy* **22** pp 349-361.

PÉREZ MÉNDEZ, A. 2004. Evaluación económico-financiera de los planes de mejora en las ganaderías de leche en Asturias. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*.

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, J.; 2000. Direct drilling of forage maize, sorghum x Sudan grass and Italian ryegrass. *Grasslands Science in Europe*, **5**, 131-133.

APLICACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSIS Y RECOMENDACIÓN (DRIS) PARA EVALUAR LOS REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACIÓN DE MAÍZ FORRAJERO EN LA CORNISA CANTÁBRICA

N. PEDROL¹, R. PELÁEZ², A. MARTÍNEZ¹ Y G. SICILIA³.

¹ Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
33820 Grado (Asturias). npedrol@serida.org.

² Centro Intercooperativo del Campo de Asturias (CICA). ³ FERTIBERIA S.A.

RESUMEN

Se realizó una primera aproximación al establecimiento de una norma DRIS apropiada para el diagnóstico de los requerimientos de fertilización del cultivo de maíz forrajero en Asturias, y extensible a la Cornisa Cantábrica. Los índices obtenidos a partir de los análisis foliares en una muestra de referencia caracterizada por altos rendimientos productivos plurianuales, fueron consistentes con los índices universales para maíz referidos en la bibliografía. La eficacia de diagnóstico de la norma DRIS obtenida para las condiciones locales se valoró sobre los análisis foliares realizados en maíz forrajero implantado bajo dos sistemas de siembra: siembra directa *vs.* laboreo convencional y abonado con dos tipos de fertilizante: abono químico *vs.* purín, en dos años consecutivos de ensayo sobre la misma parcela. El diagnóstico reveló diferencias nutricionales significativas ligadas al tipo de manejo y resultó muy útil para clarificar carencias nutricionales (N, Mg) y/o excesos (K) asociados a la fertilización con purín, permitiendo reconsiderar las dosis aplicables a efectos de recomendación. Se discute la necesidad de diagnósticos más precoces, cuando todavía sea posible la aplicación de enmiendas correctoras al cultivo.

Palabras clave: purín, análisis foliar, N, P, K, Mg.

USE OF DRIS NORMS TO EVALUATE FERTILIZATION REQUIREMENTS OF FORAGE MAIZE IN ATLANTIC ZONES

SUMMARY

A first approach to the use of appropriated DRIS norms to diagnose the fertilization requirements of forage maize in Atlantic zones was done. DRIS indices calculated on leaf nutrient status analysis from a high-yield reference population were consistent with the established DRIS norms for corn. The diagnosis efficiency of the obtained local DRIS norms was evaluated on leaf nutrient data from forage maize under different crop practices: conventional tillage *vs.* direct sown, and two types of fertilizer: inorganic *vs.* bovine slurry, in two following years on the same experimental field. Diagnosis revealed significant differences in nutrient status due to management effects, being very useful to clarify nutrient deficiency (N, Mg) and/or excess (K) under slurry fertilization, thus allowing correcting besides recommending more suited doses. The need for diagnosing in early growth stages for prescribing in-season fertilization is discussed.

Key words: bovine slurry, nutrient status, N, P, K, Mg

INTRODUCCIÓN

El maíz forrajero es el cultivo principal en las explotaciones ganaderas lecheras de la Cornisa Cantábrica debido a su fuerte potencial de producción (15 -16 t MS/ha) y a la necesidad de conseguir altos rendimientos en la escasa superficie forrajera en relación al número de cabezas manejado. En Asturias se siembran anualmente en torno a 9000 ha (Principado de Asturias, 2002). Para lograr altas producciones en un periodo de cuatro o cinco meses y rentabilizar la inversión realizada en las labores de implantación, uno de los aspectos clave a tener en cuenta es la correcta nutrición de las plantas.

Los análisis foliares se utilizan para evaluar, en función de un contenido óptimo de nutrientes esenciales, si un cultivo es deficiente o no en algún/os elemento/s en particular. El establecimiento de valores críticos de concentración de nutrientes en hoja y su equilibrio, así como el cálculo de diversos índices a partir de ellos, han sido utilizados frecuentemente para optimizar las prácticas de fertilización en otras zonas de producción de forrajes y para otros tipos de cultivos como maíz grano, trigo, alfalfa, girasol, soja y praderas (Walworth y Sumner, 1987; Beberly, 1993; Baldock y Schulte, 1996; Bailey *et al.*, 2000; Khiari *et al.*, 2001). Sin embargo, hasta la fecha no se han recogido datos representativos para maíz forrajero en la Cornisa Cantábrica. Si así fuera, sería necesario considerar los diferentes sistemas de implantación y de fertilización del maíz que a menudo se utilizan en la zona de estudio, como son los de la siembra directa o el uso del purín, derivados de la falta de tiempo de trabajo para acometer las prácticas del laboreo completo en el primer caso y de su acumulación en las explotaciones por las altas cargas ganaderas utilizadas, en el segundo.

Numerosos autores han evaluado la adecuación de los índices DRIS para el diagnóstico de los requerimientos de fertilización de los cultivos (Roberts y Rhee, 1993; Wadt *et al.*, 1999; Bailey *et al.*, 2000; Sumner, 2000). El método DRIS (Walworth y Sumner, 1987) utiliza relaciones entre nutrientes en lugar de valores críticos para hacer el diagnóstico nutricional. Al usar las relaciones entre nutrientes los índices se vuelven menos dependientes de los cambios relativos en MS con la edad. Esto permite una mayor flexibilidad en el momento de muestreo y un periodo mayor de tiempo para realizar el diagnóstico (Sumner, 2000). La aproximación por DRIS usa índices calculados como el desvío del valor normal para cada nutriente. Al medir balances relativos, la suma de los índices es cero. Así, un valor negativo indica deficiencia relativa, uno positivo indica exceso y un valor cero indica balance.

El presente trabajo trata de contrastar los resultados encontrados en la bibliografía sobre la aplicación del método DRIS en el cultivo de maíz en las condiciones de cultivo y para los manejos utilizados en Asturias, con el objetivo de mejorar las recomendaciones de abonado y por tanto la rentabilidad del forraje conseguido.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en Valdés, zona costera de Asturias, en 2003 y 2004 sobre maíz forrajero implantado en la segunda quincena de mayo bajo dos sistemas de siembra: siembra directa (SD) vs. laboreo convencional (LC) y abonado con dos tipos de fertilizante: abono químico vs. purín, y sobre 29 variedades de maíz forrajero bajo LC y abonado químico. Se realizaron 4 repeticiones por tratamiento, en parcelas distribuidas al azar dentro

de cada campo. El abonado consistió en el aporte de 200 kg/ha de N, 150 de P₂O₅ y 250 de K₂O. Para cada tipo de manejo se emplearon los materiales y métodos descritos en este volumen por Martínez y Pedrol (2005).

Dentro de cada parcela, en el momento posterior a la floración y anterior a la maduración lechosa del grano, se recogió la hoja inmediatamente inferior a la mazorca en 10 plantas al azar. En ese estado fenológico se da una correlación más estrecha entre la composición foliar en nutrientes y los rendimientos totales que en otros estados de desarrollo (López Ritas y López Melida, 1985). Las muestras se enviaron al laboratorio para el análisis de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) según métodos oficiales para cada elemento (Munson y Nelson, 1990). Previamente a la toma de muestras de 2004 se midió la tasa fotosintética neta ($\mu\text{mol CO}_2 / \text{m}^2 \times \text{s}$) en la hoja a analizar con un equipo portátil IRGA Li-COR 6200.

Como controles de producción se utilizaron el peso verde y la materia seca de las líneas centrales de las parcelas, y el índice de verdor como el porcentaje de la materia seca del follaje respecto al de la mazorca. Se determinaron también los porcentajes de proteína bruta (PB) y almidón sobre materia seca, y se obtuvieron los contenidos en energía metabolizable (EM) (v. Martínez y Pedrol, 2005). Al final del ensayo, se analizó el estado de fertilidad del suelo en todas las parcelas, según métodos oficiales.

Para los cálculos de la norma de referencia DRIS local (Tabla 1) se utilizaron las medias de contenidos nutricionales de las variedades ensayadas (n=29) que mostraron mayor rendimiento a cosecha (t MS/ha > 80 % de la media total; n=12) (Sumner, 2000), consistentes con los resultados de evaluaciones plurianuales en distintas zonas de Asturias (Martínez *et al.*, 2003). La norma local así obtenida se utilizó para el diagnóstico nutricional del ensayo de tipos de manejo. Se asumieron como valores de suficiencia los comprendidos entre el máximo y el mínimo de cada índice DRIS o porcentaje de nutriente en la muestra de referencia (Tabla 1), considerando entonces que el laboreo y la fertilización aplicada se adecuan a las exigencias nutricionales del maíz forrajero. Los valores por encima o por debajo del rango de referencia se interpretaron como exceso o deficiencia de nutrientes respecto a los requerimientos del cultivo, y por lo tanto que el tipo de manejo y/o la pauta de abonado deben ser revisados a efectos de recomendación. Los efectos de los tratamientos sobre todas las variables medidas se analizaron con el programa estadístico SPSS 12 para cada año de ensayo mediante ANOVA de dos vías, y se obtuvieron la correlaciones bivariadas entre parámetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A diferencia de otros cultivos, la norma DRIS para maíz se considera bastante consolidada y contrastada para un rango notable de ambientes (Walworth y Sumner, 1987; Sumner, 2000). No obstante, existe cierta controversia en cuanto a la precisión y universalidad del método para el cultivo del maíz (Beberly, 1993; Soltanpour *et al.*, 1995). Se ha comprobado que las normas pueden diferir significativamente entre los índices obtenidos a partir de análisis de muestras procedentes de ambientes y/o manejos distintos. En ausencia de normas DRIS localmente calibradas, la norma desarrollada bajo un determinado rango de condiciones sólo debería ser aplicada a otras si la concentración de nutrientes de las plantas más productivas en las condiciones problema son similares a la norma (Reis, 2002).

En este sentido, la norma DRIS local para maíz forrajero obtenida en este trabajo (Tabla 1) se ajusta notablemente a la norma de referencia universal extraída de la bibliografía, por lo que se optó por utilizarla como primera aproximación para el diagnóstico de los ensayos propuestos. Por descontado, el establecimiento de una norma DRIS definitiva para la Cornisa Cantábrica exigiría la confección de los índices a partir de un gran número de observaciones (>500: Sumner, 2000).

Tabla 1: Norma DRIS universal (Sumner, 2000; Reis, 2002) y norma DRIS local calculada a partir de análisis foliares de variedades de maíz forrajero de alto rendimiento en Asturias.

<u>Análisis foliar</u>	<u>Norma DRIS Universal</u> (n>500)	<u>Norma DRIS Local</u> (n=12)			
		<u>Media</u>	<u>C.V.</u> (%) ⁽¹⁾	<u>Máx.</u>	<u>Mín.</u>
N (%)	3,26	3,22	8,87	3,66	2,83
P (%)	0,33	0,30	6,82	0,33	0,26
K (%)	2,42	2,16	13,26	2,64	1,62
N/P	10,13	10,74	8,57	12,70	9,43
N/K	1,40	1,52	16,24	1,96	1,21
K/P	6,84	7,21	14,76	8,77	5,40
Ca (%)	0,70	1,17	29,94	1,75	0,79
Mg (%)	0,32	0,32	18,41	0,42	0,22
Índice DRIS N	-	-1	-	16	-12
Índice DRIS P	-	1	-	19	-10
Índice DRIS K	-	0	-	14	-17
<u>Cosecha</u>					
Producción (t MS/ha)	-	19,71	6,88	21,90	18,05
Índice de verdor (%) ⁽²⁾	-	49,24	9,45	55,92	43,29
Proteína bruta	-	7,19	5,70	7,88	6,69
Energía metabolizable	-	11,90	2,83	12,65	11,29
Almidón	-	29,10	6,90	33,16	25,88

⁽¹⁾ Coeficiente de variación (%). ⁽²⁾ $100 \times (\text{PS/PF forraje}) / (\text{PS/PF mazorca})$

La tabla 2 resume los resultados del diagnóstico nutricional del maíz forrajero bajo los distintos tipos de manejo empleados, tomando la norma DRIS local como referencia de suficiencia nutricional y fertilización correcta. Los valores fuera de la norma se destacan en negrita. Se muestran además las medias de los parámetros productivos y de valor nutritivo analizados en la cosecha final, así como los resultados de análisis de suelos; los resultados más significativos se destacan mediante subrayado.

Tabla 2: Diagnóstico nutricional (DRIS) y características del cultivo de maíz forrajero implantado bajo dos sistemas de siembra y abonado con dos tipos de fertilizante.

Sistema de siembra:	L. Convencional		S. Directa				
Tipo de fertilizante:	Ab Qm⁽¹⁾	Purín	Ab Qm⁽¹⁾	Purín	S⁽²⁾	T⁽³⁾	S x T
2003							
<u>Análisis foliar</u>							
N (%)	3,14	2,98	3,15	2,98	NS	NS	NS
P (%)	0,30	0,29	0,32	0,30	*	*	NS
K (%)	1,87	2,48	1,96	2,21	NS	***	*
Índice DRIS N	1,98	-11,21	-3,45	-9,94	NS	NS	NS
Índice DRIS P	7,19	-4,04	11,80	4,76	NS	*	NS
Índice DRIS K	-9,18	15,25	-8,34	5,19	NS	***	NS
Ca (%)	0,69	0,88	1,02	0,73	NS	NS	*
Mg (%)	0,34	0,22	0,26	0,23	**	***	**
<u>Cosecha</u>							
Producción (t MS/ha)	15,99	16,04	15,32	15,13	NS	NS	NS
Índice de verdor ⁽⁴⁾	44,60	<u>38,31</u>	42,33	<u>40,67</u>	NS	*	NS
Proteína bruta	7,47	<u>7,80</u>	7,81	<u>7,52</u>	NS	NS	NS
Energía metabolizable	11,64	11,81	11,78	11,66	NS	NS	NS
Almidón	30,78	31,55	30,24	31,02	NS	NS	NS
2004							
<u>Análisis foliar</u>							
N (%)	2,38	2,58	2,61	2,48	NS	NS	NS
P (%)	0,24	0,28	0,28	0,29	NS	NS	NS
K (%)	1,96	2,46	1,73	2,36	NS	***	NS
Índice DRIS N	-12,63	-23,38	-9,75	-30,13	NS	**	NS
Índice DRIS P	-1,63	1,88	15,88	11,38	*	NS	NS
Índice DRIS K	14,25	21,50	-6,25	19,00	**	***	*
Ca (%)	0,81	0,66	0,80	0,53	NS	***	NS
Mg (%)	0,32	0,27	0,33	0,26	NS	***	NS
Tasa fotosintética neta	31,85	35,85	33,49	34,53	NS	NS	NS
<u>Cosecha</u>							
Producción (t MS/ha)	14,93	14,57	12,52	12,80	***	NS	NS
Índice de verdor ⁽⁴⁾	46,75	<u>40,50</u>	46,00	<u>41,75</u>	NS	***	NS
Proteína bruta	6,72	6,96	7,02	6,77	NS	NS	NS
Energía metabolizable	11,60	11,80	11,88	11,63	NS	NS	***
Almidón	27,20	29,50	28,48	28,31	NS	NS	NS
<u>Análisis final del suelo</u>							
pH	5,48	6,04	5,41	6,27	NS	***	NS
Nitrógeno	0,33	0,36	0,34	0,34	NS	NS	NS
Fósforo asimilable	116,38	107,63	120,50	115,00	NS	NS	NS
Potasio asimilable	160,53	<u>382,05</u>	169,21	<u>381,31</u>	NS	***	NS
Calcio asimilable	1680,35	1882,20	1734,85	1901,06	NS	NS	NS
Magnesio asimilable	86,43	170,98	86,94	144,03	NS	***	NS

⁽¹⁾ Ab Qm: Abono químico. ⁽²⁾ S: Sistema de siembra. ⁽³⁾ T: Tipo de fertilizante. ⁽⁴⁾ 100 × (PS/PF forraje) / (PS/PF mazorca). Significaciones estadísticas del parámetro medido: ***, **, * significativo al 1%, 1% y 5% respectivamente, NS: no significativo.

En el año 2003 se observaron diferencias significativas de estado nutricional de las plantas entre los dos tipos de fertilización empleados para los elementos P, K, y Mg. Sin embargo, y a pesar de la importancia relativa de estas diferencias a efectos de manejo, los índices DRIS calculados sólo revelan exceso de fertilización potásica con purín en LC. Asimismo se ponen de manifiesto efectos de interacción sobre los porcentajes de Ca y Mg. Estas diferencias se reflejaron en el índice de verdor de la cosecha, con una estrecha correlación negativa con K ($P= 0,003$; Coef. Pearson= $-0,698$), y positiva con el índice DRIS N ($P= 0,018$; Coef. Pearson= $0,583$). Así pues, el desequilibrio nutricional del maíz abonado con purín en LC parece estar provocando un mayor llenado de la mazorca en detrimento del forraje y/o una maduración más precoz.

En el año 2004, se observó un descenso generalizado de la nutrición nitrogenada con un efecto notable sobre la producción frente al año anterior, más significativo en el caso del purín, como clarifica el índice DRIS N calculado. Por otro lado, el P parece ser de nuevo mejor utilizado en SD, aunque no se encontraron diferencias significativas de P asimilable en el suelo. A pesar de que el porcentaje de K no se salió de la norma, el índice DRIS K sí que reveló un exceso de fertilización potásica en el caso del purín, aunque posiblemente sobredimensionado por efecto de la limitación de N (Soltanpour *et al.*, 1995; Reis, 2002). En cierto modo ese desequilibrio afectó significativamente a la absorción de Ca y Mg, cuyos niveles foliares resultaron insuficientes o más bajos, respectivamente, frente a los obtenidos con abonado químico, a pesar de que las concentraciones de Ca y Mg asimilables en el suelo fueron mayores en las parcelas fertilizadas con purín. La utilización deficiente del Ca podría explicar el aumento de pH del suelo abonado con purín. Todas estas diferencias se reflejan de nuevo en el índice de verdor calculado.

A pesar de todas estas observaciones, es importante destacar que las diferencias nutricionales entre tipos de manejo no se manifestaron en la tasa fotosintética neta, lo cual indica que tales desequilibrios son de carácter leve (relativamente poco alejados de la norma) y que, como muestran los resultados para ambos años de ensayo, no tuvieron consecuencias significativas en el valor nutritivo del forraje obtenido.

No obstante, de acuerdo con las apreciaciones de Khiari *et al.* (2001), el diagnóstico de los requerimientos de fertilización del maíz mediante análisis foliares debería realizarse en estadios de desarrollo más precoces (4-6 hojas), cuando la altura de la planta todavía permita la aplicación mecánica de enmiendas correctoras.

CONCLUSIONES

Se logra una primera aproximación al establecimiento de una norma DRIS apropiada para el diagnóstico de los requerimientos de fertilización del cultivo de maíz forrajero en Asturias, y potencialmente extensible a la Cornisa Cantábrica.

La aplicación del método DRIS resultó muy útil para clarificar carencias nutricionales (N, Mg) y/o excesos (K) asociados a la fertilización con purín, permitiendo reconsiderar las dosis aplicables a efectos de recomendación.

Se apunta la necesidad de diagnósticos precoces con el maíz a 4-6 hojas, cuando todavía sea posible la aplicación de enmiendas correctoras al cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILEY, J.S.; DILS, R.A.; FOY, R.H.; PATTERSON, D., 2000. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards: III practical applications. *Plant Soil*, **222**, 255-262.

BALDOCK, J.O.; SCHULTE, E.E., 1996. Plant analysis with standardized scores combined DRIS and sufficiency range approaches for corn. *Agron. J.*, **88**, 448-456.

BEVERLY, R.B., 1993. Re-evaluation reveals weaknesses of DRIS and sufficiency range diagnoses for wheat, corn, and alfalfa. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.*, **24**, 487-501.

KHIARI, L.; LEÓN-ÉTIENNE, P.; TREMBLAY, N., 2001. Critical compositional nutrient indexes for sweet corn at early growth stage. *Agron. J.*, **93**, 809-814.

LOPEZ RITAS, J; LOPEZ MELIDA, J., 1984. *El diagnostico de suelos y plantas. Métodos de campo y laboratorio*. Ediciones Mundi- Prensa, 368 pp.

MARTINEZ, A; PEDROL, N., 2005. Raigrás italiano y maíz implantados con dos sistemas de siembra y abonados con dos tipos de fertilización. En *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del Medio Natural*. Actas de la XLV R. C. de la SEEP. Gijón (Asturias – España).

MARTÍNEZ, A; PEDROL, N; ALPERI, J; GONZALEZ, C., 2003. *Cultivo del maíz para silo*. Ediciones KRK, 91 pp.

MUNSON, R.D.; NELSON, W.L., 1990. Principles and practices in plant analysis. En R.L. Westerman (Ed.) *Soil Testing and Plant Analysis*, 359-387. Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI.

PRINCIPADO DE ASTURIAS., 2002. *Cuentas económicas de la agricultura asturiana 2002*. Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias, 185 pp.

REIS, R.A. Jr., 2002. DRIS norms universality in the corn crop. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.*, **33**, 711-735 .

ROBERTS, S.; RHEE, J.K., 1993. Critical nutrient concentration and DRIS analysis of leaf and grain from high-yielding corn. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.*, **24**, 2679-2687.

SOLTANPOUR, P. N.; MALAKOUTI, M. J.; RONAGHI, A., 1995. Comparison of diagnosis and recommendation integrated system and nutrient sufficiency range for corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **59**, 133-139

SUMNER, M.E., 2000. Diagnóstico de los requerimientos de fertilización de cultivos extensivos. Ponencia VIII Congreso Argentino de Siembra Directa, AAPRESID. Mar del Plata, Argentina.

WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ VENEGAS, V.H., 1999. DRIS application alternatives for the coffee (*Coffea canephora* Pierre) crop. *Sci. Agric.*, **56**, 83-92.

WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E., 1987. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Adv. Soil Sci.*, **6**, 149-188.

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA FECHA DE RECOLECCIÓN EN LA CALIDAD NUTRITIVA Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays* L)

L. CAMPO RAMÍREZ Y J. MORENO-GONZÁLEZ.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (C.I.A.M). Apdo 10, 15080 A Coruña.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue establecer el momento óptimo de recolección de la planta de maíz en función del rendimiento de la materia seca (RMS) y otros factores de valor nutritivo evaluados mediante la técnica NIRS. El ensayo se realizó en 2001 y 2002 evaluando nueve híbridos comerciales cosechados en cinco semanas de maduración consecutivas. Se concluye que la novena semana después de la floración femenina es la más conveniente para establecer el momento óptimo de recolección debido a que proporcionó el mayor RMS ($13\ 703\ \text{kg ha}^{-1}$), el mayor contenido de almidón (30,5%), el menor contenido de fibra ácido detergente (ADF) (21,3%), igual contenido de proteína bruta (PB) y un ligero descenso en el contenido de materia seca (MS) (34,4 frente al 36,3% de la décima semana) y en digestibilidad de la materia orgánica (DMO) (71,3 en la novena semana, comparado al máximo alcanzado en la séptima semana 74,5). La parte verde de la planta es la más apropiada para analizar la DMO ya que las diferencias entre las épocas de recolección y los híbridos fueron altamente significativas.

Palabras claves: Digestibilidad de la materia orgánica, Rendimiento en materia seca, Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS), Floración femenina.

STUDY OF EFFECT OF HARVEST DATE IN QUALITY TRAITS AND YIELD OF FORAGE MAIZE (*Zea mays* L.)

SUMMARY

The objective of this study was to establish the optimum harvesting time of the maize plant as function of the dry matter yield (DMY) and other nutritive value factors analysed with near infrared spectroscopy (NIRS). In 2001 and 2002 nine commercial hybrids were grown at five harvesting stages during five consecutive weeks. It is concluded that the ninth week after silking was the most convenient for optimum harvesting time, because it provided the highest DMY ($13\ 703\ \text{kg ha}^{-1}$) and starch content (30.5 %), the smallest acid detergent fiber content (ADF) (21.3 %), similar crude protein content (CP) and a slight decrease in dry matter content (DM) (34.4 vs 36.3% in the 10th week) and DMO (71.3 in the 9th week compared to 74.5 in the 8th week). Sampling of the stover fraction was the most appropriate for analysing the DMO, since the differences between harvesting stages and hybrids were the highest significant.

Key words: digestible organic matter, dry matter yield, Near Infrared Reflectance Spectroscopy, female flowering.

INTRODUCCIÓN

La intensificación en la producción de las explotaciones gallegas conlleva una mayor dependencia de los cultivos forrajeros para la producción de leche. En la época estival el maíz forrajero (*Zea mays* L.) es el cultivo más demandado debido en parte a su alto poder nutritivo, a su alta capacidad para la producción de materia seca y a su corto periodo vegetativo.

Los híbridos forrajeros se han seleccionado frecuentemente en base a su capacidad de rendimiento de la materia seca del grano. Sin embargo la parte verde de la planta representa hasta el 60% (Hunter et al., 1989) de la producción de materia seca total y además, presenta una mayor variabilidad en su calidad nutritiva. Esto ha llevado a la selección de genotipos específicos para la producción de forraje.

En trabajos precedentes se ha estudiado el efecto del genotipo, los factores ambientales y la calidad nutritiva en la producción de maíz forrajero (Hunter et al., 1989; Moreno-González et al., 2000; Darby y Lauer, 2002; Campo y Moreno-González, 2003; Lewis et al., 2004; Flores et al., 2004), sin embargo es necesaria una mayor información sobre la época óptima de recolección y su influencia en la calidad y el rendimiento del cultivo a fin de maximizar dichos parámetros.

Moreno-González et al. (2002), indican que existe un desconocimiento de la variabilidad de la digestibilidad de la materia orgánica entre los híbridos comerciales de maíz. Flores et al. (2004) señalan la homogeneidad del comportamiento de diferentes genotipos con la madurez de la planta, indicando la necesidad de documentar con mayor precisión los cambios estacionales de la calidad de la planta entera de maíz y de sus fracciones, mazorca y parte verde, en diferentes ambientes.

Algunos de los indicadores utilizados para predecir la fecha óptima de recolección del maíz fresco o para ensilado han sido la línea de leche del grano (Hunter et al., 1989), la floración femenina (Flores et al., 2004) y la integral termina o GDU (Darby y Lauer, 2002).

En base a estas premisas los objetivos planteados en este trabajo han sido: (1) estudiar las diferencias en el rendimiento de materia seca, digestibilidad y calidad nutritiva de la mazorca, la parte verde y la planta entera y (2) determinar cual es el momento óptimo de recolección para maíz forrajero y establecer que caracteres son los más estables para realizar los muestreos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo es la continuación de los resultados presentados por Campo y Moreno-González (2003). Los ensayos se realizaron en la Finca experimental del CIAM sita en Mabegondo (A Coruña), en la zona costera atlántica de Galicia, en los años 2001 y 2002. El material vegetal utilizado fue nueve híbridos pertenecientes al ciclo FAO 200, 300 y 400. El ensayo experimental elegido fue un diseño de parcelas subdivididas (Split-plot) con tres repeticiones. La parcela principal fueron las “épocas” que corresponden al momento de la recolección, y las subparcelas los híbridos. Las épocas de recolección fueron cinco que se contabilizaron como las semanas transcurridas consecutivamente tomando como primera de ellas la sexta semana tras la floración femenina.

Cada híbrido fue cosechado individualmente en cinco estados de madurez desde la sexta semana hasta la décima en función de su fecha de floración femenina. En la recolección se tomaron los datos de contenido de (MS) y rendimiento en materia seca (RMS) de la planta entera, de la parte verde y de la mazorca. Las muestras de materia seca de cada fracción fueron analizadas utilizando la técnica de Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS), según las técnicas y ecuaciones citadas en Campo y Moreno-González (2003).

En el análisis estadístico se realizó un análisis combinado para los dos años, los nueve híbridos y las cinco épocas de recolección utilizando el programa PROC GLM del programa SAS. Los años, los híbridos y las repeticiones fueron considerados efectos aleatorios mientras que las épocas fueron evaluadas como efecto fijo ya que se tomaron en función de la fecha de floración femenina. La separación de medias para las épocas se realizó mediante el test LSD cuando se obtenía un test F significativo ($p < 0,5$) en el ANOVA.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Rendimiento de materia seca

En el año 2001 la media del RMS fue significativamente más alta ($13\ 673\ \text{kg ha}^{-1}$) que la del año 2002 ($11\ 099\ \text{kg ha}^{-1}$), mientras que la calidad forrajera fue superior en el año 2002 tanto en PB (6,1% vs 7%), ADF (24,5% vs 20,3%) como DMO (71,4% vs 74%) en los años 2001 y 2002 respectivamente. Este hecho puede ser debido a la diferencia de temperaturas y precipitaciones observadas ya que el año 2001 fue más caluroso lo que propició un crecimiento vegetativo más acelerado y por tanto un incremento de la producción y una disminución de la calidad forrajera.

En el análisis combinado de los dos años hallamos diferencias significativas entre épocas de recolección en el rendimiento de la planta entera y la mazorca pero no en la parte verde (Tabla 1). Tanto en la mazorca como en la planta entera los rendimientos más altos se alcanzan en la novena semana tras la floración femenina (Tabla 2) con valores de 8212 y $13\ 703\ \text{kg ha}^{-1}$ respectivamente que supone un aumento del 18% y 35% respecto a la sexta semana de recolección que es la que presentó los más bajos rendimientos. Karsten et al. (2003) también observaron un incremento del 26 al 50% entre la floración femenina y el estado pastoso-lechoso del grano y Lewis et al. (2004) un incremento del 6,4% entre híbridos cosechados en tres etapas de maduración.

Las diferencias entre los híbridos y los años (Tabla 1) son significativas para el rendimiento de materia seca e indica que las variaciones fenotípicas observadas para estos caracteres deben ser atribuidas tanto a efectos genéticos como ambientales.

Digestibilidad

En el análisis de la digestibilidad las ecuaciones de calibración fueron desarrolladas para las fracciones de mazorca y parte verde. La digestibilidad de la planta entera se estimó en función de digestibilidad de las dos fracciones y la proporción de materia seca de cada una de ellas en la planta total. Los valores de la digestibilidad no difieren significativamente ni para la fracción mazorca ni para la planta entera pero sí en la parte verde (Tabla 1) con valores que oscilan entre 65,4% de la sexta semana y 57,7% en la décima semana (Tabla 2). Moreno-González (2000) y Lewis et al. (2004) encontraron

Tabla 2: Medias de los parámetros de calidad nutritiva, contenido de materia seca y rendimiento de la planta entera y las dos fracciones de la planta en las cinco épocas de recolección.

Epocas	Parte verde					Mazorca				
	PB	ADF	DMO	RMS	MS	PB	ADF	DMO	RMS	MS
sexta	4,76	35,86	65,39	5214	21,98	7,60	11,18	81,76	5362	43,64
séptima	4,61	37,35	64,05	4592	23,17	7,46	9,30	83,12	6059	48,99
octava	4,29	38,60	63,05	4932	23,87	7,72	8,53	83,65	7313	53,26
novena	4,45	41,38	59,25	4460	23,59	7,68	8,19	83,04	8212	57,00
décima	4,16	42,49	57,68	3944	24,71	7,36	7,72	83,58	7711	59,51
sig.est.	ns	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	**	***
LSD	-	1,79	2,28	-	-	-	-	-	836	1,84

Epocas	Planta entera				
	PB	ADF	DMO	RMS	ALM
sexta	6,65	24,11	73,23	11232	19,41
séptima	6,59	22,29	74,49	11325	25,81
octava	6,47	22,24	74,39	13038	26,67
novena	6,52	21,31	71,30	13703	30,50
décima	6,43	21,85	71,40	12640	30,01
sig.est.	ns	ns	ns	**	ns
LSD	-	-	-	915	2,95

PB, ADF, DMO, MS, RMS, ALM, se refiere a proteína bruta, fibra ácido detergente, digestibilidad de la materia orgánica, contenido de materia seca, rendimiento en materia seca y almidón.

*, **, ***, significativamente diferente de cero al 5%, 1% y 0,1%, respectivamente. ns: no significativo.

LSD: mínimas diferencias significativas ($p < 0,05$)

Tabla 1: Cuadros medios del análisis de varianza de diferentes caracteres de calidad y rendimiento del maíz forrajero en cinco épocas de recolección y dos años.

Fuente de variación	Parte verde							Mazorca									
	gl	PB	ADF	DMO	RMS (*10 ⁵)	MS	PB	ADF	DMO	RMS (*10 ⁵)	MS	gl	PB	ADF	DMO	RMS (*10 ⁵)	MS
año	1	141,41 **	862,42 ***	2320,33 ***	58,90 **	4,84 ns	26,77 ns	330,47 **	0,07 ns	754,16 ***	2844,91 ***						
repetición(año)	4	5,29 ***	2,46 ns	4,75 ns	0,80 ns	42,39 ***	1,49 ***	0,46 ns	2,37 ns	5,97 ***	7,94 ns						
época	4	3,15 ns	411,42 ***	579,49 ***	10,60 ns	59,50 ns	1,21 ns	99,14 ns	31,31 ns	78,17 **	2171,92 ***						
época*año	4	4,02 **	10,93 ns	17,50 ns	3,10 **	29,20 ***	3,13 ***	18,88 ***	22,84 ***	2,54 *	9,85 ns						
híbrido*año	8	0,79 ns	27,14 ***	30,49 *	1,84 **	8,80 ns	3,02 ***	7,01 ***	5,43 ns	1,70 ns	24,34 *						
híbrido*época	32	1,12 ns	9,49 ns	18,54 ns	0,47 ns	9,19 *	0,58 ns	1,31 ns	3,70 ns	0,99 ns	7,45 ns						
híbrido	8	10,39 **	139,87 *	131,35 *	23,40 **	10,31 ns	3,55 ns	9,59 ns	22,46 *	10,46 **	42,10 ns						
híbrido*año*época	32	0,88 ***	5,34 **	11,59 ***	0,54 ns	4,71 ***	0,50 ***	1,47 ns	3,19 ns	0,76 ns	8,38 **						
error	176	0,38	2,83	4,24	0,47	2,08	0,23	1,03	2,41	0,76	3,91						
cv (%)		13,9	4,2	3,3	14,8	6,1	6,3	11,2	1,8	12,5	3,7						

Fuente de variación	Planta entera						
	gl	PB	ADF	DMO	RMS (*10 ⁵)	MS	ALM
año	1	56,05 ***	1184,79 *	319,30 ns	459,72 **	24,34 ns	0,52 ns
repetición(año)	4	0,49 *	5,37 ns	40,57 *	10,69 ***	48,48 ***	59,61 **
época	4	0,41 ns	60,20 ns	131,47 ns	68,72 **	646,73 **	1066,68 ns
época*año	4	0,22 ns	69,16 ***	36,01 ns	0,28 ns	31,42 **	205,44 ***
híbrido*año	8	0,45 ns	21,57 ns	73,89 **	0,33 *	18,72 *	67,18 *
híbrido*época	32	0,27 ns	8,88 ns	14,30 ns	0,15 ns	11,07 ns	23,96 ns
híbrido	8	1,93 *	23,13 ns	192,65 ns	55,98 ***	41,14 ns	199,62 ns
híbrido*año*época	32	0,25 *	10,26 ***	20,65 ns	1,41 ns	7,82 ***	22,27 *
error	176	0,17	4,09	16,58	2,07	2,71	14,30
cv (%)		6,2	9,0	5,5	11,6	5,1	14,2

PB, ADF, DMO, MS, RMS, ALM, se refiere a proteína bruta, fibra ácido detergente, digestibilidad de la materia orgánica, contenido de materia seca, rendimiento en materia seca y almidón. RMS está expresado en kg/ha, el resto de caracteres en %.

*, **, ***, significativamente diferente de cero al 5%, 1% y 0,1%, respectivamente. ns: no significativo. cv: coeficiente de variación.

diferencias significativas en la parte verde de la planta, pero tampoco encontraron diferencias significativas en la digestibilidad de la planta entera. La caída en la digestibilidad de la planta entera se ve compensada por el aumento de la fracción mazorca respecto a la parte verde. La digestibilidad más alta de la planta entera se produce en la séptima y octava semana tras la floración femenina (74,49 y 74,39% respectivamente), que concuerdan con los datos presentados por Campo y Moreno-González, (2003). Flores et al. (2004) también encontraron la máxima digestibilidad de la planta entera en la octava semana para los cuatro ambientes estudiados. El efecto año fue altamente significativo solamente en la DMO de la parte verde, con lo cual la DMO de la mazorca y planta entera se ven afectados en menor medida por el año de siembra.

La digestibilidad de la parte verde es un buen carácter para determinar calidad nutritiva del maíz forrajero ya que presenta importantes diferencias significativas entre las épocas y los híbridos. La digestibilidad de la parte verde está muy influenciada por el ambiente por lo tanto es recomendable evaluarlo en diferentes ambientes.

Contenido de proteína bruta

En el estudio de la proteína bruta no encontramos diferencias significativas entre épocas en ninguno de los casos (Tabla 1). Karsten et al. (2003) tampoco encontraron diferencias significativas en el contenido de PB en el año 1999, pero sí en los años 1998 y 2000. Lewis et al. (2004) si que encontraron diferencias significativas en PB de la parte verde y planta entera que disminuye con el avance la fecha de corte. Las diferencias entre los valores medios obtenidos en la novena semana y la sexta, que es la semana de máxima concentración proteica, son de 0,13% para la planta entera (Tabla 2). En la mazorca el mayor contenido proteico se produce en la octava semana tras la floración femenina (7,72%) seguida de la novena semana (7,68%). Karsten et al. (2003) en su trabajo concluyeron que la pérdida en la concentración de PB entre los dos estados de madurez fisiológicos evaluados se ve compensada y superada económicamente por el alto aumento del rendimiento de materia seca observado.

Fibra ácido detergente

El contenido de fibra ácido detergente disminuye con el aumento del periodo vegetativo para la mazorca y planta entera y aumenta para la parte verde ya que los carbohidratos de la parte verde se desplazan a la mazorca con la maduración de la planta (Tabla 2). Las diferencias en el contenido de ADF entre semanas de recolección son significativas en la parte verde de la planta pero no en la mazorca y planta entera (Tabla 1). Estos datos coinciden con los encontrados por Hunt et al. (1989) que hallaron diferencias significativas en el contenido de ADF y NDF en la parte verde de la planta en las tres fechas de maduración evaluadas pero no en la mazorca ni en la planta entera entre las dos fechas de recolección más tardías. Karsten et al. (2003) si que encontraron diferencias significativas en ADF y NDF. El menor contenido de fibra en la planta entera se produce en la novena semana de recolección con un 21,31%. Las diferencias entre los dos años de estudio para ADF fueron altamente significativas en todos los casos por lo tanto se trata de un parámetro que se ve muy influenciado por el medio ambiente.

Contenido de almidón y de materia seca

El contenido de almidón solamente se evaluó en la planta entera sin encontrarse diferencias significativas ni entre las épocas, años e híbridos (Tabla 1). El mayor contenido

de almidón se consigue en la novena semana tras la floración femenina con un valor de 30,5%.

El contenido de materia seca en la planta entera, la mazorca y la parte verde se incrementa progresivamente en cada avance en el estado de maduración de la planta (Tabla 2). Los valores más altos en el contenido de materia seca se hallaron en la última semana de recolección con valores de 24,71% en la parte verde, 59,5% en la mazorca y 36,31% en la planta entera, aunque solamente encontramos diferencias significativas entre las épocas en la mazorca y la planta entera. Las diferencias en la concentración de MS entre las dos últimas semanas de recolección, 1,88%, no fue significativa y además no compensa la pérdida de rendimiento que se produce entre ambas semanas. Hunt et al. (1989) hallaron diferencias significativas en MS en la planta entera y las dos fracciones con un incremento del 21,7% para la parte verde, 23,4% para la mazorca y 30,3% en la planta entera; Karsten et al. (2003) encontraron un incremento del 27 al 60% en MS y Lewis y col. (2004) también encontraron diferencias significativas entre las tres fechas de corte con un incremento del 6,4% de MS.

Sólo encontramos interacción significativa entre híbrido x época para MS de la parte verde, lo que indica que las diferencias en el contenido de materia seca de esta fracción se mantienen independientes de las fechas de corte.

CONCLUSIONES

En base a los resultados de producción y calidad evaluados en el maíz forrajero podemos afirmar que conocer el estado de madurez de la planta es fundamental a la hora de elegir la fecha de recolección más apropiada para cada híbrido. Según este estudio la época idónea a la hora de determinar el momento óptimo de recolección del maíz forrajero correspondería a la novena semana tras la floración femenina ya que en esta época encontramos el mayor rendimiento de materia seca para la planta entera y la mazorca (13 703 y 8212 kg/ha respectivamente) que compensa la pérdida de digestibilidad de la planta entera que se produce en la novena semana (71,3) respecto a la séptima (74,5%) y la pérdida en el contenido de materia seca de la novena semana (34,4%) frente a la décima (36,3%). En esta semana también encontramos el menor contenido de ADF (21,3%) así como el mayor ALM (30,5%) y la pérdida en el contenido proteico entre la sexta semana de máxima concentración y la novena es sólo de 0,13%. Flores et al. (2004) también recomiendan la recolección entre la octava y novena semana tras la floración femenina cuando la planta presenta un contenido medio de MS de 33,3 a 35,9% y el estado de madurez del grano se encuentra entre 1/3 y 3/4 de la línea de leche.

La digestibilidad debe muestrearse en la parte verde ya que diferencia significativamente los cambios que se producen en este parámetro en las semanas de maduración y además presenta la mayor variabilidad entre híbridos. El resto de los parámetros de calidad deben ser muestreados preferentemente en la planta entera ya que la interacción híbrido x año fue menor.

El factor ambiental ejerce una fuerte influencia sobre el rendimiento y sobre alguno de los caracteres de nutrición más relevantes a la hora de seleccionar híbridos (PB, ADF y DMO de la parte verde) por lo tanto es necesario realizar la selección del material vegetal en diferentes ambientes y años para poder elegir los mejores genotipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPO, L.; MORENO-GONZÁLEZ, J., 2003. Evaluación del rendimiento, digestibilidad y otros caracteres de maíz forrajero en diferentes fechas de recolección, 277-283. *Pastos, desarrollo y conservación*. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Ed: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

DARBY, H.M.; LAUER, J.G., 2002. Harvest date and hybrid influence on corn forage maize yield, quality and preservation. *Agronomy Journal*, **94**, 559-566.

FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRAEZ, A.; CASTRO, P.; VALLADARES, J.; CARDELLE, M.; FERNÁNDEZ-LORENZO, B.; DÍAZ-VILLAMIL, L., 2004. Efecto de la fecha de recolección sobre la calidad y rendimiento de la planta de maíz forrajero en Galicia, 297-302. *Pastos y ganadería extensiva*. Actas de la XLIV Reunión Científica de la SEEP. Ed: B. García Criado, A. García Ciudad, B.R. Vázquez de Aldana, Í. Zabalgoeazcoa. Salamanca.

HUNT, C.W.; KEZAR, W.; VINANDE, R., 1989. Yield, chemical composition and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as effected by maturity. *J. Prod. Agric.* **2**:357-361.

KARSTEN, H.D.; ROTH, G.W.; MULLER, L.D., 2003. Evaluation of corn hybrids at two stages of development for grazing heifers. *Agronomy Journal* **95**: 870-877.

LEWIS, A.L.; COX, W.J.; CHERNEY, J.H., 2004. Hybrid, maturity and cutting height interactions on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal* **96**: 267-274.

MORENO-GONZÁLEZ, J.; MARTÍNEZ, I.; BRICHETTE MIEG, I.; LOPEZ, A.; CASTRO, P., 2000. Breeding potential of European flint and US Corn Belt dent maize populations for forage use. *Crop Science*. **40**: 1588-1595.

MORENO-GONZÁLEZ, J.; BRICHETTE MIEG, I.; LOPEZ, A.; ALONSO, R.C., 2002. Parámetros genéticos del rendimiento, digestibilidad y otros caracteres del maíz (*Zea mays* L.) forrajero, 413-418. *Producción de pastos, forrajes y céspedes*. Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el estudio de los pastos. Ed: Univ. de Lleida (España).

DENSIDAD ÓPTIMA DE PLANTAS EN MAÍZ FORRAJERO

R. PELÁEZ VALLE¹, B. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ¹, L.F. ALONSO SIERRA² Y
L. FERNÁNDEZ GARCÍA².

¹ Centro Intercooperativo del Campo de Asturias, Polígono Industrial de Almuña, Valdés (Asturias). ² Asesoramiento Agrario Asturiano S.L. (ASEAGRO), Polígono Industrial de Almuña, Valdés (Asturias).

RESUMEN

A finales de los años noventa, eran escasos los datos disponibles sobre la densidad de planta de maíz forrajero (*Zea mays* L) más aconsejable para la cornisa cantábrica. En un ensayo realizado durante los años 1999 a 2001, se evaluaron diversas densidades de planta (entre 70 000 y 110 000 pies por hectárea en recolección) para dos cultivares de maíz forrajero (cv 'Miguel' y cv 'Pharaon') con una diferencia de ciclo de veinte días, resultando que la densidad de plantas más adecuada en el momento de recolección, para ambos cultivares, se acercaba a los 100 000 pies por hectárea, obteniendo incrementos de producción de más de un 25% con respecto a las densidades más habituales en la comarca (57,26 t ha⁻¹ frente a 45,7 en producción de materia verde, y 18,93 t ha⁻¹ frente a 14,58 en producción de materia seca). No se encontraron diferencias significativas en el valor nutritivo del forraje a diferentes densidades de planta. Las densidades altas reducen la proliferación de malas hierbas.

Palabras clave: materia verde, materia seca, grano, plantas caídas.

OPTIMAL PLANT DENSITY OF FORAGE MAIZE

SUMMARY

In 1999, a few studies or dates are disposable about plant density of forage maize (*Zea mays* L.), and nothing about this question in the cantabrian area. During 1999, 2000 and 2001, we make a experience with the aim to evaluate different plant densities (between 70 000 and 110 000 plant per hectare at harvest time) for two maize varieties (cv 'Pharaon' and cv 'Miguel') that have twenty days of difference between seed time and harvest time. The result of this experiment showed that the most adequate plant density, for both cultivars, is near 100 000 plants per hectare, obtaining increase of yield for more 25% from the usually densities (57,26 t ha⁻¹ to 45,7 of yield, and 18,93 t ha⁻¹ to 14,58 of dry matter). In this assay, we didn't saw differences about the nutritive value (neutral detergent and acid detergent fiber, crude protein, search, enzymatic digestibility of organic matter) of the silage corn forage for the different plant densities; and further, the high densities reduce the weed multiplication.

Key words: yield, dry matter, grain yield, weed control.

INTRODUCCIÓN

La siembra de maíz forrajero (*Zea mays* L.) para ensilado en el noroeste español ha aumentado de forma importante los últimos años, paralelamente a la disminución de la siembra de maíz grano. Se han producido también algunos cambios en el manejo del cultivo, derivados sobre todo de la incorporación de maquinaria tanto de siembra como de recolección que han aportado bastante innovación.

Los criterios sobre alimentación de vacuno lechero puestos en práctica a finales de los años noventa se marcan como objetivo pasar de 10 kg por vaca y día de consumo de ensilado de maíz a superar los 20 kg (actualmente en algunas explotaciones se alcanzan los 25 kg por vaca y día). Ello ha traído consigo la preocupación cada vez mayor por utilizar el material vegetal más conveniente, tanto desde el punto de vista productivo como de valor nutritivo.

Ahora bien, es importante conocer de qué manera se aprovecha mejor el potencial genético de las nuevas variedades que se incorporan al mercado en nuestras condiciones de cultivo. Muslera y Ratera (1991) exponen la conveniencia de superar los 100 000 pies por hectárea, pero los datos proceden de Nueva Zelanda. Fernández de Gorostiza *et al* (1990) recomiendan densidades entre 75 000 y 110 000 plantas según clima, suelo y manejo. La información sobre evaluación de variedades de maíz forrajero hace observar que las densidades de siembra que se utilizan son mucho mayores (por ejemplo, informes de la AGPM en Francia, con dosis de siembra de 110 000 plantas por hectárea en ciclos similares). Algunos trabajos concluyen que se puede aumentar la producción de materia seca en maíz forrajero con mayores densidades de plantas (Karlen *et al*, 1985) sin variaciones en el valor nutritivo (Graybill *et al*, 1991; Cusicanqui y Lauer, 1999).

Teniendo en cuenta la iniciativa del Centro Intercooperativo del Campo de Asturias (Sociedad Cooperativa de 2º grado) de realizar y colaborar en ensayos que permitan abordar cuestiones referentes a la agronomía de los cultivos forrajeros, el objetivo de este trabajo ha sido determinar la densidad óptima de plantas de maíz forrajero en las condiciones agroclimáticas del occidente de Asturias, utilizando como criterios de valoración la producción de materia verde y seca por hectárea, el valor nutritivo, el porcentaje de plantas caídas, la densidad de plantas en recolección y el control de malas hierbas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La finca experimental, con una superficie aproximada de una hectárea, está situada en la localidad de Almuña (Valdés, Asturias), es llana y sin protección frente a vientos, a 30 metros de altitud.

El ensayo se realizó con dos variedades, seleccionadas por ser las más sembradas entre las de ciclo parecido, utilizando para ello los datos de duración de ciclo que empiezan a estar disponibles de la evaluación de variedades que el SERIDA lleva realizando desde 1996 (Martínez, 1998). Las variedades seleccionadas fueron cv 'Miguel' (FAO 350) y cv 'Pharaon' (FAO 250), que en las condiciones agroclimáticas de la zona mantienen una diferencia de ciclo de 20 días.

Las labores en presiembra consistieron en laboreo convencional en la finca, con pase de arado y fresadora y la incorporación a toda la superficie del siguiente abonado: 290 kg ha⁻¹ de Súper 45 (45% de P₂O₅), 350 kg ha⁻¹ de Cloruro de potasa (60% de K₂O) y 740 kg ha⁻¹ de Nitrato amónico cálcico (27% de N). En el otoño anterior al inicio del ensayo le había sido aplicada una enmienda caliza de 1800 kg ha⁻¹ de carbonato cálcico.

Se dispuso un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones para ensayar cinco densidades (70 000, 80 000, 90 000, 100 000 y 110 000 plantas por hectárea) en el **momento de recolección** para los dos cultivares seleccionados, en parcelas de cuatro líneas de cada cultivar (2,8 metros de ancho) y seis metros de largo, con pasillos de dos metros entre repeticiones y entre densidades.

La siembra se realizó manualmente, en líneas separadas 70 cm, en dosis un 20% superior a la esperada en recolección; en el estado de seis a ocho hojas, una vez garantizada la supervivencia de las plantas frente a ataques de rosquilla (larvas de *Agrotis* spp) y el control de malas hierbas, se procedió al aclareo para dejar cada parcela con el número de plantas deseado.

La recolección se llevó a cabo cuando el grano estaba en estado pastoso-vítreo (próximo al 35% de materia seca); se recogieron las dos líneas centrales de cada parcela y se pesaron todas las plantas. También se contaron las plantas caídas y se valoró la cobertura de malas hierbas.

Se seleccionaron diez plantas en las que se separó la mazorca y se pesaron por separado para establecer la relación mazorca/planta. Las mazorcas se dejaron secar (% de humedad próximo al 14%) para desgranar y se estimó la producción de grano en cada densidad. Por cuarteo sucesivo de la muestra inicial se seleccionaron otras dos plantas que constituyen la muestra para establecer el valor nutritivo de cada densidad. Se trocearon en una picadora eléctrica para maíz y se mantuvieron en nevera para ser enviadas al Laboratorio de Nutrición del SERIDA de forma urgente.

Para el análisis estadístico se contempló un modelo de análisis de varianza con tres factores de efecto fijo (año, variedad, densidad). Al no aparecer interacciones significativas a excepción año x variedad, y ser ésta solamente cuantitativa, se procedió a la separación de medias ajustadas por mínimos cuadrados.

En ambos casos se utilizó el paquete estadístico SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de suelo de la parcela experimental que resume sus características de fertilidad se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de fertilidad de la parcela de ensayo.

PARAMETRO	VALOR
Textura	Franco-arenoso
pH (agua 1:2,5)	5.38
Materia orgánica	5.89
Relación C/N	11,22
Fósforo (Olsen)	29
Potasio (AcNH4 1N)	266
Calcio (AcNH4 1N)	1202
Magnesio (AcNH4 1N)	134

Los resultados de producción de ambas variedades se presentan en las Tablas 2 y 3. En la tabla 2 se recogen las producciones del cv `Pharaon` en kg ha⁻¹ de materia verde y de materia seca en los tres años de ensayo para las diferentes densidades. Igualmente en la tabla 3 para el cv `Miguel`.

Tabla 2. Producciones de materia verde y de materia seca del cv `Pharaon` en los tres años de la experiencia.

DENSIDAD	Materia verde (kg ha ⁻¹)			
	Año 1999	Año 2000	Año 2001	
70000	37 527	40 045	50 312	
80000	43 106	47 078	50 373	
90000	44 910	47 206	59 063	
100000	50 633	54 499	59 583	
110000	48 525	49 929	53 884	
DENSIDAD	Materia seca (kg ha ⁻¹)			
	70000	12 458	12 059	14 246
	80000	14 628	12 818	15 249
	90000	15 395	13 895	17 025
	100000	18 242	14 794	18 049
	110000	16 659	14 684	16 427

Tabla 3. Producciones de materia verde y de materia seca del cv 'Miguel' en los tres años de la experiencia.

DENSIDAD	Materia verde (kg ha ⁻¹)		
	Año 1999	Año 2000	Año 2001
70000	53 205	40 616	52 525
80000	56 124	48 669	55 564
90000	56 408	46 415	58 887
100000	61 490	56 891	60 496
110000	58 618	54 208	50 704
DENSIDAD	Materia seca (kg ha ⁻¹)		
	Año 1999	Año 2000	Año 2001
70000	15 697	13 437	19 619
80000	16 313	16 180	20 862
90000	17 262	17 194	22 791
100000	19 011	20 485	23 020
110000	19 409	18 856	21 234

Tabla 4. Producciones de materia verde y de materia seca por hectárea según densidad de plantas.

DENSIDAD	Materia verde (t ha ⁻¹)			Materia seca (t ha ⁻¹)		
	M.V.	SD		M.S.	SD	
70000	45,70 ± 7,92	c		14,58 ± 3,14	d	
80000	50,15 ± 6,93	b		16,01 ± 3,02	c	
90000	52,15 ± 7,38	b		17,41 ± 3,09	b	
100000	57,26 ± 6,94	a		18,93 ± 3,19	a	
110000	52,64 ± 7,36	b		17,87 ± 3,05	b	

M.V.: Materia verde; M.S.: Materia seca; SD.: Desviación estándar.
a, b, c, dentro de la misma columna indican diferencias significativas para P<0,05.

Tabla 5. Producciones de materia verde y de materia seca según variedades.

VARIEDAD	Materia verde (t ha ⁻¹)			Materia seca (t ha ⁻¹)		
	M.V.	SD		M.S.	SD	
cv 'Pharaon'	49,14 ± 8,30	b		15,12 ± 2,75	b	
cv 'Miguel'	54,18 ± 7,20	a		18,78 ± 3,02	a	

M.V.: Materia verde; M.S.: Materia seca; SD.: Desviación estándar.
a, b, c, dentro de la misma columna indican diferencias significativas para P<0,05.

En la tabla 4 se observa cómo tanto la producción de materia verde como de materia seca se incrementa desde las 70 000 plantas (45 704 kg ha⁻¹ de materia verde y 14 585 kg ha⁻¹ de materia seca) hasta la densidad de 100 000 plantas por hectárea (57 265 kg ha⁻¹ de materia verde y de 18 933 kg ha⁻¹ de materia seca), con tendencias similares en los diferentes años (incrementos del 25,29% en materia verde y del 29,81% en materia seca). La densidad de 100 000 plantas por hectárea da los valores máximos y la de 70 000 los mínimos, difiriendo significativamente (o al menos a nivel de tendencia) de cada uno de los demás.

Los resultados que se muestran en la Tabla 5 ponen de manifiesto cómo la variedad 'Miguel' resulta más productiva que la variedad 'Pharaon' (54,18 t ha⁻¹ de materia verde frente a 49,14, y 18,78 t ha⁻¹ de materia seca frente a 15,12, es decir, un 10,25% más de materia verde y un 24,2% más de materia seca). Estadísticamente, la interacción año x variedad resultó altamente significativa, aunque de forma menos acusada en el primer año. Para ambos cultivares se observa que el año 2000 resultó menos productivo, debido a la climatología adversa durante el mes de mayo que obligó a una siembra tardía.

No se encontraron diferencias significativas en el valor nutritivo (fibra neutro detergente y ácido detergente, proteína bruta, almidón, digestibilidad enzimática de la materia orgánica) de cada cultivar a las diferentes densidades, aunque sí entre los cultivares. Relacionado con ello, en la Tabla 6 se presentan los datos de producción de grano a diferentes densidades, y en la Tabla 7 la producción media de grano de cada cultivar en los tres años. Se observa cómo la producción de grano aumenta con la densidad de plantas, aunque el incremento es menor cada año sucesivo de ensayo, dándose incluso la circunstancia de que el tercer año el cv 'Miguel' produce menos grano a partir de las 90 000 plantas de densidad, probablemente debido a que fue el año con mayor caída de planta, que se produjo en buena parte en el mes de agosto (época de floración y cuajado).

Tabla 6. Producción media de grano para las diferentes densidades de planta.

DENSIDAD	Producción grano (t ha ⁻¹)		
	Grano	SD	
70000	11,55 ± 0,56		b
80000	11,93 ± 0,81		b
90000	12,48 ± 1,20		a
100000	12,74 ± 0,95		a
110000	12,68 ± 0,32		a

SD.: Desviación estándar. Letras distintas (a, b) dentro de la misma columna indican diferencias significativas para P<0,05.

Tabla 7. Producción media de grano de ambos cultivares.

VARIEDAD	Producción grano (t ha ⁻¹)		
	Grano	SD	
cv `Pharaon`	11,96 ± 0,57		b
cv `Miguel`	12,59 ± 0,11		a

SD.: Desviación estándar. Letras distintas (a, b) dentro de la misma columna indican diferencias significativas para P<0,05.

El porcentaje de plantas caídas no tuvo incidencia para el cultivar de ciclo más corto (Pharaon), mientras que para el cv Miguel fue incrementándose con la densidad, del modo siguiente: 0% para 70 000 plantas, 1% para 80 000, 3,7% para 90 000, 8,3% para 100 000 y más de 13% para 110 000 plantas. En el momento en que se inicia el ensayo, se considera grave una caída de plantas superior al 10%, por las dificultades de recolección.

La cobertura de malas hierbas y la floración y producción de semillas disminuyó de forma importante al aumentar la densidad, de manera que eran muy escasas las plantas existentes en las parcelas de las tres densidades superiores.

CONCLUSIONES

La primera conclusión derivada de este ensayo es que la variedad Miguel (20 días más de ciclo) es más productiva que la variedad Pharaon en todas las densidades y todos los años del ensayo.

La segunda conclusión y más importante es que la densidad óptima de plantas de maíz por hectárea, en el momento de recolección y en las condiciones de la zona costera de Asturias, independientemente del ciclo de la variedad, se sitúa entre las 90 000 y las 100 000 plantas.

Por encima de las 100 000 plantas /ha, el porcentaje de plantas caídas parece alcanzar niveles que harían muy difícil la recolección.

Densidades de plantas adultas (en recolección) superiores a 90 000 plantas por hectárea impiden de forma muy eficaz la proliferación de malas hierbas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION GENERALE DES PRODUCTEURS DE MAIS (AGPM). 1998. *Resultats des essais varietes mais grain et mais fourrage 1998*. Ed. AGPM, 48 pp. París (Francia).

CUSICANQUI, J.A.; LAUER, JG.,1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal* ,91, 911-915.

FERNANDEZ DE GOROSTIZA YSBERT, M.; ESTEBAN DURAN, J.; PABLO DEL MONTE, J.; DE LIÑAN VICENTE, C.; MARQUEZ DELGADO, L., 1990. Siembra. En: *Vademécum del maíz*, 57-128. Ed./Co. M. FERNANDEZ DE GOROSTIZA YSBERT, C. DE LIÑAN VICENTE. C. De Liñan Vicente. Madrid (España).

GRAYBILL, JS.; COX, WJ.; OTIS, DJ. 1991. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date and plant density. *Agronomy Journal*, **83**, 559-564.

KARLEN, D.L.; CAMP, C.R.; ZUBLENA, J.P., 1985. Plant density, distribution and fertilizer effects on yield and quality of irrigated corn silage. *Soil Sci. Plant Analysis*, **16(1)**, 55-70.

MARTINEZ MARTINEZ, A., 1997. Variedades de maíz forrajero. *Tecnología Agroalimentaria*. Boletín informativo nº 3. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA). Ed. Consejería de Agricultura del Principado de Asturias (España).

MARTINEZ MARTINEZ, A., 1998. Variedades de maíz forrajero. En: *Memoria de actividades 1997*, 142-148. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA). Ed. Consejería de Agricultura del Principado de Asturias (España).

MUSLERA PARDO, E.; RATERA GARCIA, C., 1991. *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento*. Ediciones Mundi-Prensa, 674 pp. Madrid (España).

S.A.S., 1990. SAAS/STAT User`s Guide. Ver. 6. Fourth Edition. SAS Institute Inc., North Carolina (USA).

DISTINTOS SISTEMAS DE ESCARDA EN MAÍZ FORRAJERO

R. SUÁREZ, J. PIÑEIRO Y J. VALLADARES.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña

RESUMEN

Se ha efectuado un experimento en la localidad de Mabegondo (Abegondo-A Coruña) para comprobar los efectos sobre la cantidad de malas hierbas, la producción y calidad de maíz (*Zea mays* L.) de tres tratamientos herbicidas ecológicos (manual, mecánico y térmico) comparándolos con un tratamiento químico tradicional y una parcela sin tratar.

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los parámetros medidos, excepto en el control de las malas hierbas, siendo la producción de las mismas en kg/ha de materia seca de 5 178 en el testigo sin tratar, 3 189 en el tratamiento térmico, 1 225 en el químico, 1 073 en el mecánico y 536 en el manual.

La heterogeneidad del suelo ha impedido que las diferencias en la producción de maíz sean estadísticamente significativas, aunque hay diferencias importantes, siendo las producciones alcanzadas (en kg/ha de materia seca) de 16 217 en el tratamiento manual, 13 759 en el mecánico, 13 648 en el químico, 11 782 en el testigo y 11 690 en el térmico.

Los parámetros de calidad nutricional tampoco han dado lugar a diferencias estadísticamente significativas.

Palabras clave: control malas hierbas, *Zea mays*, ecológico.

WEED CONTROL IN FORAGE MAIZE

SUMMARY

One trial was established in Galicia (NW Spain) to evaluate the effect on forage maize (*Zea mays* L.) yield and quality and weed production of 3 non-chemical weed control systems: mechanic, thermal (flame weeder) and hand weeding. They were compared with one chemical weeder and no weeding (control).

None statistical significant differences between weed control systems were found, except in weed yield. Weed yield was (kg/ha dry matter): 5 178 for control, 3 189 for thermal, 1 225 for chemical, 1 073 for mechanical and 536 for hand weeding.

Maize yield (kg/ha dry matter) was 16 217 for hand weeding, 13 759 for mechanic, 13 648 for chemical, 11 782 for control and 11 690 for thermal, although not significative differences were found.

Key words: weed control, *Zea mays*, organic agriculture.

INTRODUCCIÓN

Debido a la existencia de demanda de productos ecológicos, se ha producido en Galicia la promoción de producción láctea ecológica, con la necesidad de la consiguiente transformación de algunas explotaciones para satisfacer esta demanda.

En este sentido, en Galicia se ha pasado de 97 productores y 265 ha de cultivo en 2000 (AEA, 2000) a 230 productores y 3 585 ha en 2002 (AEA, 2002). De estos productores, según el “Consello Regulador da Agricultura Ecolóxica de Galicia” (CRAEGA) existen 19 dedicados a la producción de maíz.

Además, la FAO prevé un aumento importante en el consumo de este tipo de producciones, ya que en 1998 el comercio de productos orgánicos a nivel europeo no superaba el 1%, estimándose que puede llegar a entre un 5% y 10% (FAO, 1998).

Este tipo de explotaciones dan lugar a una cierta demanda de información sobre aspectos relacionados con la producción ecológica de forrajes. Dentro de ellos, el maíz constituye un componente esencial de verano en las rotaciones forrajeras actuales en Galicia, siendo el empleo de herbicidas una técnica de uso ineludible en las explotaciones convencionales, puesto que la competencia de las malas hierbas puede reducir enormemente la producción, incluso hasta un 44% en el peso de las mazorcas (Torner *et al.*, 1995).

Por ello se iniciaron en 2001 algunas experiencias en una granja ecológica con maíz forrajero para intentar ver algunos efectos del tratamiento mecánico en la escarda de maíz forrajero ecológico (Piñeiro *et al.*, 2002).

Este experimento pretende continuar el anterior, investigando algunas consecuencias de la utilización de métodos alternativos de escarda a la utilización de herbicidas además del mecánico. Los métodos seleccionados han sido la escarda manual, la escarda mecánica y la escarda térmica. Se han comparado todas ellas con un testigo al que no se ha efectuado escarda y un tratamiento herbicida convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El experimento se ha situado en la finca del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (Abegondo, A Coruña, a 43° 14' 50" latitud, 8° 15' 14" longitud y 100 m de altitud). El cultivo anterior en dicha parcela fue trigo.

Diseño estadístico

Bloques al azar con 4 repeticiones.

Parcelas de 15 m de largo con líneas separadas 0,7 m, variando el número de líneas sembradas en función del tratamiento (ver apartado siguiente).

Tratamientos

- 1. Testigo: sin ningún tipo de escarda. Líneas sembradas: 5.
- 2. Manual: escarda manual de la parcela, previo pase de binadora (marca “Guerra”) el 5.07.04. Líneas sembradas: 5.
- 3. Químico: tratamiento con 6 l/ha de producto comercial a base de Alacloro 35% + Atrazina 20%, aplicado con máquina de ancho de trabajo 4 m el 8.06.04. Líneas sembradas: 8.
- 4. Térmico: máquina de tratamiento marca “Hoaf”, 3 m de ancho de trabajo, utilizando la máxima potencia de ventilador con un tractor de 130 CV en tercera a 1500 rpm (2,2 km/h). Aplicado el 9.06.04. Líneas sembradas: 7. Este tratamiento se efectúa con el maíz en estado de tres hojas, elevando el aforo la temperatura a nivel de suelo a unos 80°C. En ese momento, se pretende eliminar las malas hierbas en un estadio inicial de desarrollo, mientras que el maíz, con un desarrollo mayor, puede soportar el tratamiento y continuar su crecimiento.
- 5. Mecánico: pase de grada de púas (marca “Vertikator”) el 8.06.04, con ancho de trabajo 2,5 m. Esta máquina trabaja en toda la superficie, desarraigando las malas hierbas en estado muy temprano, mientras que afecta poco a las plantas de maíz. Se ha complementado con el pase de binadora (marca “Guerra”) el 5.07.04. Esta máquina, a diferencia de la anterior, trabaja solamente entre líneas, pero es capaz de eliminar parte de las malas hierbas con un desarrollo mayor que en el caso de la máquina anterior. Líneas sembradas: 6

Siembra

Se han sembrado líneas de maíz de 15 m de longitud con máquina marca “Monosem”, de distribución neumática de grano, a una densidad de 100 000 semillas/ha, el 27.05.04, con el objeto de alcanzar una densidad final de 90 000 plantas/ha. Las semillas correspondían a la variedad comercial ‘Benicia’ (ciclo FAO 200).

Se sembró un exceso de líneas respecto a las de los tratamientos para proteger del efecto de borde.

Previamente a la siembra, se abonó con 500 kg/ha de abono complejo 9-18-27.

Recolección y toma de datos

Se realizó la cosecha del material utilizando el criterio de que la línea de leche del grano se situara sobre la mitad del mismo, con lo que la materia seca esperada de la planta entera se situaría en torno al 30%-35%, siendo la fecha de recolección 29.09.04.

Se cosecharon de forma manual, utilizando una hoz, dos líneas centrales representativas de cada uno de los tratamientos en cada repetición, tomando el peso total de las mismas y contando el número de plantas. La siega se efectuó a una altura media de 5 cm sobre el suelo.

En dichas dos líneas, después de la cosecha de maíz, se segaron manualmente, también con una hoz, las malas hierbas correspondientes, pesándolas en verde y enviándolas al laboratorio para calcular su materia seca.

Posteriormente se seleccionaron 30 plantas de maíz al azar en cada parcela, evitando las plantas poco representativas, sobre las cuales:

- Se midió la longitud total, de base de planta hasta penacho, inclusive.
- Se tomó el peso de las mazorcas sin espatas.
- Se tomó el peso del tallo+hojas+espatas (en adelante, caña)
- Se picaron las mazorcas y tomó una muestra homogénea de 300 g para laboratorio.
- Se picaron las cañas y se tomó una muestra homogénea de 300 g para laboratorio. Las muestras de caña y mazorca, así como las de malas hierbas, se llevaron a laboratorio para realizar las siguientes operaciones:
- Secado en estufa con aire forzado a 80° C durante 17 horas y cálculo de proporción de materia seca.
- Molienda en molino de martillos con malla de 1 mm (no se efectuó para malas hierbas).
- Análisis de cenizas, proteína bruta (PB), fibra ácido-detergente (ADF), carbohidratos no estructurales totales (CNET) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (IVOMD) de las muestras (excluidas las de malas hierbas) mediante técnica NIRS según Castro *et al.* (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de planta

La densidad de planta final se indica en la Tabla 1. No existieron diferencias estadísticamente significativas en este aspecto entre los distintos tratamientos, aunque el valor más bajo corresponde al tratamiento térmico, lo que puede indicar una cierta mortalidad de planta debida al mismo. Por el contrario, el tratamiento mecánico no parece haber dañado plantas de maíz.

Tabla 1. Densidad de siembra en plantas/ha en cada tratamiento

Tratamiento	Densidad planta (plantas/ha)
Testigo	91 691
Térmico	88 380
Químico	90 943
Mecánico	91 471
Manual	90 278
Media	90 553

Producción de malas hierbas y rendimiento del maíz

En la Tabla 2 se recogen las producciones de malas hierbas según el tratamiento aplicado. Puede verse la eficacia del tratamiento químico convencional y del tratamiento mecánico, similares ambas.

Sin embargo, el tratamiento térmico no ha sido tan efectivo, aunque si ha sido estadísticamente más eficaz que el testigo.

Tabla 2. Producción de malas hierbas (kg/ha ms)

Tratamiento	Producción malas hierbas (kg/ha ms)	Test Duncan (1)
Testigo	5 178	a
Térmico	3 189	b
Químico	1 225	c
Mecánico	1 073	c
Manual	536	c

Coefficiente de variación (CV):41%

(1) Letras iguales en esta columna indican que las producciones no son significativamente distintas ($p < 0,05$)

En la Tabla 3 se indican los rendimientos en materia seca que ha alcanzado el maíz según los distintos tratamientos. Aunque existen diferencias agronómicas importantes, no han sido estadísticamente significativas debido a la gran variabilidad encontrada, asociada a la heterogeneidad del suelo.

Tabla 3. Rendimiento productivo de cada tratamiento (kg/ha ms)

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha ms)
Testigo	11 782
Térmico	11 690
Químico	13 648
Mecánico	13 759
Manual	16 217

CV: 25%

La mayor eficacia del tratamiento manual en el control de las malas hierbas se refleja también en una mayor producción de maíz. Sin embargo, el tratamiento térmico no ha dado lugar a una producción de maíz muy diferente que la de la parcela testigo, a pesar de que es estadísticamente más eficaz controlando las malas hierbas. Esto puede ser un resultado de que dicho tratamiento afecte también a las plantas de maíz, eliminando algunas, según se ha visto en el apartado correspondiente a la densidad de siembra. No obstante, este efecto podría compensarse económicamente con un posible menor coste en el tratamiento comparado con el químico (Sullivan, 2001), aunque no se poseen datos propios al respecto.

Los tratamientos químico y mecánico han dado lugar a un rendimiento en maíz bastante similar, e intermedio entre el manual y los tratamientos térmico y parcela testigo.

Las malas hierbas predominantes en todos los tratamientos pertenecían a los géneros *Silene* y *Digitaria*.

Respecto a trabajos anteriores (Piñeiro *et al.*, 2001), las diferencias de rendimiento del maíz entre el tratamiento mecánico y el testigo han sido menores (2 t/ha en el experimento actual, 6,4 t/ha en el anterior). La explicación puede residir en el distinto historial de cultivo: en el ensayo actual la parcela procedía de un cultivo de trigo, mientras que en el ensayo del trabajo publicado en 2001 se trabajó una parcela que el año anterior se había dedicado también a maíz. Por este motivo había una presencia mayor de malas hierbas (7,4 t/ha), siendo ésta la causa de que el testigo diese menor rendimiento en el ensayo anterior: el rendimiento de maíz en la parcela testigo actual fue de 11,8 t/ha, frente a 6,6 t/ha del trabajo anterior, mientras que los rendimientos de maíz en el tratamiento mecánico fueron bastante similares (13,8 t/ha y 14,8 t/ha respectivamente). Esto refuerza la importancia de las rotaciones de cultivos en la agricultura ecológica.

En cualquier caso, las condiciones ambientales afectan mucho a la eficacia de los tratamientos mecánico y térmico, siendo deseable un tiempo seco en el momento de la aplicación (térmico) o inmediatamente después (mecánico) para una mayor eficacia de los mismos (Parish, 1990). En este ensayo sí se han producido estas condiciones meteorológicas favorables después de la aplicación de los tratamientos.

Calidad nutritiva

Efectuados los análisis según predicción NIRS de los parámetros nutricionales, no se han observado diferencias estadísticamente significativas en ninguno de ellos, indicados en la tabla 4.

No obstante, se observa una gradación en algunos parámetros que parece indicar una tendencia a presentar una mayor calidad en el tratamiento manual (mejor proporción de CNET e IVOMD, más baja en ADF) y menor en el testigo, situándose los otros sistemas de escarda en una posición intermedia. Estas diferencias pueden explicarse por el diferente desarrollo de la mazorca a que han dado lugar los distintos tratamientos, siendo muy superior en el tratamiento manual y bastante baja en el caso de la parcela testigo, situándose también en valores intermedios en el resto de los tratamientos.

Tabla 4. Calidad de la planta fresca de maíz con cinco tratamientos de escarda, indicando su contenido en cenizas, proporción de mazorca expresada en porcentaje en materia seca sobre el total de la planta, fibra ácido-detergente (ADF), carbohidratos no estructurales totales (CNET), proteína bruta (PB), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (IVOMD) y materia orgánica digestible (MOD); todos los datos expresados en porcentaje sobre materia seca (% s. ms) excepto IVOMD, que se expresa en porcentaje sobre materia orgánica (% s. mo) y MOD, en kg/ha de materia orgánica digestible.

Tratamiento	Cenizas (% s. ms)	Mazorca (% s. ms)	ADF (% s. ms)	CNET (% s. ms)	PB (% s. ms)	IVOMD (% s. mo)	MOD (kg/ha mod)
Manual	3,9	58	22,8	43,1	5,8	71,2	11 045
Mecánico	3,8	52	25,1	39,6	5,3	69,3	9 201
Químico	4,0	53	25,2	40,3	5,1	68,0	8 949
Térmico	3,6	50	25,0	40,1	5,2	69,5	7 873
Testigo	4,0	45	27,0	37,4	5,0	67,0	7 632

CONCLUSIONES

Se ha observado en el campo de ensayos una cierta heterogeneidad en el suelo que ha dado lugar a que no existan diferencias estadísticamente significativas en parámetros cuyas diferencias de medias entre tratamientos son elevadas, de manera que solamente puede afirmarse que existen diferencias significativas en el control de las malas hierbas entre ellos.

Sin embargo, la productividad medida en materia seca por hectárea o en materia orgánica digestible, indica una diferencia agronómica importante entre la escarda manual y el resto de los tratamientos.

Asimismo, los parámetros de calidad utilizados parecen separar los tratamientos en tres grupos: uno de mayor calidad, formado por el tratamiento manual; otro de menor calidad, formado por el testigo, y un tercero intermedio formado por el resto de los tratamientos de escarda.

Se hace necesario repetir el ensayo para confirmar, en su caso, si existe significación estadística en estas tendencias apreciadas en campo.

BIBLIOGRAFÍA

AEA, 2000. Anuario de Estadística Agraria 2000. Disponible en: http://www.xunta.es/conselle/ag/public/aea2000/fr_154.htm

AEA, 2002. Anuario de Estadística Agraria 2002. Disponible en: http://www.xunta.es/conselle/ag/public/aea2002/fr_161.htm

CASTRO, P.; FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; CARDELLE, M., 2001. Predicción del valor nutritivo de ensilados mediante NIRS. *Actas de la XLI Reunión científica de la SEEP y I Foro Iberoamericano de Pastos*, 407-411.

FAO, 1998. Perspectivas del mercado para los alimentos y las bebidas de origen orgánico. Disponible en: <http://www.fao.org/unfao/bodies/ccp/citrus/98/98-4s.htm>

PARISH, S., 1990. A review of non-chemical weed control techniques. *Biological Agriculture and Horticulture*, 7, 117-137.

PIÑEIRO, J.; SUÁREZ, R.; DÍAZ, N.; FERNÁNDEZ, J., 2001. Cultivo de maíz forrajero ecológico. *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica y I Congreso Iberoamericano de Agroecología*, 1253-1261

SULLIVAN, P., 2001. Flame weeding for agronomic crops. Disponible en: <http://www.attra.org/attra-pub/flameweed.html>

TORNER, C.; SÁNCHEZ DEL ARCO, M.J.; PARDO, A.; SUSO, M.L.; CAUDEVILLA, E.; ZARAGOZA, C., 1995. Crecimiento del maíz en competencia con *Chenopodium album* L. y *Datura stramonium* L. *Actas de la reunión de la Sociedad Española de malherbología (1995)*, 323-328.

CONTROL DE LA FLORA ARVENSE EN ROTACIONES ECOLÓGICAS CON MAÍZ FORRAJERO

N. PEDROL Y A. MARTÍNEZ.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
33820. Grado. Asturias. (España). npedrol@serida.org

RESUMEN

La abundancia y la composición de especies arvenses, así como sus efectos sobre las producciones de maíz forrajero, se compararon tras tres años de rotaciones ecológicas de distinta intensidad de manejo y alternativa de cultivos. Las rotaciones se establecieron al azar sobre una pradera multiespecífica en pastoreo, con un banco de semillas inicialmente homogéneo. Se aplicó control mecánico de malas hierbas (escarda vs. rastreo) en las parcelas con manejo más intensivo. La secuencia de cultivos y la intensidad de manejo afectaron significativamente a la composición final de especies arvenses. Las prácticas de manejo más intensivas produjeron un descenso significativo de la cosecha de maíz, ya que promovieron una dominancia crítica de las especies más invasivas *Amaranthus retroflexus* y *Chenopodium album*, a pesar del control mecánico. Las rotaciones de menor intensidad que incluyeron praderas de raigrás-trébol ejercieron un control natural de malas hierbas en el cultivo de maíz forrajero subsiguiente, mostrando mayor diversidad de arvenses y equilibrio en sus proporciones relativas.

Palabras clave: Agricultura Ecológica, alternativa de cultivos, control natural y control mecánico de la flora arvense.

WEED CONTROL IN ORGANIC ROTATIONS WITH FORAGE MAIZE

SUMMARY

The abundance and species composition of weed communities, as well as their effects on forage maize production were compared after three years of organic rotations under different management intensity and crop sequences. Rotations were established at random on an old low-input mixed sward for grazing, thus providing initial homogeneity in the weed seed bank. Mechanical weeding (harrowing vs. brushing) were applied to forage maize under the most intensive management. Crop sequence and management intensity affected significantly the final composition of weed community. The most intensive cropping practices produced a significant decrease in maize yield by promoting critical dominance of the invasive weeds *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album*, in spite of mechanical weed control. Low-intensity crop sequences including ryegrass-clover swards exerted a natural weed control to the subsequent organic forage maize, maintaining weed species diversity and moderate changes in relative proportions.

Key words: Organic Farming, crop sequence, natural weed control, mechanical weed control.

INTRODUCCIÓN

La conversión de convencional a ecológico es sin duda un período difícil para los ganaderos. En el caso de la ganadería de leche en Asturias, el principal obstáculo es la disponibilidad de tierras, puesto que la carga ganadera en la explotación debe ser menor que en convencional. La pérdida económica que conlleva el descenso de producción puede sin embargo compensarse a medio plazo con el autoabastecimiento de nutrientes obtenidos en la propia explotación, que puede paliar la dependencia de la compra de concentrados caros. En este sentido, los cultivos forrajeros ecológicos son un complemento indispensable de las praderas mixtas de larga duración.

La Agricultura Ecológica (AE) excluye por completo el uso de productos fitosanitarios químicos (EC 2092/91). Los ganaderos de la Cornisa Cantábrica que han tomado la decisión de convertir sus granjas a ecológico se muestran reacios a cultivar su propio maíz forrajero, puesto que asumen que sin el uso de herbicidas tendrán serios problemas de malas hierbas (Pedrol y Martínez, 2005). Ciertamente, las malas hierbas no sólo reducen la cosecha por competencia con el cultivo, sino que interfieren en la recolección y reducen la calidad del silo, sin olvidar que algunas especies arvenses son tóxicas para el ganado. Pero, es importante resaltar que la AE no pretende la erradicación de las malas hierbas (Liebman *et al.*, 2001; Culleton *et al.*, 2002), sino mantener sus poblaciones a niveles manejables. El control de malas hierbas en AE contempla el agroecosistema en su conjunto, y su objetivo es mantener un balance sostenible entre plantas cultivadas y no cultivadas, con el uso de todos los métodos al alcance del agricultor ecológico para mantener este balance a favor del cultivo, y con la rotación de cultivos como órgano vital del sistema. Comprometer un tanto la cosecha a favor de ser más competitivo y rentable es una buena estrategia, particularmente desde el punto de vista de los costes económicos y ambientales asociados al uso de herbicidas (Lampkin *et al.*, 2004; Newton, 2004). Liebman *et al.* (2001) sostienen que el control de la flora arvense se consigue en primer lugar por medidas preventivas (selección de una alternativa apropiada, rotación, laboreo con tempero, falsas siembras, abonos verdes, sotosiembra, etc.). La intervención y los métodos de control mecánicos (escarda, rastreo, quema) o biológicos, con la inversión económica, de tiempo y de mano de obra que suponen, deben considerarse como herramientas secundarias, recurriendo a ellas sólo cuando ciertas malas hierbas ganan dominancia y se vuelven problemáticas (Kropff *et al.*, 2000; Lampkin *et al.*, 2004).

Aunque hay información sobre las prácticas llevadas a cabo en otros países, en ocasiones puede ser poco extrapolable a nuestras condiciones. Nuestros técnicos y ganaderos reclaman con urgencia más experimentación en métodos ecológicos de control de la flora arvense, sobre todo en lo que al cultivo del maíz se refiere.

El objetivo de este trabajo es determinar los efectos de tres rotaciones de cultivo con distinta intensidad de manejo sobre la producción y el control de malas hierbas en maíz forrajero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los antecedentes del ensayo, realizado en Llanera (Asturias), se han descrito con detalle en trabajos anteriores (Pedrol y Martínez, 2003; 2004). Se siguió el programa de rotaciones ecológicas que se muestra en la tabla 1, con un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones por rotación, siendo la parcela elemental de 10 m x 15 m.

Los resultados que se exponen en este trabajo se refieren a los efectos finales de las tres rotaciones sobre dos cultivares de maíz forrajero en 2004 (*Zea mays* L. cv ‘Symphony ECO’ y cv ‘Attribute’). La rotación 1 (R1) corresponde a una intensidad media donde, tras una pradera de corta duración establecida en sotosiembra bajo el cultivo invernal de cereal-leguminosa, se cultiva maíz por segundo año consecutivo con un intervalo de abono verde (nabo forrajero). En la rotación 2 (R2), de baja intensidad, se cultiva maíz forrajero por vez primera tras una pradera más larga. En la rotación 3 (R3) se cultiva maíz forrajero por tercer año consecutivo, intercalando abonos verdes (veza-haboncillo, y nabo forrajero) para crear fertilidad. Se utilizaron fertilizantes orgánicos y minerales autorizados en AE, a las dosis recomendadas para maíz y según análisis previos de suelo.

Tabla 1. Historial de rotaciones ecológicas del maíz forrajero ensayado

<u>ROTACIÓN 1 (R1)</u>		<u>ROTACIÓN 2 (R2)</u>		<u>ROTACIÓN 2 (R3)</u>	
<u>Cultivo</u>	<u>Fechas siembra</u>	<u>Cultivo</u>	<u>Fechas siembra</u>	<u>Cultivo</u>	<u>Fechas siembra</u>
avena + veza	Octubre 2001	triticale + haboncillo r. inglés + t. blanco ⁽¹⁾	Octubre 2001	cereal + leguminosa maíz cv. A ⁽²⁾	Octubre 2001 Mayo 2002
r. italiano + t. violeta	Mayo 2002	↓		abono verde (veza-haboncillo)	Octubre 2002
maíz cv. S ⁽³⁾	Mayo 2003	↓		maíz cv. S	Mayo 2003
abono verde (nabo forrajero)	Octubre 2003	↓		abono verde (nabo forrajero)	Octubre 2003
Maíz cv. S y A	Mayo 2004	Maíz cv. S y A	Mayo 2004	Maíz cv. S y A	Mayo 2004

⁽¹⁾ En sotosiembra, de modo que al cortar la asociación cereal-leguminosa anterior, la mezcla de pratenses quedó ya implantada (Pedrol y Martínez, 2003; 2004)

⁽²⁾ cv. A = Attribute; ⁽³⁾ cv S = Symphony ECO

En R3 se ensayaron dos tratamientos mecánicos para el control de arvenses: (i) rastra de púas flexibles sobre pasillos y líneas, con el maíz a 2 hojas, y (ii) escarda mediante pase de cultivador entre líneas, con el maíz a 4 hojas. Se midió la tasa fotosintética neta en 10 hojas por parcela con un equipo portátil IRGA Li-COR 6200, cuando el maíz presentaba el estado fenológico de anthesis. La cosecha se efectuó a primeros de septiembre. Como controles de producción se utilizaron la altura de la planta, el peso verde y la materia seca de las líneas centrales de las parcelas, pormenorizando por fracciones “mazorca” y “forraje”, y se determinaron los porcentajes de proteína bruta sobre materia seca. En todos los casos se realizó un seguimiento pormenorizado de la composición de la flora arvense: densidad de establecimiento de plántulas, mediante lanzamiento de cuadros al azar en las distintas parcelas, y producción total y por especies en el momento de la cosecha. Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS 12.

RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran las medias de las variables medidas en el ensayo, así como los efectos de los tratamientos y sus interacciones.

Tabla 2: Características del cultivo de maíz forrajero en rotaciones ecológicas de distinta intensidad. R1: segundo año de maíz con intervalo de abono verde, sin control mecánico de arvenses. R2: primer año de maíz tras pradera larga, sin control mecánico de arvenses. R3: tercer año consecutivo de maíz con intervalo de abono verde, con control mecánico de arvenses (rastreo vs escarda entre líneas)

Rotación:	—R1—		—R2—		—R3—		C ⁽³⁾	R ⁽⁴⁾	C×R	CM ⁽⁵⁾	C×CM
	Cultivar:	S ⁽¹⁾	A ⁽²⁾	S	A	S					
Altura (cm)	223	215	226	229	211	191	NS	**	NS	NS	NS
Mazorca (%)	55,8	53,9	54,4	54,5	54,8	50,7	**	NS	*	NS	NS
MS (%) forraje	22,9	23,9	23,5	24,9	30,4	31,4	NS	***	NS	NS	NS
MS (%) total	34,2	35,2	34,3	36,3	41,6	40,8	NS	***	NS	NS	NS
TFN ⁽⁶⁾ (μmol CO ₂ /m ² × s)	33,2	35,3	33,9	39,7	30,8	30,9	**	***	**	NS	NS
Proteína bruta (% MS)	6,3	6,1	6,9	6,5	5,2	4,8	*	***	NS	NS	NS
Producción (t MS/ha)	11,6	12,1	13,3	14,4	6,2	7,1	*	***	NS	NS	NS
Flora arvense (t MS/ha)	1,6		0,9		2,4		-	**	-	NS	-

⁽¹⁾ S: cv. Symphony ECO. ⁽²⁾ A: cv. Attribute. ⁽³⁾ C: Cultivar. ⁽⁴⁾ R: Rotación. ⁽⁵⁾ CM: Control Mecánico en R3. ⁽⁶⁾ TFN: Tasa fotosintética neta. Efectos de las variables: ***, **, * significativo al 1%, 1% y 5%, respectivamente, NS: no significativo.

Efectos del cultivar. En las rotaciones ecológicas media y larga (R1 y R2) se obtuvieron buenas producciones de maíz forrajero para ambos cultivares, muy próximas a las obtenidas en convencional en los ensayos de variedades del SERIDA para el mismo año y condiciones climáticas similares. En ambos casos, el cv ‘Attribute’ (A) fue significativamente más productivo ($P < 0,05$) que el cv ‘Symphony ECO’ (S), probablemente debido a su mayor tasa de asimilación neta (TFN; $P < 0,01$). Sin embargo, el primero (cultivar ecológico) dio mayor porcentaje de mazorca respecto a forraje ($P < 0,01$), y su riqueza en proteína bruta fue significativamente superior ($P < 0,05$).

Efectos de la rotación. El primer año de cultivo de maíz forrajero tras la pradera de larga duración (R2) produjo la mejor cosecha de maíz ecológico obtenida en estos ensayos (13,3 y 14,4 t MS/ha para S y A, respectivamente), apuntando así la buena perspectiva de este cultivo para zonas húmedas, siempre manejado dentro de un esquema de rotación

ecológica. En R1, a pesar de ser la segunda cosecha de un cultivo muy demandante en dos años consecutivos, también se obtuvieron producciones notables, si bien se manifestaron ciertos efectos significativos y variables según el cultivar, p.ej., menor tasa fotosintética neta, o menor altura de las plantas (tabla 2), traducidos finalmente en una merma moderada de producción frente a R2. Los efectos indeseables de la intensificación, derivados de introducir anualmente cultivos muy demandantes, sin periodos largos de creación de fertilidad y con escasa diversidad de especies cultivadas (Bond y Grundy, 2001; Serra y Altieri, 2004), se pusieron en clara evidencia en el maíz forrajero obtenido en R3. Debe señalarse, además, que el estado nutricional del suelo antes del cultivo de maíz no presentaba diferencias significativas entre las rotaciones (datos no mostrados). La merma de producción fue altamente significativa para ambos cultivares ($P < 0,001$), obteniéndose tan sólo la mitad de t MS/ha que en las rotaciones ecológicas media y larga (R1 y R2). Este detrimento de cosecha puede sin duda achacarse a la invasión de flora arvense (2,4 t MS/ha). Los efectos competitivos de las malas hierbas se reflejan tanto en la producción como en la pérdida altamente significativa de proteína bruta ($P < 0,001$) y en el aumento del porcentaje de materia seca total y en el “forraje” ($P < 0,001$). Ambas variaciones implican un incremento en la relación C/N como síntomas típicos de las plantas que ven mermado su crecimiento debido a la competencia. Cabe destacar, sin embargo, que el cultivar S no se vio significativamente afectado en los parámetros “altura de la planta” y “tasa fotosintética neta”, dando idea de su mayor rusticidad frente a las condiciones adversas, típica de los cultivares seleccionados para producción ecológica.

Control natural de la flora arvense. La menor incidencia de arvenses se observó en R2, poniéndose manifiesto el control natural de malas hierbas ejercido por la pradera, como se había observado el año anterior en R1 (Pedrol y Martínez, 2005). Sin embargo, y a pesar del contraste de calidad del maíz obtenido en R1 y R2 frente a R3, las diferencias no se debieron tanto a la cantidad total de arvenses entre rotaciones, que incluso no difirieron significativamente entre R1 y R3 ($P > 0,05$), sino más bien a la disímil composición botánica, y más claramente al distinto historial de invasión de las parcelas durante el desarrollo inicial del maíz (Tabla 3). Los conteos de establecimiento de arvenses revelaron una infestación más precoz y numerosa ($P < 0,01$) en la rotación más intensificada (R3) donde, aún con los tratamientos mecánicos aplicados (rastra o escarda), las malas hierbas dominaron competitivamente a las plántulas de maíz. A este respecto, Ohno *et al.* (2000) apuntan que el efecto fitotóxico del trébol por liberación de aleloquímicos puede durar tan sólo unos días tras el levantamiento de la pradera. Pero un pequeño retraso en la germinación y establecimiento de las malas hierbas puede ser crucial para que el maíz gane ventaja competitiva, como aquí se ha visto (R2). Respecto a los efectos del control mecánico, no se encontraron evidencias de eficacia, ni diferencias significativas entre el rastreo en pasillos y líneas con el maíz a 2 hojas, o la escarda entre pasillos a 4 hojas (Tabla 2), hecho que apunta la extrema dificultad de control de la flora arvense fuera de un esquema de rotaciones ecológicas de ciclo medio a largo. Suárez *et al.* (2005) también observan una mayor eficacia del control mecánico cuando se realiza en el contexto de la rotación de cultivos.

Tabla 3: Características de la flora arvense de maíz forrajero cultivado en rotaciones ecológicas de distinta intensidad. R1: segundo año de maíz con intervalo de abono verde. R2: primer año de maíz tras pradera larga. R3: tercer año consecutivo de maíz con intervalo de abono verde, con control mecánico de arvenses.

Rotación:	—R1—	—R2—	—R3—	R⁽¹⁾
Flora arvense (t MS/ha)	1,56 ab	0,98 a	2,37 b	*
Diversidad (n° especies)	9,00 a	9,00 a	4,75 b	***
Establecimiento (n° plántulas/m ²)	72,68 a	15,74 a	213,43 b	**
Contribución por especie (%):				
<i>Chenopodium album</i>	46,56 ab	16,09 a	61,03 b	*
<i>Amaranthus retroflexus</i>	14,96	3,13	31,21	NS
<i>Solanum nigrum</i>	12,25 a	58,97 b	5,88 a	*
<i>Echinochloa crus-gallii</i>	22,87	0	0	-
<i>Convolvulus arvensis</i>	1,58	5,57	0,17	NS
Otras	1,78	16,23	1,71	NS

⁽¹⁾ R: Rotación. Efectos: ***, **, * significativo al 1%, 1% y 5%, respectivamente, NS: no significativo. Los valores medios etiquetados con letras distintas son significativamente diferentes.

En los análisis de composición botánica finales (Tabla 3), en R2 se observó un excelente control de dos de las especies de arvenses más agresivas para el maíz (Villarias, 2000): *Chenopodium album* y *Amaranthus retroflexus*, y, tanto en R1 como en R2, un mayor equilibrio porcentual entre especies y una mayor diversidad botánica ($P < 0,001$), favoreciendo así un balance sostenible entre flora arvense y cultivo (Bond y Grundy, 2001; Serra y Altieri, 2004). Debe apuntarse, sin embargo, el incremento de malas hierbas en el maíz de R1 con respecto al del año anterior (1,6 vs. 0,1 t MS/ha), progresión que probablemente continuaría en el caso de intensificar el cultivo. La siembra de una nueva pradera como inicio de una nueva rotación paliaría sin duda el crecimiento exponencial del banco de semillas de arvenses. Por otro lado, aunque sin diferencias estadísticamente significativas, el control de *Convolvulus arvensis* fue mejor en R1 y R3, donde el cultivo anterior fue un abono verde a base de nabo forrajero, coincidiendo así con los ensayos de Narwal (2002) sobre la utilidad de ciertos cultivares de *Brassica napus* para el control de *C. arvensis*.

CONCLUSIONES

Se demuestra la importancia de la rotación ecológica de cultivos en el control de la flora arvense frente a una intensificación mayor, donde los métodos de control mecánico no resultaron efectivos.

Se pone de manifiesto la capacidad del control de germinación y establecimiento de malas hierbas ejercido por las mezclas de pratenses raigrás-trébol previas a la introducción del maíz forrajero.

Se obtienen producciones de maíz forrajero ecológico en torno a las 13 t MS/ha sin necesidad de aplicar tratamientos de control de malas hierbas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LAMPKIN, N.; MEASURES, M.; PADEL, S., 2004. *Organic Farm Management Handbook*. VI Ed. EFCR, University of Wales, Aberystwyth, UK.

NEWTON, J., 2004. *Profitable Organic Farming*. II Ed. Blackwell Sci. Pub., Oxford, UK.

CULLETON, N.; BARRY, P.; FOX, R.; SCHULTE, R.; FINN, J. (eds), 2002. *Principles of Successful Organic Farming*. NDP- AFDA, Teagasc, Dublin, Irlanda.

NARWALL, S.S., 2002. Crop allelopathy for weed management in sustainable agriculture. En Reigosa MJ, Pedrol N (eds) *Allelopathy from Molecules to Ecosystem*, pp. 209-229. Scientific Publishers Inc., NH, USA.

VILLARÍAS, J.L., 2000. *Atlas de malas hierbas*. 536 pp. Mundi-Prensa, Madrid.

SERRA, F.X.; ALTIERI, M.A., 2004. Efecto del tipo de cultivo y de la fertilización sobre la abundancia y la diversidad de malas hierbas y la invasibilidad. VI Congreso de SEAE, pp. 1633-1644. Almería.

LIEBMAN, M.; MOHLER, C.L.; STAVER, C.P., 2001. *Ecological management of agricultural weeds*. 544 pp. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

KROPFF, M.J.; BAUMANN, D.T.; BASTIAANS, L., 2000. Dealing with weeds in organic agriculture – challenge and cutting-edge in weed management. XIII International IFOAM Scientific Conference, pp. 175-177. Basel, Suiza.

OHNO, T; DOOLAN, K.; ZIBILSKE, L.M.; LIEBMAN, M; GALLANDT, E.R.; BERUBE, C., 2000. Phytotoxic effects of red clover amended soils on wild mustard seedling growth. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **78**, 187-192.

SUÁREZ, R.; PIÑEIRO, J.; VALLADARES, J., 2005. Distintos sistemas de escarda en maíz forrajero. En *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del Medio Natural*. Actas de la XLV R. C. de la SEEP. Gijón.

BOND, W; GRUNDY, A.C., 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Res.*, **41**, 383-405.

PEDROL, N.; MARTÍNEZ, A., 2004. Organic forage crop production in Atlantic zones. An ecophysiological approach. En Hopkins A (ed.) *Organic Farming: Science and practice for profitable livestock production*. BSG/ABB/COR 2004 Conference. British Grassland Society Occasional Symposium Series No. **37**, 105-109. Reading, UK.

PEDROL, N.; MARTÍNEZ, A., 2003. Asociaciones cereal-leguminosa en rotaciones ecológicas forrajeras de zonas húmedas. En Robles *et al.* (eds) *Pastos, Desarrollo y Conservación*. Actas de la XLIII R. C. de la SEEP, pp. 131-136. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

PEDROL, N.; MARTÍNEZ A., 2005. Maíz forrajero ecológico. Producir sin herbicidas es posible. *Tecnología Agroalimentaria. Boletín informativo del SERIDA*, **1**, 59-63.

**CULTIVARES DE HABONCILLO (*Vicia faba* L.) Y TRITICALE
(x *Triticosecale* Wittm.) PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE INVERNAL
EN ZONAS HÚMEDAS CON MEZCLAS CEREAL – LEGUMINOSA**

A. MARTÍNEZ¹, N. PEDROL¹ Y J. PIÑEIRO².

¹ Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). 33820 Grado (Asturias). anmartinez@serida.org. ² Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña.

RESUMEN

El trabajo se desarrolló durante los años 2003 y 2004 en Grado, valle interior de Asturias, con el objetivo de evaluar en zonas húmedas distintos cultivares de haboncillo y de triticale como productores de forraje invernal en mezclas cereal – leguminosa.

En el haboncillo las producciones se movieron en el rango de 8,1 y 6,0 t MS/ha, siendo la composición de los principios nutritivos Dvivo, EM y azúcares solubles buena en todos los casos, y la de PB más baja de lo esperado para una leguminosa, con un 15,5 % de media. Los cultivares que presentaron mejores resultados globales fueron 'Alameda', 'Rutabon', 'Brocal' y 'Vitabon'. En el triticale las producciones fueron más bajas con valores entre 6,7 y 5,0 t MS/ha y con bajos contenidos nutricionales en general, siendo los cultivares más destacados 'Cierva' y 'Senatrit'.

Los resultados globales presentados en cuanto a composición en principios nutritivos por los cultivares de haboncillo y de triticale, sugieren la conveniencia de que en las mezclas de ambas especies sea el haboncillo la dominante con el objetivo de conseguir un forraje equilibrado desde el punto de vista de la alimentación de los animales.

Palabras clave: Concentración de producción, ensilado, proteína

**FIELD BEAN (*Vicia faba* L.) AND TRITICALE
(x *Triticosecale* Wittm.) CULTIVARS FOR WINTER CEREAL-LEGUME
FORAGE INTERCROPS IN ATLANTIC ZONES.**

SUMMARY

Field assays were developed in Grado, an inner valley in Asturias (Spain), during 2003 and 2004. The main objective was to evaluate different cultivars of triticale and field bean for winter cereal-legume forage intercrops in Atlantic zones. Field bean productions ranged from 8,1 to 6,0 t DM/ha, showing adequate nutritive values for *in vivo* digestibility, metabolizable energy and soluble carbohydrates in all cases, but lower crude protein levels than expected for a legume crop, averaging 15,5 %. Better field bean cultivars were, as a whole, 'Alameda', 'Rutabon', 'Brocal' and 'Vitabon'. Triticale productions were lower than those obtained for field bean, ranging from 6,7 and 5,0 t DM/ha and showed low nutritive contents in general, whereas cultivars 'Cierva' and 'Senatrit' had higher feed values.

Nutrition values observed for the different cultivars of triticale and field bean suggest that field bean proportion must dominate in the cereal-legume intercrops in order to obtain equilibrated forages as regards to feeding value.

Key words: production of spring, silage, crude protein.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se está produciendo un cambio importante en el manejo de la alimentación del ganado en las explotaciones ganaderas de leche de la Cornisa Cantábrica, a través de la generalización de utilización de raciones completas (TMR) a base casi exclusivamente de ensilados, que lleva a la necesidad de buscar que los forrajes conseguidos en la propia explotación puedan ser sometidos a este proceso de conservación. Ello está provocando la demanda de información sobre cultivos que sean capaces de concentrar su producción en la primavera, frente a los usados habitualmente, como el raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* L.), que presentan crecimientos invernales, época en que las condiciones termopluviométricas no son favorables para conseguir ensilados de calidad. Por otro lado, los costes de las materias primas importadas conducen a la búsqueda de forrajes producidos en la propia explotación con altos contenidos proteicos que palien los gastos por alimentación del ganado.

Es este sentido trabajos anteriores han demostrado un buen comportamiento agronómico de especies como el haboncillo (*Vicia faba* L.) (Faulkner, 1985; Fraser *et al.*, 2001) o el triticale (*x Triticosecale* Wittm.) (Flores *et al.*, 2003) cultivados solos y también cuando lo fueron en mezclas (Martínez *et al.*, 2002; De la Roza *et al.*, 2004). Sin embargo existe escasa información del comportamiento en las condiciones de las zonas húmedas de la Cornisa Cantábrica de distintos cultivares de estas especies, por lo que se planteó el presente trabajo con el objetivo de su evaluación tanto desde el punto de vista productivo como de parámetros nutritivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en 2003 y 2004 en Grado (Asturias), situado a 50 m de altitud, en suelos profundos y de alta fertilidad, con pH de 5,7. En la tabla 1 se presentan los valores medios termopluviométricos para el periodo de cultivo.

Tabla 1: Temperatura media y precipitación mensual durante el periodo de cultivo.

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T Media (° C)	8,9	11,7	13,5	15,4	19,5
Precip. (mm)	86,1	63,6	32,3	53,8	49,0

Se evaluaron un total de 10 cultivares de haboncillo y 11 de triticale, bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, y un tamaño de parcela elemental de 2,0 x 6,0 m².

Las labores de siembra fueron: pase de rotovator, aplicación de fertilizantes (125 kg/ha de P₂O₅ y de K₂O), pase de rotovator, siembra a voleo (24/2/03 y 5/2/04), enterrado de la semilla con un pase muy superficial de rotovator y posterior pase de rulo compactador.

Las dosis de siembra fueron de 25 semillas viables por m² para los cultivares de haboncillo y 150 para los de triticale (Martínez *et al.*, 2002). Dado que se pretendía estudiar

el comportamiento del material bajo manejo de mezclas, en los campos de evaluación de cultivares de haboncillo también se sembró en todas las parcelas un mismo cultivar de triticale y en los de triticale un mismo cultivar de haboncillo.

El aprovechamiento se produjo de forma diferencial para cada cultivar, según lo expuesto en trabajos realizados sobre el momento idóneo de corte en estas especies, en torno a las 14 semanas de cultivo (Fraser *et al.*, 2001) o estado de grano incipiente en el triticale y formación de vainas en el haboncillo (De la Roza *et al.*, 2003).

Los controles de producción, se realizaron mediante la medición de la altura desde el suelo a la hoja bandera en 20 plantas escogidas al azar y el corte con segadora de un rectángulo de 0,90 x 5,10 (4,59 m²) dentro de cada parcela elemental, midiendo peso verde total y separando las plantas del cultivar que se trate de su acompañante en cada caso, y contando las vainas por planta en 10 plantas elegidas al azar de los cultivares de haboncillo. Una alícuota de cada tipo de forraje se desecó a 60° C en estufa de aire forzado para determinación de materia seca. Posteriormente, se molió a 0,75 mm, y se determinó su materia seca final, proteína bruta (PB) como N Kjeldahl x 6,25, fibra neutro detergente (FND) y la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (Dvivo) en función de la digestibilidad enzimática de la misma, empleando el método FND – celulasa. Considerando los valores obtenidos, se predijo el contenido en energía metabolizable (EM) y por último, se determinó el contenido en azúcares solubles.

RESULTADOS

Haboncillo

Entre los cultivares hubo diferencias estadísticamente significativas (P<0,05) para todos los parámetros expuestos tanto en la tabla 2 como en la 3, a pesar de que las diferencias entre una gran parte de ellos fueron escasas.

Tabla 2: Peso de 100 semillas (PS), días entre la siembra y la floración (DSF), altura de las plantas en cm (ALT), porcentaje de materia seca en la recolección (% MS) y producción en t MS/ha (PROD) de variedades de haboncillo.

	<u>PS</u>	<u>DSF</u>		<u>ALT</u>		<u>% MS</u>		<u>PROD</u>	
Prothabon 101	60	89	c	68	ab	23	a	8,1	a
Alameda	79	86	f	67	ab	21	cde	8,0	a
Ancor	85	86	f	67	ab	20	def	7,5	ab
Rutabon	81	88	de	62	bc	22	abc	7,4	abc
Brocal	73	86	f	64	bc	20	ef	7,4	abc
Vitabon	72	88	cd	67	ab	21	bcd	7,4	abc
Prothabat 69	56	91	b	71	a	22	ab	7,3	abc
Palacio	84	87	ef	62	bc	20	def	7,1	abc
D. Ramón	73	86	f	66	ab	21	de	6,3	bc
Econa	37	94	a	58	c	19	f	6,0	c
Promedio	70	88		65		21		7,3	

Los valores etiquetados con la misma letra dentro de cada columna por cada apartado no son significativamente diferentes (P>0,05).

Tabla 3: Vainas por planta (V/pl), porcentaje sobre materia seca de proteína bruta (PB), digestibilidad in vivo de la materia orgánica (Dvivo), azúcares solubles (AZS) y energía metabolizable en MJ/kg MS (EM) de variedades de haboncillo.

	<u>V / pl</u>		<u>PB</u>		<u>Dvivo</u>		<u>AZS</u>		<u>EM</u>	
Prothabon 101	18,0	ab	14,8	cd	69,5	bc	13,6	c	10,3	ab
Alameda	14,4	bcd	15,6	abc	73,0	a	17,4	a	10,6	ab
Ancor	12,2	cd	15,4	bc	72,3	ab	16,0	abc	10,5	ab
Rutabon	15,6	ab	16,5	ab	72,7	ab	16,0	abc	10,8	a
Brocal	13,5	cd	15,8	abc	73,5	a	17,0	a	10,8	a
Vitabon	12,3	cd	16,7	a	73,9	a	15,8	abc	10,8	a
Prothabat 69	19,0	a	15,7	abc	67,8	c	13,9	c	10,1	b
Palacio	13,1	cd	14,9	cd	73,1	a	16,9	ab	10,6	a
D. Ramón	10,8	d	15,7	abc	71,8	ab	14,2	bc	10,5	ab
Econa	14,5	bd	14,1	d	70,8	abc	17,3	a	10,5	ab
Promedio	14,3		15,5		71,8		15,8		10,6	

Los valores etiquetados con la misma letra dentro de cada columna por cada apartado no son significativamente diferentes ($P>0,05$).

Respecto a la producción, el cultivar más productivo fue 'Prothabon 101' con 8,1 t MS/ha, difiriendo significativamente ($P<0,05$) sólo con dos de los diez cultivares ensayados ('D. Ramón' con 6,3 t MS/ha y 'Econa' con 6,1 t MS/ha). Los valores alcanzados son similares a los conseguidos en otros trabajos (Faulkner, 1985; Fraser *et al.*, 2001; Iglesias *et al.*, 1998) y algo más bajos que los presentados por Martínez *et al.* (2002) en la misma localidad para la mezcla triticale – haboncillo, lo que se atribuye a las siembras más tempranas en este caso que en las evaluaciones de cultivares. Tampoco en la altura de las plantas y días entre siembra y floración hubo diferencias muy marcadas entre los cultivares, viéndose una tendencia tal que los más productivos son también de los más altos y precoces en floración del grupo, aspecto importante a la hora de encajar estos cultivos en las rotaciones anuales con forrajes estivales, ya que cuanto antes se pueda proceder al aprovechamiento es mayor el margen de tiempo para realizar las labores posteriores.

En cuanto a los parámetros de principios nutritivos, la PB osciló en un rango de valores entre 14,1 % de 'Econa' y 16,7 % de 'Vitabon', no guardando relación con el número de vainas por planta. Los valores respecto a la PB encontrados en los trabajos consultados difieren bastante, situándose entre el 12,7 % (Ghanbari-Bonjar *et al.*, 2003) y el 18 % (Fraser *et al.*, 2001), por lo que los de los cultivares ensayados se sitúan dentro del rango encontrado. Sin embargo, podrían resultar escasos para realizar mezclas con especies con bajos contenidos proteicos como son los cereales, por lo que en este caso, estos últimos deben estar presentes en un porcentaje bajo para cumplir el objetivo de un forraje aceptable desde el punto de vista de los aportes de proteína en la ración de los animales.

Por otro lado, los niveles de Dvivo son en general altos variando desde un máximo del 73,9 % de 'Vitabon' y un mínimo del 67,8 % de 'Prothabat 69', estando todos ellos por encima de lo marcado como óptimo en la alimentación del vacuno lechero. Asimismo, desde el punto de vista de la composición en azúcares solubles, prácticamente todos los cultivares superan el 15 % sobre MS marcado como aceptable para las características de ensilabilidad de un forraje, estando sólo por debajo de estos niveles 'Prothabon 101', 'Prothabat 69' y 'D. Ramon' con 13,6; 13,9 y 14,2 % respectivamente, y siendo el valor

máximo el alcanzado por 'Alameda' con un 17,4 %. Respecto a la EM las diferencias entre los cultivares fueron muy escasas.

Teniendo en cuenta los resultados expuestos hay un grupo de cultivares formado por 'Alameda', 'Rutabon', 'Brocal' y 'Vitabon' que están entre los más productivos, más precoces de floración y con mejores contenidos en PB, Dvivo y azúcares solubles, siendo por tanto los recomendados para este cultivo.

Triticale

Los datos se muestran en las tablas 4 y 5.

Tabla 4: Días entre la siembra y la floración (DSF), altura de las plantas en cm (ALT), porcentaje de materia seca en la recolección (% MS) y producción en t MS/ha (PROD) de variedades de triticale.

	<u>DSF</u>		<u>ALT</u>		<u>% MS</u>		<u>PROD</u>	
Cierva	84	c	71	a	37	a	6,7	a
Almaraz	83	d	69	ab	38	a	5,9	ab
Galgo	82	ef	66	b	36	a	5,8	ab
Tritan	88	a	69	ab	37	a	5,7	ab
Camarma	86	b	65	bc	37	a	5,6	ab
Senatrit	81	f	58	d	38	a	5,6	ab
Noe	88	a	61	cd	37	a	5,6	b
Titania	85	b	61	cd	37	a	5,5	b
Trujillo	82	e	69	ab	35	a	5,5	b
Trijano	88	a	66	b	35	a	5,3	b
Tentudia	82	de	57	d	36	a	5,0	b
Promedio	84		65		37		5,6	

Los valores etiquetados con la misma letra dentro de cada columna por cada apartado no son significativamente diferentes (P>0,05).

Tabla 5: Porcentaje sobre materia seca de proteína bruta (PB), digestibilidad in vivo de la materia orgánica (Dvivo), azúcares solubles (AZS) y energía metabolizable en MJ/kg MS (EM) de variedades de triticale.

	<u>PB</u>		<u>Dvivo</u>		<u>AZS</u>		<u>EM</u>	
Cierva	6,8	c	63,9	abc	28,3	bc	9,7	abc
Almaraz	6,8	c	63,2	c	21,0	de	9,7	bc
Galgo	6,9	c	62,4	c	23,6	bcde	9,5	cd
Tritan	6,4	c	66,3	a	29,1	b	10,1	a
Camarma	7,1	abc	63,5	bc	27,4	bcd	9,6	bcd
Senatrit	7,1	abc	66,3	a	24,5	bcde	10,1	a
Noe	7,8	a	64,1	bc	19,5	e	9,7	abc
Titania	7,7	a	61,6	abc	19,9	e	9,3	d
Trujillo	6,5	a	66,4	a	36,6	a	10,1	a
Trijano	6,8	Bc	65,9	ab	28,1	bc	10,0	ab
Tentudia	7,5	ab	65,9	ab	21,9	cde	10,0	ab
Promedio	7,0		64,5		25,5		9,8	

Los valores etiquetados con la misma letra dentro de cada columna por cada apartado no son significativamente diferentes (P>0,05).

Respecto a la producción alcanzada, hubo escasas diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares, siendo el que alcanzó mayor producción 'Cierva' con 6,6 t MS/ha y el que menos 'Tentudia' con 5,0 t MS/ha. Estos niveles son mas bajos que los conseguidos en zonas cercanas con siembras mas tempranas (Aizpurua *et al.*, 2001; Flores *et al.*, 2003), pero similares a los que se sembraron con fechas más tardías como las del presente trabajo (De la Roza *et al.*, 2004), por lo que la fecha de siembra se muestra como un factor de clara influencia en el total de producción conseguida.

Respecto a la composición en principios nutritivos, todos los cultivares ensayados muestran una línea similar de comportamiento, con bajos contenidos nutricionales, especialmente la PB, cuyo valor medio fue de 7,0 % sobre materia seca, pero que el máximo no superó el 7,8 % del cultivar "Noe", y la Dvivo con niveles muy inferiores a los recomendados en la nutrición de los animales con un 64,5 % sobre MS de media.

Por otro lado, mientras que el contenido en azúcares solubles es bueno en todos los casos, con una media del 25,5 % sobre MS, un máximo del 36,6 % ('Trujillo') y un mínimo del 19,5 % ('Noe'), el de EM presentó diferencias claras entre los distintos cultivares, siendo el valor máximo el registrado por 'Senatrit', 'Tritan' y 'Trujillo' (10,2 MJ/kg MS) y el mínimo por 'Titania' (9,3 MJ/kg MS).

Los cultivares que presentan mejores resultados globales en cuanto a combinar producción y principios nutritivos son 'Cierva' y 'Senatrit'.

Si bien los resultados globales de principios nutritivos para los cultivares ensayados varían respecto a los presentados en trabajos anteriores sobre el triticale en zonas húmedas, superando a los presentados por Aizpurúa *et al.* (2001), pero siendo menores que los de Flores *et al.* (2003), se concluye de forma similar a los autores referenciados en cuanto a la conveniencia de uso de esta especie como partícipe de mezclas con leguminosas y no como cultivo único en el terreno.

No obstante, del resultado de la evaluación de los cultivares en ambas especies y basándose en que el haboncillo se muestra como un forraje resistente al encamado (Martínez *et al.*, 2002), no necesitando por tanto una planta asociada que ejerza de tutor, se podría plantear la posibilidad de su cultivo bien solo o con una pequeña cantidad de triticale que incremente el porcentaje de materia seca del forraje conseguido (21 % de media en el presente estudio) y que facilite las labores de ensilado, aspectos todos ellos que necesitarían ser comprobados por trabajos posteriores.

CONCLUSIONES

Los cultivares que presentan mejores resultados combinados de producción y principios nutritivos son 'Alameda', 'Rutabon', 'Brocal' y 'Vitabon' para el haboncillo y 'Cierva' y 'Senatrit' para el triticale.

Los mejores resultados globales presentados por el haboncillo respecto al triticale, en cuanto a composición en principios nutritivos, sugieren la conveniencia de que sea la dominante en las mezclas de ambas especies.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado gracias a la financiación por el INIA del proyecto nº TRA01-144-C5-2. También se quiere agradecer su colaboración a los suministradores de la semilla empleada: Junta de Andalucía, Hortícola Alavesa; Batlle y Nickerson.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIZPURÚA, A.; CASTELLÓN, A.; ALBIZU, I.; GARRO, J.; BESGA, G. 2001. Productividad y calidad nutritiva de cereales de invierno en rotación con maíz en el País Vasco. En *Biodiversidad de Pastos. Actas de la XLI R.C. de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos*, 539 – 545. Valencia (España).

DE LA ROZA, B.; MARTINEZ, A.; SOLDADO, A.; ARGAMENTERIA, A. 2004. Evolución de la producción y ensilabilidad de la asociación triticale – haboncillos, según su estado de desarrollo. En *Pastos y Ganadería Extensiva. Actas de la XLIV R. C. de la SEEP*, 273 – 277. Salamanca (España).

FRASER, M.D.; FYCHAN, R.; JONES, R. 2001. The effect of harvest date and inoculation on the yield, fermentation characteristics and feeding value of forage pea and field bean silages. *Grass and Forage Science*, **56**, 218-230.

FAULKNER, J.S. 1985. A comparison of faba beans and peas as whole-crop forages. *Grass and Forage Science*. **40**, 161 - 169.

FLORES, G.; GONZALEZ, A.; PIÑEIRO, J.; CASTRO, P.; DIAZ, L.; VALLADARES, J. 2003. Composición química y digestibilidad *in vitro* del guisante forrajero (*Pisum sativum* L.) y triticale (*x Triticosecale* Wittm.) como cultivos invernales en seis fechas de corte en primavera. En *Pastos, desarrollo y conservación. Actas de la XLIII R. C. de la SEEP*, 261 – 267. Granada (España).

GHANBARI – BONJAR, A.; LEE, H.C. 2003. Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L) and bean (*Vicia faba* L) as a whole-crop forage; effect of harvest time on forage yield and quality. *Grass and Forage Science*. **58**, 218-230.

IGLESIAS, L.; LLOVERAS, J. 1998. Annual cool – season legumes for forage production in mild winter areas. *Grass and Forage Science*. **53**, 318-325.

MARTINEZ, A.; ARGAMENTERIA, A.; DE LA ROZA, B. MARTINEZ, A. 2002. Mezclas cereal – leguminosa como forraje invernal en zonas húmedas. En *producción de Pastos, Forrajes y Céspedes. Actas de la XLII R. C. de la SEEP*, 315 – 320. Lleida (España).

EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE LAS HABAS FORRAJERAS COMO ALTERNATIVA AL RAIGRÁS ITALIANO UTILIZADAS COMO CULTIVO DE INVIERNO EN ROTACIÓN CON EL MAÍZ

A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, B. DE LA ROZA-DELGADO,
A. SOLDADO-CABEZUELO Y A. ARGAMENTERÍA-GUTIÉRREZ.

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agrolimentario (SERIDA). Crta. de Oviedo s/n. 33300 Villaviciosa. Asturias (España).

RESUMEN

Con el propósito de evaluar si las habas forrajeras (*Vicia faba* cv 'Rutabon'), son una alternativa viable como cultivo monoespecífico de invierno en rotación con el maíz forrajero (*Zea mays* L.) en sustitución del raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.), se contrastó la producción, ensilabilidad y valor nutritivo de ambas especies en verde y ensiladas así como la estabilidad aeróbica de los ensilados resultantes.

Los resultados no mostraron diferencias significativas en cuanto a producción de biomasa (7759 vs 6714 kg MS ha⁻¹) para los haboncillos y el raigrás italiano, respectivamente. Los haboncillos mostraron muy buena ensilabilidad y un valor nutritivo en verde superior al del raigrás italiano, que se tradujeron en mayores aportes en proteína y energía. Sin embargo, las pérdidas ocasionadas durante el proceso del ensilado, diluyeron el efecto anterior. La pérdida del contenido celular se reflejó en un sensible incremento en fibra neutro detergente y disminución de la digestibilidad (72,4% en verde vs 53,1% ensilado). En cuanto a la estabilidad aeróbica, el ensilado de haboncillos se mantuvo estable hasta el noveno día de exposición al aire, muy superior al raigrás italiano que al tercer día presentaba un pH > 7.

De estos resultados se puede concluir que para poder utilizar con éxito los haboncillos como cultivo invernal para ensilar en lugar del raigrás italiano, es necesario una prehenificación previa al ensilado, en aras de evitar las pérdidas de nutrientes ocasionados por el acondicionamiento del forraje en el interior del silo con un elevado contenido en agua.

Palabras clave: Cultivo de invierno, producción de biomasa, ensilabilidad, calidad nutritiva, estabilidad aeróbica

PRODUCTION AND NUTRITIVE VALUE OF FAVA BEAN EVALUATION AS AN ALTERNATIVE TO ITALIAN RYEGRASS USED AS A WINTER CROP IN ROTATION WITH MAIZE

SUMMARY

The aim of the present work was to evaluate the viability of fava bean as a mono-specific alternative to Italian ryegrass for winter crop, in rotation with maize forage. To do that, productivity, ensilability, nutritive value of both species as forage and silage, and aerobic stability for silages were compared.

Results did not show significant differences attending biomass production (7759 vs 6714 kg DM ha⁻¹) for the fava bean and Italian ryegrass, respectively. We observed better ensilability and nutritive value for fava bean than for italian ryegrass as forages, this fact was derived in greater amounts in protein and energy. Nevertheless, a decrease in nutritive value was observed during ensilability process. Losses of the cellular content increase neutral detergent fiber values, and decrease digestibility values (72.4% as forage vs 53.1% silage). Attending aerobic stability, fava bean silages was stable until ninth day of air exposure, but pH for Italian ryegrass was bigger than seven third day.

Attending results we can conclude that fava bean could be a good alternative as winter crop to be silaged instead italian ryegrass, but it is necessary to wilted before to silage, in order to avoid a decrease of nutritive value as a result of effluent production.

Key words: Winter crop, production biomass, ensilability, nutritive value, aerobic stability

INTRODUCCIÓN

El proceso de intensificación de la producción forrajera en las explotaciones lecheras de la cornisa cantábrica ha motivado una creciente demanda de información sobre cultivos forrajeros de invierno que supongan una alternativa al raigrás italiano en rotación anual con el maíz (Flores *et al.*, 2003). Uno de los requerimientos exigidos a las nuevas alternativas, es que superen el valor nutritivo del raigrás italiano, especialmente su contenido proteico. En los últimos años varios autores han evaluado diversas mezclas de gramíneas con leguminosas,

Así, Martínez *et al.* (2002) ensayaron varias leguminosas asociadas a avena vs triticale, destacando los resultados obtenidos con la asociación triticale- haboncillos. Flores *et al.* (2003), obtuvieron resultados muy prometedores con la asociación triticale-guisante forrajero (x *Triticosecale* Wittm. – *Pisum sativum* L.). De la Roza *et al.* (2004) y Argamentería *et al.* (2004) determinaron que la asociación triticale-haboncillos (x *Triticosecale* Wittm. cv ‘Tentudia’- *Vicia fava* cv ‘Rutabon’) era una buena alternativa al raigrás italiano cuando se cosechaban pasada la floración de las leguminosas, siendo esta asociación mucho menos exigente en fertilización nitrogenada que el raigrás italiano. No obstante, en esta asociación, la calidad nutritiva del triticale resultó significativamente inferior a la de los haboncillos (Argamentería *et al.*, 2004), por lo que se planteó la posibilidad de utilizar solamente la leguminosa como monocultivo de invierno.

En función de lo anteriormente expuesto, el objetivo de este trabajo ha sido evaluar la producción, ensilabilidad y valor nutritivo de los haboncillos (*Vicia fava* cv ‘Rutabon’) en verde, así como el valor nutritivo y estabilidad aeróbica del ensilado resultante en orden a utilizar esta especie como cultivo monoespecífico de invierno en rotación con el maíz forrajero en sustitución del raigrás italiano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las experiencias fueron llevadas a cabo en las parcelas experimentales del SERIDA de Villaviciosa utilizando una superficie de 5,9 ha, integradas por cuatro parcelas similares y colindantes, que durante la primavera - verano de 2003 habían sido empleadas para el

cultivo de maíz y soja forrajeros en asociación y que fueron cosechados y ensilados como cultivo de verano. Posteriormente, el 50% de la superficie fue sembrada de haboncillos (*Vicia faba* cv 'Rutabon'), y la otra mitad de raigrás italiano bisanual (*Lolium multiflorum* Lam. cv 'Agraco' 812), ambos como forrajes de invierno – primavera, en lugar de solamente el habitual raigrás italiano. La siembra prevista para finales de octubre no pudo llevarse a cabo debido a que la elevada pluviometría indujo un severo encharcamiento del terreno, motivo por el cual hubo de permanecer en barbecho hasta el mes de febrero de 2004. En estas condiciones la preparación del terreno consistió en arado, rotovateado y abonado en presiembra. Para los haboncillos se emplearon 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y K₂O y 40 de N en forma de nitrato amónico cálcico al 27 %, con una dosis de siembra de 150 kg ha⁻¹ equivalente a 26 semillas m². Para el raigrás se emplearon 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y K₂O y 60 de N en forma de urea con una dosis de siembra de 40 kg ha⁻¹.

Los haboncillos se cosecharon en estado de vainas en grano, utilizando una cosechadora de mayales y dos remolques autodescargables. El raigrás italiano, tuvo grandes dificultades de implantación y lento crecimiento durante el mes de marzo. Para acelerarlo, se le aplicaron otros 60 kg N ha⁻¹ en cobertera a mediados de abril y se le dio un primer corte a ensilar a primeros de mayo, (seis semanas de crecimiento tras la cobertera a de N). A continuación, tras el mismo se aportaron nuevamente 60 kg ha⁻¹ de N para dar un segundo corte para silo a finales de junio. Dada la naturaleza arcillosa de los suelos y su grado de humedad, no pudo utilizarse la cosechadora anterior, según estaba previsto, pues la contaminación con tierra hubiese resultado excesiva. Se utilizó segadora acondicionadora y recogida con remolque autocargador con picado largo.

Inmediatamente antes de la recolección se efectuó un control de producción de ambas especies evaluando peso verde, determinación del contenido en materia seca (102 °C durante 24 h) y producción en kg MS ha⁻¹.

La producción de materia verde del raigrás italiano se controló mediante pesaje de tres m lineales de forraje cortados por la segadora, en la parte alta, media y baja de cada parcela. Reunida toda la muestra en verde se redujo a una única observación por parcela. Para los haboncillos se procedió análogamente, pero sobre cuadrados de 1,5 x 1,5 m² cortados a la altura de los mayales inmediatamente antes de pasar la cosechadora.

El raigrás italiano de primer corte y los haboncillos fueron ensilados en silos trinchera de (10 x 3,75 x 1 m) con una pendiente de 1,5 % en dirección a la canaleta de recogida de efluente, con tres repeticiones cada uno. El segundo corte fue conservado en rotopacas.

Análisis de laboratorio

a. Forrajes verdes: Una submuestra de cada especie fue desecada a 60°C para determinar el contenido en materia seca (MS, 60°C durante 24 h) y realizar su posterior molienda a 0,75 mm para análisis. Se determinó materia seca final, cenizas, proteína bruta, azúcares solubles, fibra neutro detergente y digestibilidad con celulasa de la misma (Riveros y Argamentaría, 1987). La capacidad tampón (Playne y McDonald, 1966), fue llevada a cabo sobre una alícuota triturada en verde.

b. Ensilados: A los 90 días tras el cierre de los silos trinchera, se extrajeron de cada uno tres muestras con sonda (Valladares *et al.*, 2005), a reunir en una sola para la determinación de pH con electrodo de penetración y posterior secado (60° C, 24 h) y molienda (0,75 mm) para análisis. En el momento de la apertura de los ensilados para su

consumo, se tomaron muestras al azar de un silo de cada especie para determinar estabilidad aeróbica (O'Kiely, 1989; 1997).

Análisis estadístico: Los contrastes entre producción, composición química y ensilabilidad se realizaron por separación de medias según el test de Scheffe con de un solo factor de efecto fijo (especie). Para la estabilidad aeróbica se siguió un modelo de análisis de varianza de medidas repetidas en el tiempo. En ambos casos se utilizó el paquete estadístico SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de producción: La producción del corte único de haboncillos fue de 7759 kg MS ha⁻¹ y no presentó diferencias significativas respecto a la producción acumulada de los dos cortes de raigrás italiano (6714 kg MS ha⁻¹). Esta producción de haboncillos resultó muy superior a la obtenida por de la De la Roza *et al.* (2004) para esta especie cuando estudiaron su evolución en asociación con triticale (5405 kg MS de triticale + haboncillos). Una posible explicación a estas diferencias en producción puede ser que los haboncillos en monocultivo ramificaron ampliamente llegando a contabilizarse hasta 48 tallos m² frente a las 26 semillas m² sembradas.

Ensilabilidad, calidad nutritiva y estabilidad aeróbica: En la Tabla 1 se resumen las características que definen la ensilabilidad de los forrajes evaluados. Destaca la buena ensilabilidad de los haboncillos, unida además a un pH de partida bastante reducido (pH = 5,17). Dicha ensilabilidad resultó superior a la relatada por De la Roza *et al.* (2004) para esta misma especie e incluso a la del raigrás italiano de primer corte. En ambos casos los contenidos en azúcares solubles (>150 g kg MS⁻¹) y capacidad tampón (<350 meq kg MS⁻¹), no comprometen el proceso fermentativo de estas especies. En el raigrás italiano de segundo corte, tal y como cabía esperar en función del metabolismo de la planta, disminuye la capacidad tampón (Muck *et al.*, 1991). Paralelamente y de manera concordante a los resultados referidos por Martínez (2003), hay un fuerte descenso en el contenido de azúcares solubles como respuesta al estrés hídrico del comienzo del verano. Este hecho, junto con los bajos contenidos en materia seca, puede inducir deficiencias en el proceso fermentativo y por tanto en la posterior estabilidad del ensilado resultante. El nivel de materia seca en los haboncillos en el momento de la recolección fue demasiado bajo para un ensilado directo con cosechadora de mayales (165 g kg⁻¹).

Tabla 1. Parámetros de ensilabilidad de las especies ensayadas en el momento del corte

	Materia seca (g kg ⁻¹)	Azúcares solubles (g kg MS ⁻¹)	Capacidad tampón (meq kg MS ⁻¹)
Raigrás italiano- 1 ^{er} corte	157	261 a	384
Raigrás italiano- 2 ^o corte	156	98 b	220
Haboncillos- corte único	165	213 a	283

a, b, c en la misma columna indican diferencias significativas para P< 0,05

En cuanto al contenido en principios nutritivo de los forrajes verdes (ver Tabla 2), destaca el contenido proteico y elevada digestibilidad, superiores a los del raigrás italiano en primer corte y similares a los del segundo corte. El retraso en la fecha de la siembra motivó que el primer corte se diera en una época en la que la velocidad de espigado es muy superior a la habitual. Con seis semanas de crecimiento tras la cobertera de nitrógeno, se rebasó el principio de espigado, con pérdida de proteína e incremento en fibra neutro detergente. Para el segundo corte con solo cinco semanas de crecimiento, los contenidos en proteína fueron similares a los de los haboncillos.

Tabla 2. Calidad nutritiva de los forrajes verdes y sus ensilados resultantes

	pH	CEN	PB	FND	DEMO	EM
Forrajes verdes:						
Raigrás italiano- 1 ^{er} corte	4,95 b	92 ab	86 b	537 ab	63,30	10,1 ab
Raigrás italiano- 2 ^o corte	6,02 a	126 a	185 a	553 a	65,39	9,9 b
Haboncillos- corte único	5,17 b	60 b	189 a	389 b	72,41	11,2 a
Ensilados:						
Raigrás italiano- 1er corte (MS = 261 g kg ⁻¹)	4,02	107	103	590	59,97 a	9,4
Haboncillos- corte único (MS = 227 g kg ⁻¹)	3,91	127	156	598	53,09 b	9,2

CEN: Cenizas (g kg MS⁻¹); PB: Proteína bruta (g kg MS⁻¹); FND: Fibra neutro detergente (g kg MS⁻¹); DEMO: Digestibilidad enzimática de la materia orgánica (%); EM: Energía metabolizable (MJ kg MS⁻¹)
a, b, c en la misma columna indican diferencias significativas para P < 0,05

Con respecto a la calidad nutritiva de los ensilados resultantes, sólo fueron objeto de contraste el de raigrás italiano de primer corte frente al de haboncillos. Las diferencias observadas entre los respectivos forrajes verdes, claramente a favor de los haboncillos, se perdieron tras el ensilado. Es decir, tuvieron más pérdidas durante dicho proceso. Cabe imputarlas a la escorrentía de líquido observada en los remolques y a la rápida e intensa liberación de efluente en el silo, muy superior a la del raigrás italiano en la primera semana de cierre de los silos, a igualdad de contenidos en materia seca en el forraje de partida (ver Tabla 1). Esta evacuación de efluente está relacionada con la mayor relación hoja-tallo de las leguminosas frente a las gramíneas. La pérdida del contenido celular se refleja en una gran disminución de la digestibilidad de la materia orgánica (72,4% vs 51,4%) como se aprecia en la Tabla 2.

Si nos referimos a la estabilidad aeróbica (ver Figura 1), el comportamiento de ambas especies en los diez días siguientes a su exposición al aire fue significativamente diferente para los dos parámetros controlados (Temperatura y pH). El ensilado de haboncillos se mantuvo estable hasta el noveno día, con ligeras modificaciones de pH y temperaturas inferiores a los 22 °C, mientras que el raigrás italiano si bien no sufrió un calentamiento muy acusado en el tiempo, se deterioró rápidamente como se puede observar en función de los elevados pH alcanzados, ya superiores a siete unidades a partir del tercer día de apertura.

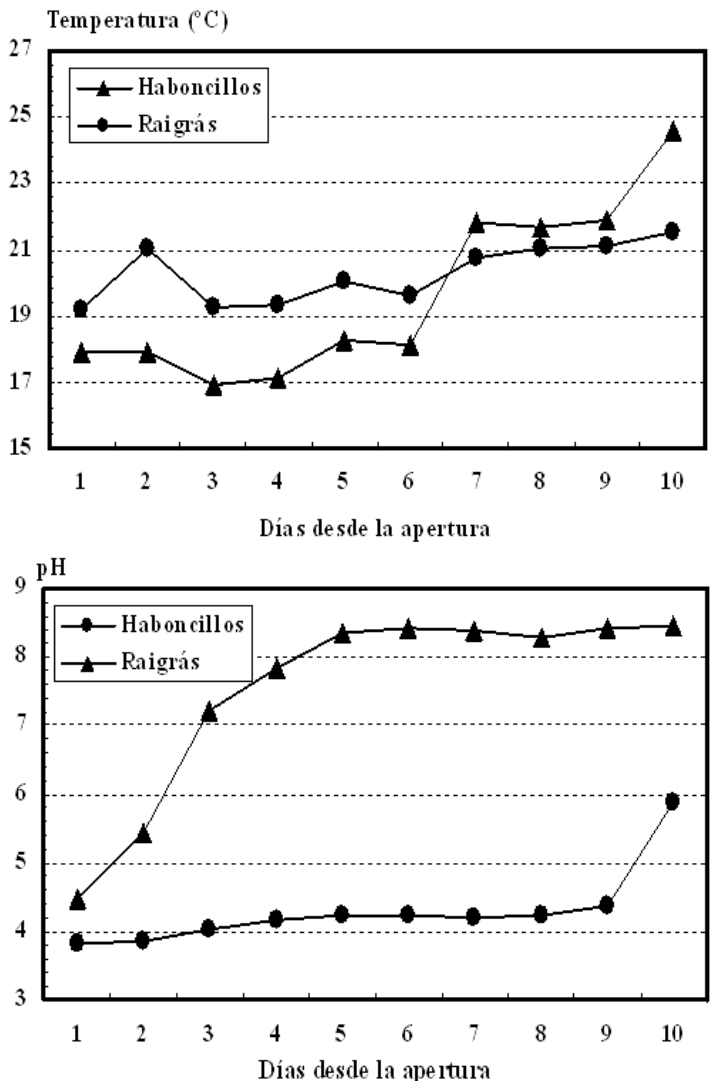


Figura 1. Estabilidad aeróbica de los ensilados de haboncillos y raigrás italiano durante los diez días siguientes a su apertura para el consumo.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y para las condiciones de este ensayo, podemos concluir que:

A igualdad de producción, los aportes proteicos y energéticos de los haboncillos en verde en un solo corte, fueron superiores a los del raigrás italiano.

A pesar de su alta ensilabilidad y de la buena estabilidad aeróbica posterior, las elevadas pérdidas, producidas durante el proceso fermentativo, hacen imprescindible una prehenificación previa al ensilado, para poder utilizar con éxito los haboncillos como cultivo invernral para ensilar en lugar del raigrás italiano.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren mostrar su agradecimiento a todo el personal auxiliar de campo de la Nave metabólica que ha colaborado bajo la supervisión del capataz Dña. M^a Antonia Cueto Ardavín, así como al personal del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. DE LA, MARTÍNEZ, A. y VICENTE, F., 2004. Yield of intercropped of triticale and fava bean according to their developing state. Preliminary results. En: *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions*. Proceedings of EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION. 20th General Meeting. Luzaern-(Switzerland).

FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; PIÑEIRO, J.; CASTRO, P.; DÍAZ VILLAMIL, L. y VALLADARES, J., 2003. Composición química y digestibilidad in vitro del guisante forrajero (*Pisum sativum* L.) y triticale (x *Triticosecale* Wittm.) como cultivos invernales en seis fechas de corte en primavera. En: *Pastos, desarrollo y conservación*. Actas de la XLIII Reunión Científica de la SEEP. 261-267. Ed. A. B. Robles, M^a E. Ramos, M^a C. Morales, E. de Simón, J. L. González, J. Boza. Junta de Andalucía. Granada. España.

MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A., 2003. *Ensilabilidad de especies pratenses en Asturias y su interacción con el uso de aditivos*. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. 450pp.

MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. DE LA y MARTÍNEZ, A., 2002. Mezclas cereal-leguminosa como forraje invernral en zonas húmedas. En: *Producción de Pastos Forrajes y Céspedes*. Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP. 315-320. Eds. Chocarro, C., Santiveri, F., Fanlo, R., Bovet, I., Lloveras, J. (Universidad Lleida). (España).

MUCK, R. E., O'KIELY, P. y WILSON, R. K., 1991. Buffering capacities in permanent pasture grasses. *Irish J. Agr. Research*. **30**, 129-141.

O'KIELY, P. (1989). Aerobic stability of farm silage. *Irish J. Agr. Research*. **28 (1)**, 102-103.

O'KIELY, P., (1997). The use of additives: Effects on conservation and nutritive value. En: *Actas del seminario "Uso de aditivos para ensilados. Valor nutritivo, estabilidad aeróbica y control medioambiental"*. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria. Villaviciosa. 46 pp.

PLAYNE, M. J. y McDONALD, P., 1966. The buffering constituents of herbage and od silage. *Journal of Science of Food and Agriculture*, **17**, 264-268.

RIVEROS, E. y ARGAMENTERIA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. I. Forrajes verdes. II. Henos. III. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*. **12**, 49-75.

ROZA DELGADO, B. DE LA, MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A. SOLDADO CABEZUELO, A. Y ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ, A., 2004. Evolución de la producción y ensilabilidad de la asociación triticales – haboncillos, según estado de desarrollo. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*. Actas de la XLIV R. C. de la SEEP. 273-278. Ed. B. García Criado, A. García Ciudad, B. R. Vázquez de Aldana, Í. Zabalgoeazcoa. Salamanca (España).

S.A.S., 1990. SAS/STAT. User's Guide. Ver. 6. Fourth Edition. SAS Institute Inc., North Caroline (USA).

VALLADARES, J.; FLORES, G.; GONZALEZ-ARRÁEZ, A.; FERNANDEZ-LORENZO, B.; CASTRO, P y CARDELLE, M., 2005. Diseño de una sonda mecanizada para toma de muestras de silos. En: *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural*. Actas de la XLV Reunión Científica de la SEEP. Gijón. Asturias. En prensa

APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL INFRARROJO CERCANO PARA LA EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE HABAS FORRAJERAS

B. DE LA ROZA-DELGADO, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ,
A. MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, S. MODROÑO LOZANO,
A. SOLDADO-CABEZUELO Y A. ARGAMENTERÍA-GUTIÉRREZ.

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Crta. de Oviedo s/n. 33300 Villaviciosa. Asturias (España).

RESUMEN

Sobre una población de habas forrajeras formada por muestras procedentes de dos ensayos de un único año y otra en la que se habían incluido las diez muestras espectralmente más representativas del ensayo del año siguiente, se han desarrollado ecuaciones de calibración por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) – ecuaciones 1 y 2, respectivamente-, para los siguientes parámetros representativos del valor nutritivo de este cultivo: materia seca residual, cenizas, proteína bruta, fibra neutro detergente (FND), digestibilidad enzimática de la materia orgánica (DEMO), azúcares solubles y almidón (ALM), con el objetivo de evaluar su exactitud y precisión en validación externa. Los resultados obtenidos, como era de esperar, muestran mejores estadísticos con la ecuación 2 frente a la 1, con errores estándar de predicción siempre inferiores y resultando notablemente más bajos para el caso de cenizas (0,96 vs 0,29), FND (5,41 vs 2,87), DEMO (7,02 vs 3,05) y ALM (3,07 vs 0,93). Ello confirma que el análisis espectroscópico NIR necesita modelos de calibración, en los cuales la selección adecuada de las muestras que integren las poblaciones de calibración y validación representa el principal factor a tener en cuenta para una exitosa aplicación posterior.

Palabras clave: Haboncillos, calidad nutritiva, NIR, quimiometría

NEAR INFRARED PHILOSOPHY TO EVALUATE NUTRITIVE VALUE OF FAVA BEAN

SUMMARY

On a population made of fava bean samples of two crop experiences of same year (N=36) and other population with the inclusion of ten more samples (N=46) that their spectra adequately represent the second year crop, were used to develop near infrared reflectance (NIR) calibration equations- equations 1 and 2, respectively, to determine different representative parameters of nutritive value of this crop: residual dry matter, ashes, crude protein, neutral detergent fibre (NDF), organic matter enzymatic digestibility (OMED), water soluble carbohydrates and starch (STA), with the aim of assess the accuracy and precision of calibrations across external validation. The results obtained, showed best statistics by means equation 2. The standard error of prediction were always lower for equation 2, specially for ash (0,96 vs 0,29), NDF (5,41 vs 2,87), OMED (7,02 vs 3,05) and STA (3,07 vs 0,93) values for equation 1 and equation 2, respectively. These results confirm that analysis by NIR spectroscopy needs calibration models with samples adequate selection to generate calibration and validation population as the principal factor to obtain an appropriated ulterior application.

Key words: Winter crop, NIR, nutritive quality, chemometric

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el SERIDA viene desarrollando diversos trabajos sobre la introducción de leguminosas en cultivo único o en asociación como cultivos invernales para su rotación con el maíz forrajero en sustitución del raigrás italiano (Pedrol y Martínez, 2003; Argamentería *et al.*, 2004; De la Roza *et al.*, 2004). Una de las características principales a evaluar en este tipo de cultivos es su resistencia al encamado, ya que condiciona en gran medida las labores de recolección. En este sentido, las experiencias del SERIDA indican que los haboncillos presentaron mejores resultados (Pedrol y Martínez, 2003). Sin embargo, una vez realizada la evaluación agronómica cobra vital importancia su valor nutritivo.

Los análisis de laboratorio para determinar el valor nutritivo de un forraje resultan imprescindibles ya que su composición es variable y dependiente, entre otros, de factores agroedafoclimáticos y tecnológicos y, en muchos casos, suponen una importante inversión de tiempo y dinero, sobre manera aquéllos que precisan tratamientos enzimáticos y largos periodos de digestión como la cuantificación del contenido en almidón (Soldado *et al.*, 2003) o la de reproducción a nivel de laboratorio de alguna respuesta animal como la digestibilidad de la materia orgánica (Riveros y Argamentería, 1987). Supone un inconveniente añadido a la hora de determinar estos parámetros si el número de muestras es elevado.

Desde hace más de 30 años se viene demostrando internacionalmente la capacidad de la reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) como herramienta viable para predecir el valor nutritivo de forrajes. De hecho este mismo grupo de trabajo lleva trabajando durante los últimos 20 años en esta tecnología y, sin embargo, aún no se ha implantado como alternativa rápida, exacta y precisa para análisis de calidad nutritiva con la universalidad esperada, probablemente por falta de comprensión tanto de la propia tecnología, como de las herramientas disponibles.

El objetivo de este trabajo es desarrollar ecuaciones de calibración NIR con muestras obtenidas tras un año de ensayo agronómico para predecir el valor nutritivo de haboncillos y comparar su comportamiento en validación externa con las ecuaciones obtenidas tras la inclusión de las diez muestras que espectralmente mejor representan a la población obtenida en el ensayo del año siguiente, para corroborar que una adecuada ecuación de calibración precisa además de un mínimo número de muestras, una estudiada estrategia que permita lograr con el mínimo coste analítico, representar adecuadamente a la problemática que se quieren aplicar.

MATERIAL Y MÉTODOS

a. Diseños experimentales

Como Población 1, se consideraron 36 muestras procedentes de ensayos de variedades de mezcla cereal-leguminosa en la España húmeda correspondientes al año 2003, en las cuales se siguió un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo la parcela experimental de 2 m x 6 m. La siembra consistió la asociación de triticale como tutor (*x Triticosecale* Wittm. cv ‘Senatrit’) y diez variedades de haboncillos (*Vicia faba* L.) cv ‘Alameda’, ‘Amcor’, ‘Brocal’, ‘D. Ramón’, ‘Econa’, ‘Palacio’, ‘Prothabat 69’, ‘Prothobon 101’, ‘Rutabon’ y ‘Vitabon’. Tras la siembra el 24 de

febrero, fueron recogidas un mes después de la floración. Se determinó su producción en una franja central, dejando zonas de bordura en las cabeceras y laterales de la zona controlada. Del forraje obtenido las leguminosas fueron separadas manualmente y sobre una alícuota se determinó el contenido en materia seca (MS, 60°C durante 24 h).

Además, se incluyeron 28 muestras más procedentes de un ensayo de 2003 del SERIDA en gran parcela del intercultivo de triticale (x *Triticosecale* Wittm. cv 'Tentudia') y haboncillos (*Vicia faba* L. cv 'Rutabon'), para caracterizar el momento óptimo de corte de la asociación (De la Roza *et al.*, 2004). De esta manera se pudo incrementar el número de muestras con valores de referencia para la determinación de azúcares solubles, dado que se trata de la más difícil ejecución de las realizadas.

La Población 2, estaba constituida por las muestras anteriores, más otras diez elegidas como se describe en el apartado c, correspondientes al ensayo de cereal-leguminosa del año 2004, llevado a cabo en condiciones similares al del año anterior.

b. Análisis de referencia

Todas las submuestras desecadas a 60°C, fueron posteriormente molidas a 0,75 mm para su análisis. Se determinó materia seca final, cenizas, proteína bruta, azúcares solubles por UV-VIS, almidón (Soldado *et al.* 2003), fibra neutro detergente y digestibilidad con celulosa de la misma (Riveros y Argamentaría, 1987).

c. Análisis NIR

La recogida de datos espectrales NIR se llevó a cabo en un equipo monocromador NIRSystems 5000 (FOSS NIRSystems, Silver Spring, MD, USA) dotado de módulo de giro, y que realiza las medidas en un rango comprendido entre 1100-2500 nm. Los espectros de las muestras molidas se recogieron utilizando una cápsula circular de cinco cm de diámetro. Se recogieron dos espectros por muestra y posteriormente se utilizó el espectro promedio en el proceso de calibración. La recogida de datos espectrales se llevó a cabo mediante el programa ISI-NIRS2 versión 4.0 y el análisis quimiométrico de los mismos con el programa WinISI II versión 1.50.

Las diez muestras adicionales de la Población 2 fueron seleccionadas con el algoritmo SELECT (Shenk y Westerhaus, 1991) como las más representativas espectralmente del total de las muestras recogidas en el ensayo del año 2004.

Las ecuaciones de calibración fueron desarrolladas mediante la regresión de mínimos cuadrados parciales modificada (MPLS: Modified Partial Least Squares), con una transformación previa de los datos espectroscópicos mediante tratamiento de corrección de dispersión de la luz ó *scatter* (Standard Norma Variate and Detrend) y segunda derivada (Shenk y Westerhaus, 1996). La elección de MPLS como modelo de regresión se basa en la necesidad de evitar problemas de colinearidad, al trabajar con muchas bandas en el espectro que permiten la medida cuantitativa de un analito (Murray, 2004).

Para la evaluación de la precisión y exactitud de las ecuaciones se emplearon los siguientes estadísticos: los errores estándar de los residuales obtenidos para las muestras de calibración (ETC) y de validación cruzada (ETVC), respectivamente y los coeficientes de determinación para las etapas de calibración (R^2) y validación cruzada (r^2). Finalmente, para evaluar el modelo de calibración se realizó una validación externa sobre diez muestras de los ensayos de variedades del año 2004 elegidas también elegidas con el algoritmo SELECT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se resumen los valores medios y desviaciones estándar de los diversos parámetros analizados por los métodos de referencia en las dos poblaciones sobre las que se aplicaron los modelos quimiométricos para el desarrollo de las ecuaciones NIR. Cenizas (CZ), almidón (ALM) y azúcares solubles (AZ), fueron los parámetros que presentaron mayores coeficientes de variación en las dos poblaciones y, en contrapartida la materia seca residual (MS) y la digestibilidad enzimática (DEMO) la menor variabilidad.

Tabla 1. Valor medio (% sobre muestra natural) y desviación estándar de la composición químico bromatológica de las dos poblaciones de haboncillos

	MS	CZ	PB	FND	DEMO	ALM	AZ
Población 1 (N=36)	89,29±0,800	8,98±2,61	13,89±0,992	35,35±3,02	74,95±3,37	10,61±2,61	14,56±3,35 (N=63)
Población 2 (N=46)	89,26±0,762	8,25±2,70	13,96±1,14	36,65±3,72	73,40±4,25	10,13±2,91	14,33±3,26 (N=73)

N: Número de muestras; MS: Materia seca; CZ: Cenizas; PB; Proteína bruta; FND: Fibra neutro detergente; DEMO: Digestibilidad enzimática de la materia orgánica; ALM: Almidón; AZ: Azúcares solubles.

En la Tabla 2 y Tabla 3 se resumen los estadísticos de las ecuaciones de calibración NIR obtenidas con las Poblaciones 1 y 2. Es de hacer notar que según las recomendaciones de Shenk y Westerhaus (1991) y la propia experiencia de nuestro grupo, el número mínimo de muestras para llevar a cabo una calibración NIR es 50. Sin embargo, con este trabajo se pretende presentar unos datos preliminares haciendo especial hincapié en como el incremento, aunque sea pequeño, de la variabilidad poblacional, mejora en gran medida las futuras predicciones ante muestras desconocidas, siempre y cuando representen adecuadamente a la población en estudio. Esta selección dirigida permite no incluir muestras que sólo aportarían información redundante y reducir en gran medida el coste de los análisis de referencia (Murray, 2004). De hecho, la inclusión de sólo diez muestras representativas espectralmente de todas las generadas en el segundo año del ensayo de cereal-leguminosa han mejorado los estadísticos en todos los parámetros, excepto para el almidón y azúcares.

El reducido número de muestras de las calibraciones, así como la escasez de la variabilidad interanual poblacional, hacen que en la mayoría de las ecuaciones NIR no se alcance valores de RDP superiores a tres, tal y como recomiendan Williams y Sobering (1993) para su uso en diagnósticos. Sin embargo, a fin de minimizar el error de predicción externa, se ha incluido en el desarrollo de las ecuaciones un algoritmo matemático incluido en el paquete quimiométrico ya citado, que en síntesis consiste en construir un fichero que se denomina “Fichero de Repetibilidad”, el cual permite minimizar las fuentes de variación que pueden afectar a las predicciones NIR (ISI, 1998 y 1999).

Tabla 2. Estadísticos de las ecuaciones NIR para la cuantificación de diversos parámetros químicos en haboncillos, desarrolladas sobre muestras de un único año (Ecuación 1: N=36)

Parámetro	ETC	R ²	ETVC	r ²	RDP
MS	0,373	0,782	0,495	0,610	1,62
CZ	0,568	0,950	0,818	0,899	3,18
PB	0,393	0,843	0,587	0,655	1,69
FND	1,369	0,795	1,856	0,646	1,63
DEMO	1,558	0,786	1,916	0,696	1,76
ALM	0,480	0,966	0,840	0,904	3,11
AZ (N=63)	1,259	0,859	1,685	0,744	1,98

N: N° de muestras; MS: Materia seca; CZ: Cenizas; PB; Proteína bruta; FND: Fibra neutro detergente; DEMO: Digestibilidad enzimática de la materia orgánica; ALM: Almidón; AZ: Azúcares solubles. ETC: Error típico de calibración; R² y r²: coeficientes de determinación de calibración y validación cruzada ; ETCV: Error típico de validación cruzada; RDP: Des. Est. Población calibración/ETCV.

Tabla 3. Estadísticos de las ecuaciones NIR para la cuantificación de diversos parámetros químicos en haboncillos, desarrolladas sobre muestras de dos años (Ecuación 2: N=46)

Parámetro	ETC	R ²	ETVC	r ²	RDP
MS	0,324	0,790	0,404	0,681	1,91
CZ	0,488	0,970	0,702	0,937	6,76
PB	0,401	0,880	0,550	0,782	2,08
FND	1,367	0,860	1,699	0,791	2,19
DEMO	1,094	0,930	1,505	0,872	2,83
ALM	0,739	0,920	1,298	0,763	2,24
AZ (N=73)	1,523	0,770	1,933	0,659	1,69

N: N° de muestras; MS: Materia seca; CZ: Cenizas; PB; Proteína bruta; FND: Fibra neutro detergente; DEMO: Digestibilidad enzimática de la materia orgánica; ALM: Almidón; AZ: Azúcares solubles. ETC: Error típico de calibración; R² y r²: coeficientes de determinación de calibración y validación cruzada ; ETCV: Error típico de validación cruzada; RDP: Des. Est. Población calibración/ETCV.

La validación externa (Tabla 4) corrobora los mejores resultados esperados en la predicción de muestras desconocidas de la ecuación 2 frente a la 1, con errores estándar de predicción siempre inferiores y resultando notablemente más bajos para el caso de cenizas (0,96 vs 0,29), FND (5,41 vs 2,87), DEMO (7,02 vs 3,05) y ALM (3,07 vs 0,93).

Tabla 4.- Efecto de la ampliación de la población en el desarrollo de calibraciones NIR en la validación de parámetros de valor nutritivo en haboncillos (N=10).

Parámetro	Media	Desviación estándar	Ecuación 1		Ecuación 2	
			ETP	Bias	ETP	Bias
Materia Seca %	89,09	0,637	0,810	-0,678	0,510	-0,134
Cenizas %	5,53	0,596	0,955	-0,815	0,290	-0,141
Proteína Bruta %	14,17	1,660	1,052	-0,529	0,909	0,262
FND %	40,85	2,698	5,413	4,913	2,874	0,607
DEMO %	68,64	2,760	7,023	-6,718	3,053	-0,988
Almidón %	9,28	2,739	3,073	-2,681	0,925	-0,300
Azúcares Solubles %	13,92	1,993	1,714	0,273	1,471	-0,432

FND: Fibra neutro detergente; DEMO: Digestibilidad enzimática de la materia orgánica; ETP: error típico de predicción

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo confirman que el análisis espectroscópico NIR necesita modelos de calibración robustos, en los cuales la selección adecuada de las muestras que integren las poblaciones de calibración y validación representa el principal factor a tener en cuenta para una exitosa aplicación posterior.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren mostrar su agradecimiento al personal del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. DE LA, MARTÍNEZ, A. Y VICENTE, F., 2004. Yield of intercropped of triticale and fava bean according to their developing state. Preliminary results. En: *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions*. Proceedings of EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION. 20th General Meeting. Luzaern-(Switzerland).

ISI., 1998. *The complete software solution for routine analysis, robust calibrations and networking manual*. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infracsoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.

ISI., 1999. *A collection of new NIRS topics*. FOSS NIRSystems/TECATOR. Infracsoft International, LLC. Sylver Spring MD, USA.

MURRAY, I., 2004. Scattered information: philosophy and practice of near infrared spectroscopy. En: *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 11th International Conference*. 1-12. Eds. A. M. C. Davies, A. Garrido-Varo. NIR Publications, Chichester, UK.

PEDROL, N. Y MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, A., 2003. Asociación cereal-leguminosa en rotaciones forrajeras ecológicas de zonas húmedas. En: *Pastos, Desarrollo y Conservación*. Actas de la XLII R. C. de la SEEP. 131-136. Eds. A. B. Robles Cruz, M. E. Ramos Font, M. C. Morales Torres, E. De Simón Navarrete, J. L. González Rebollar, J. Boza López. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía (España).

RIVEROS, E. y ARGAMENTERIA, A., 1987. Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. I. Forrajes verdes. II. Henos. III. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*. **12**, 49-75.

ROZA DELGADO, B. DE LA, MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A. SOLDADO CABEZUELO, A. Y ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ, A., 2004. Evolución de la producción y ensilabilidad de la asociación triticales – haboncillos, según estado de desarrollo. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*. Actas de la XLIV R. C. de la SEEP. 273-278. Eds. B. García Criado, A. García Ciudad, B. R. Vázquez de Aldana, Í. Zabalgogea. Salamanca (España).

SHENK, J. S. Y WESTERHAUS, M. O., 1991. Population definition sample selection and calibration procedures for near infrared spectra and modified partial least squares regression. *Crop Science*. **31**, 469-474.

SHENK, J. S. Y WESTERHAUS, M. O., 1996. *Routine operation and calibration development manual*. NIRSystems, Tech Toad, Siver Spring, MD 20904. PN IS-0119. USA.

SOLDADO, A., FERNÁNDEZ, O., MARTÍNEZ, A. Y DE LA ROZA B. 2003., Estudio comparativo de métodos analíticos para la determinación del contenido en almidón en ensilados de maíz. En: *Pastos, Desarrollo y Conservación*. Actas de la XLII R. C. de la SEEP. 297-302. Eds. A. B. Robles Cruz, M. E. Ramos Font, M. C. Morales Torres, E. De Simón Navarrete, J. L. González Rebollar, J. Boza López. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía (España).

WILLIAMS, P.C. Y SOBERING, D.C., 1993. Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. *Journal. Near Infrared Spectroscopy*. **1**, 25-32.

SESIÓN: **ECOLOGÍA Y BOTÁNICA DE PASTOS**

PRADOS Y PASTOS CANTÁBRICOS: ORIGEN Y DIVERSIDAD

T. E. DÍAZ GONZÁLEZ Y J. A. FERNÁNDEZ PRIETO.

Área de Botánica. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas,
C/ Catedrático Rodrigo Uría s/n. Universidad de Oviedo. 33071 Oviedo (España)

RESUMEN

Los territorios noroccidentales ibéricos pertenecientes a la provincia biogeográfica Atlántica europea (caracterizada por un macroclima de tipo templado, es decir, sin periodo de sequía estival), debido a su complejidad topográfica, biogeográfica, bioclimática y de sustratos, unido a su proximidad a la Región Mediterránea, da como resultado que los pastos herbáceos de estos territorios sean muy diversos, como lo atestiguan los 87 tipos reconocidos de prados y pastizales cantábricos, sin entrar a considerar los pastos arbolados densos, los de arbolado ralo y los de origen agrícola. Estos tipos básicos se pueden reunir en cuatro grupos generales (pastizales, prados, pastos de puertos y majadales) en función de sus características edáficas, de sustratos y de manejos. Se establecen las hipótesis sobre el origen de los prados y la actividad antrópica.

INTRODUCCIÓN

La Cordillera Cantábrica y sus estribaciones hacia el mar es un territorio orográficamente muy complejo a lo cual hay que añadir una peculiar geología y una especial situación biogeográfica ya que, si bien pertenece a la Región Eurosiberiana (con un típico macroclima templado), no es menos cierto que hace frontera con el mundo Mediterráneo por lo que muchos de los ecosistemas de esta última región biogeográfica aún permanecen actualmente en las áreas cantábricas, como son los bosques perennifolios de encinas, carrascas y alcornoques. Estas formaciones arbóreas son los restos de lo que en otros tiempos geológicos constituyó la vegetación dominante y que en la actualidad conviven, en estaciones favorables y con un microclima particular, con los ecosistemas de marcado templado templado, como son los bosques planocaducifolios, es decir, los hayedos, robledales albares, carbayedas, abedulares, etc.

Por tales razones el noroeste peninsular, de neto carácter eurosiberiano, presenta un gran diversidad de prados y pastizales, por lo que, para evitar una dispersión de los datos, nos vamos a centrar únicamente en los *pastos herbáceos*, definidos según el *Nomenclator básico de la SEEP* como aquellos recursos vegetales de carácter fundamentalmente herbáceos que sirven de alimento al ganado, bien en pastoreo o bien como forraje. Por ello en el presente trabajo no se abordan los *pastos con arbolado denso* (en los cuales el pastoreo está más o menos limitado por no ser la ganadería su producción principal) ni los *pastos con arbolado ralo*, donde la cubierta arbórea es abierta, hueca o aclarada y que se utiliza para pastoreo extensivo, aunque tampoco la ganadería sea su producción principal. En estos dos últimos tipos de comunidades pascícolas es donde el pasto de ramoneo mejor se manifiesta, proceso que implica el que el ganado ramonea, es decir, consume ramón (hojas y amillos tiernos) y, por extensión, otros productos de especies leñosas como frutos, flores e incluso cortezas, tal como se menciona en el citado *Nomenclator básico de la*

SEEP. En estos medios forestales el pasto de montanera (aprovechamiento de las bellotas, hayucos, castañas y otros frutos forestales por el ganado en el monte) es otro de los sistemas tradicionales de aprovechamiento ganadero. Debido a su procedencia tampoco se abordan los denominados *pastos de origen agrícola*, derivados de dicha actividad y con aprovechamiento generalmente intensivo (salvo los barbechos, eriales o baldíos y muchos rastros); en ellos se incluyen tanto los *cultivos forrajeros* (pastos sembrados en na rotación) como las *praderas* (cultivos forrajeros constituidos por dos o má sespecies de gramíneas y leguminosas) y los *cultivos monofitos* (o de mezcla sencilla, como cereales de invierno o de primavera)

El análisis de la diversidad de los pastos herbáceos cantábricos se ha basado en los datos obtenidos de las obras: Díaz González y Fernández Prieto (1994), Rivas-Martínez, Fernández-González, Loidi, Lousa y Penas (2001), Rivas-Martínez, Díaz González, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousa y Penas (2002a y b), Rivas-Martínez y col. (2005) y Penas y Rivas-Martínez (2003).

ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS Y BIOCLIMÁTICOS DEL TERRITORIO

La elevada diversidad de prados y pastizales existentes en los territorios templados del noroeste ibérico son el reflejo, en parte, de una peculiar **biogeografía**, toda ella bajo un macroclima de tipo extratropical definido como **Templado**, en el que, coincidiendo con la época cálida (el verano), no existe periodo de sequía o aridez o éste es inferior a dos meses. Convencionalmente se acepta que un mes tiene carácter árido cuando la precipitación, expresada en litros / m², es inferior al doble de la temperatura media mensual, expresada en grados centígrados ($p < 2T$). Este clima, aunque muy diverso tanto en lo térmico como en lo ómbrico, tiene de peculiar el que las precipitaciones, más o menos abundantes, presentan una marcada distribución estacional y, si bien se concentran en invierno y primavera, durante el verano la caída de las precipitaciones no es tan significativa como para que la evapotranspiración, condicionada por las suaves temperaturas de verano, se vea compensada por las escasas lluvias de este periodo y, por tanto, no se produce un agotamiento de las reservas hídricas del suelo. Este hecho condiciona el que en la actualidad el territorio pertenezca, desde el punto de vista biogeográfico, a la **Región Eurosiberiana (Provincia Atlántica europea)**, donde dominan los bosques planocaducifolios. Los territorios más septentrionales y próximos al mar presentan un marcado carácter oceánico y corresponden biogeográficamente a la **Subprovincia Cantabroatlántica**), mientras aquellos circunscritos a la Cordillera Cantábrica son mucho más continentales, es decir, con un mayor contraste térmico entre los meses estivales e invernales, lo que propicia la desaparición de determinados tipos de comunidades vegetales cantabroatlánticas (carbayedas, bosques de ribera con alisos, escobonales, aulagares con tojo o árgoma europea, brezales con *Erica mackaiana*, etc) y cultivos forestales asociados a estos ambientes de clima benigno como el eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Por el contrario estas condiciones térmicas de elevada continentalidad relativa provocan la aparición de formaciones vegetales adaptadas a este ambiente como hayedos, robledales albares, abedulares, bosques mixtos de tilos y fresnedas riparias, los cuales caracterizan en cierta medida la **Subprovincia Orocantábrica**, junto con matorrales típicos de estas áreas montañosas como piornales, aulagares cantábricos y brezales de diversos tipos.

Siguiendo los criterios expuestos en el *Mapa de series, geoserias y geomicroseries de Vegetación de España [Manual del mapa de vegetación potencial de España]*(Rivas-

Martínez y cols., 2005) basado en el *Biogeographic Map of Europe* (Rivas-Martínez, Penas & Díaz González, Cartographic Service, University of León, .2001) se reconocen en los territorios ibéricos de la **Subprovincia Cantabroatlántica** [territorio Atlántico Cantábrico, desde Biarritz a Oporto] cuatro Sectores que contienen varias unidades biogeográficas de menor rango (Distritos): 1. Sector **Cántabro-Euskaldún** [Cantabria y Euskadi] con los Distritos 1a. *Euskaldún Oriental* [País Vasco: de Biarritz a Zarautz y cuencas del Nive, Bidasoa y Oria], 1b. *Pamplonés* [Pamplona: cuencas de los ríos Araquil, Larraun, Ulzama, Erro y Urrobi], 1c. *Serrano Urbaseño* [Sierras de Urbasa, Andía y Santiago de Lóquiz.], 1d. *Vitoriano-Cantabrio* [Llanada de Vitoria, Treviño, Izquiza y sierras de Cantabria del Toloño al Codés], 1e. *Vizcaíno* [Vizcaya: del Urola al Mercadillo, Duranguesado, Encartaciones y La Busturia], 1f. *Valnerano-Trasmerano* [De Castro-Urdiales a Santoña, Trasmiera y montes del Valnera al Zalama], 1g. *Santanderino* [Santander: del cabo de Ajo a Comillas y valles de Toranzo, Besaya y bajo Saja] y 1h. *Cántabro Meridional* [Cantabria: de Fontibre a Valderredible, Campóo de Ebro y Carrales]. 2. Sector **Galaico-Asturiano** [Galicia Septentrional, Asturias y occidente de Cantabria] con los Distritos 2a. *Ovetense* [Oviedo: territorios de Comillas (Cantabria) a Pravia (Asturias) con el pasillo de Llanes a Villaviciosa], 2b. *Cuerano-Suevense* [Sierras de Cuera y Sueve y cuencas bajas internas del río Deva al Piloña], 2c. *Asturiano Septentrional* [Asturias: de la ría de Pravia a la de Ribadeo y de la sierra de Tineo a La Bobia] y 2d. *Galaico Septentrional* [Galicia Septentrional: del Masma al Eume y sierras de la Loba, Gistral y Lorenzana]. 3. Sector **Galaico-Portugués** [Galicia Meridional y Portugal Nororiental] con los Distritos 3a. *Compostelano* [Comarca de Compostela: de la cuenca del Xallas a la del Ulla], 3b. *Brigantino* [La Coruña: Bergantiños y Las Mariñas], 3c. *Lucense* [Lugo: Terra Chá, comarca de Fonsagrada y Los Oscos, Asturias], 3d. *Miñense* [Miño: del río Neiva al Umia, hasta las sierras de Testeiro y del Faro], 3e. *Islas Cies y Ons* [Islas Cies y Ons. Pontevedra] y 3f. *Juresiano-Penedano* [Sierra de Jurés: parques de las sierras de Peneda y Gerês]. 4. Sector **Galaico Interior** [Galicia Interior] con los Distritos 4a. *Altotamegano-Limiano* [Cuencas altas del Tamega, del Arnoya y La Limia: Laza, Maceda y Xinzo], 4b. *Orensano-Lemosino* [Comarca de Orense y Tierra de Lemos] y 4c. *Altonaviano* [Cuenca alta del Navia].

La Cordillera Cantábrica y áreas montañosas próximas (**Subprovincia Orocantábrica**: Cordillera Cantábrica del Caurel al Alto Campóo) se reparte, según los autores antes mencionados, entre tres Sectores que corresponden a las áreas orientales, centrales y occidentales y que a su vez se subdividen en Distritos: 5. Sector **Altocampurriano-Carrionés** [Alto Campóo y cuencas altas del Carrión y Pisuerga] con los Distritos 5a. *Altocampurriano* [Alto Campóo: Peña Labra-Tres Mares, alto Saja y valles de Santullán y Mudá], 5b. *Altocarrionés* [Cuenca alta del Carrión] y 5c. *Espigüeteño-Redondense* [Macizo del Espigüete y Peña Redonda]. 6. Sector **Picoeuropeo-Ubiñense** [Montañas desde los Picos de Europa al Macizo de Peña Ubiña] con los Distritos 6a. *Picoeuropeo* [Picos de Europa: macizos oriental, central y occidental], 6b. *Redesano-Mampodrense* [Montañas de Redes y macizo del Mampodre], 6c. *Altoallerano-Somedano* [De Somiedo a la cuenca alta del Aller], 6d. *Babiano-Pormense* [De la Babia y Peña Ubiña a la cuenca alta del Porma] y 6e. *Lebaniego* [La Liébana]. 7. Sector **Laciano-Ancareense** [Laciana y Los Ancares] con los Distritos 7a. *Laciano* [Laciana, León], 7b. *Altonarceense* [Cuenca alta del Narcea hasta el embalse de La Florida], 7c. *Catouteño-Omañense* [Macizos del Catoute, Villabandín y Las Omañas], 7d. *Ancareense* [Los Ancares] y 7e. *Caureliano* [El Caurel].

Otro de los parámetros que utilizados para caracterizar los diversos tipos de prados y pastizales son los **Pisos bioclimáticos** que, siguiendo los criterios de Penas & Rivas-Martínez. (2003), son cada uno de los tipos o grupos de medios que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal. Se delimitan en función de los factores termoclimáticos (*termotipos*, It, Itc, Tp) y ombroclimáticos (*ombrotipos*, Io), conteniendo cada piso bioclimático posee unas determinadas formaciones y comunidades vegetales. Aunque el fenómeno de la zonación tiene jurisdicción universal y los valores umbrales ombrocimáticos (Io) son equivalentes, los termoclimáticos (It, Itc, Tp) son diferentes en la mayoría de los macrobioclimas. Los **termotipos** son unidades que expresan sumatorios de temperaturas máximas, medias o mínimas mensuales o anuales. El el macrobioclima Templado de los territorios Cántabro Atlánticos del norte peninsulare reconoce la siguiente secuencia altitudinal o latitudinal de termotipos: *termotemplado* (termocolino) (Tt), *mesotemplado* (colino) (Mt), *supratemplado* (montano) (St), *orotemplado* (subalpino) (Ot) y *criorotemplado* (alpino) (Ct). En la tabla adjunta se recogen los intervalos de It, Itc y Tp que delimitan los termotipos señalados. Para una concordancia más afinada con la vegetación, a veces es necesario distinguir en los pisos bioclimáticos la mitad inferior y superior de sus intervalos térmicos y ómbricos, que denominamos horizontes bioclimáticos termotípicos y ombrotípicos.

Pisos Bioclimáticos: Termotipos	<i>Abr.</i>	<i>It, Itc</i>	<i>Tp</i>	<i>Pisos altitudinales</i>
Termotemplado	Tt	301-410	2001-2350	Termocolino
Mesotemplado	Mt	181-300	1401-2000	Colino
Supratemplado	St	21-180	801-1400	Montano
Orotemplado	Ot	-	381-800	Subalpino
Criorotemplado	Ct	-	1-380	Alpino

It: Índice de termicidad (T + M + m) $10 \equiv (T + T_{min} \times 2) 10$ [T: Temperatura media anual en grados centígrados; M: Temperatura media de las máximas del mes más frío; m: Temperatura media de las mínimas del mes más frío]

Itc: Índice de termicidad compensado. Este índice trata de ajustar el It a las zonas extratropicales de la Tierra (al norte y al sur del paralelo 23° N y S, respectivamente) donde el "exceso" de frío o de templanza que acaece durante la estación fría en los territorios de clima continental acusado o en los hiperoceánicos, afecta a los valores del índice de termicidad (It) para que su continentalidad pueda ser comparada.

Tp: Temperatura positiva anual (\sum de los meses de Ti [Ti : Temperatura media mensual, siendo i: 1 = enero, ..., 12 = diciembre] superior a 0°C en décimas de grados centígrados).

Los **ombrotipos** son valores que expresan los cocientes entre las precipitaciones medias en milímetros y el sumatorio en grados centígrados de aquellos meses cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados. En los territorios cántabro atlánticos se reconocen los siguiente tipos ómbricos [se indican los intervalos o valores de Io [Io: Índice ombrotérmico anual (Pp: Tp) 10. Pp: Precipitación positiva anual (de los meses de Ti superior a 0°C). Tp: Temperatura positiva anual] que delimitan los tipos ómbricos en el territorio, así como las abreviaturas que los designan]: subhúmedo (Sh) [Io: 3.6-6.0], Húmedo (Hu) [Io: 6.0-12.0], , Hiperhúmedo (Hh) [Io: 12.0-24.0], y Ultrahiperhúmedo (Uh) [Io: > 24.0].

La **tipología de los sustratos** es otro de los factores abióticos que condicionan en gran manera los tipos de suelos y, por ende, la cubierta herbácea que soportan, por lo que, desde este punto de vista, los prados y pastizales los podemos agrupar atendiendo al contenido en bases de la roca madre y así podemos considerar los pastos herbáceos sobre sustratos ricos en bases [c] (calizas, dolomias, margas, etc), los que se desarrollan sobre rocas silíceas [s] (cuarcitas, areniscas, pizarras, etc), o bien los indiferentes al tipo de sustrato [i].

DIVERSIDAD DE LOS PASTOS HERBÁCEOS CANTÁBRICOS

Los distintos tipos de prados y pastizales cantábricos se pueden agrupar, según los criterios establecidos en el *Nomenclator básico de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, en las siguientes categorías: pastizales, prados, pastos de puertos y majadales. Para cada tipo básico (que se corresponde con una asociación fitosociológica) se indica su denominación vulgar (siguiendo en líneas generales las pautas marcadas en el *Atlas de los Hábitats Naturales y Seminaturales de España [Manual de Interpretación de los Hábitats Naturales y Seminaturales de España]* (2003), nombre fitosociológico, su correspondiente autoría y el código de referencia de la *Syntaxonomical Checklist of Vascular Plant Communities of Spain and Portugal to association level* (2001) y *Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical Checklist of 2001. Part I & Part II* (2002). Las unidades biogeográficas, pisos bioclimáticos (termotipos y ombrotipos) y sustratos en los que se distribuyen, figuran con las siguientes abreviaturas: AC (Distrito Ancarense); AN (Distrito Altonarceense); AS (Distrito Altoallerano-Somedano); AT (Distrito Asturiano Septentrional); BP (Distrito Babiano-Pormense); c (Sustrato calcáreo); CA (Subprovincia Cantabroatlántica); CC (Sector Altocampurriano-Carrionés); CE (Sector Cántabro-Euskaldún); CM (Distrito Catouteño-Omañense); CO (Distrito Altocarrionés); CP (Distrito Altocampurriano); CS (Distrito Cuerano-Suevense); Ct (Piso bioclimático criorotemplado; piso altitudinal: alpino); CU (Distrito Caureliano); ER (Distrito Espigüeteño-Redondense); GA (Sector Galaico-Asturiano); GI (Sector Galaico Interior); GP (Sector Galaico-Portugués); GS (Distrito Galaico Septentrional); Hh (Ombrotipo hiperhúmedo); Hu (Ombrotipo húmedo); i (Sustrato indiferente); LA (Sector Laciano-Ancarense); LC (Distrito Laciano); LE (Distrito Lebaniego); Mt (Piso bioclimático mesotemplado; piso altitudinal: colino); NA (Distrito Altonaviano); OR (Subprovincia Orocantábrica); Ot (Piso bioclimático orotemplado; piso altitudinal: subalpino); OV (Distrito Ovetense); PI (Distrito Picoeuropeo); RM (Distrito Redesano-Mampodrense); s (Sustrato silíceo); SA (Distrito Santanderino); Sh (Ombrotipo subhúmedo); St (Piso bioclimático supratemplado; piso altitudinal: montano); Sts (Piso bioclimático supratemplado horizonte superior; piso altitudinal: altimontano); Tt (Piso bioclimático termotemplado; piso altitudinal: termocolino); Uh (Ombrotipo ultrahiperhúmedo); UP (Sector Picoeuropeo-Ubiñense).

A. PASTIZALES. Comunidades naturales dominadas por especies herbáceas que, por efecto del clima, se agostan en el estío.

A.1. PASTIZALES BASÓFILOS. En este apartado agrupamos los pastizales que representan la vegetación potencial quionófoba, sobre suelos ricos en bases del piso criorotemplado (alpino) (*Oxytropido-Elynion*); las comunidades de los neveros de la alta montaña eurosiberiana (*Arabidion caeruleae*); los pastizales mesofíticos, ricos en gramíneas y desarrollados sobre suelos profundos no hidromorfos de los pisos meso y supratemplado (colino y montano) con ombroclima al menos húmedo (*Potentillo montanae-Brachypodium rupestris*); los pastizales ricos en arbustos sufruticosos y pulviniformes y hemicriptófitos amacollados (aulagares), desarrolladas sobre suelos bien estructurados rendzínicos o profundos, en ocasiones someros, distribuidos por los pisos termo, meso, supra y orotemplados y supramediterráneos, subhúmedo-húmedo-hiperhúmedas (*Genistion occidentalis*); los pastizales basófilos con caméfitos sufruticosos que prosperan sobre suelos someros crioturbandos desarrolladas sobre litosoles calcáreos venteados, en áreas continentales orocantábricas supra-orotempladas húmedo-hiperhúmedas (*Festucion burnatii*); y los pastizales-tomillares basófilos crioturbandos, ricos en pequeños caméfitos postrados (tomillos), de distribución castellano-cantábrica, castellano-duriense, orocantábrica y berciana, (meso-) supramediterráneos y supratemplados (*Plantagini discoloris-Thymion mastigophori*). A continuación se relacionan aquellos tipos básicos presentes en los territorios cantábricos.

Pastizales criorotemplados (alpinos) picoeuropeanos de *Kobresia myosuroides* (44.1.3. *Oxytropido pyrenaicae-Elynetum myosuroidis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: PI. Piso bioclimático: Ct (Hu, Hh, Uh). Sustrato: c]

Comunidades basófilas oro-criorotempladas picoeuropeana de ventisqueros. (48.2.3. *Ranunculo leroyi-Gnaphalietum hoppeani* T.E. Díaz & Nava 1991) [Biogeografía: PI. Piso bioclimático: Ot, Ct (Hh, Uh). Sustrato: c]

Lastonares cántabro-atlánticos de *Brachypodium rupestre*. (51.1.2. *Brachypodium rupestris-Seselietum cantabrici* Br.-Bl. 1967 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: CE, OV, CS, PI. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu, Hh). Sustrato: c]

Lastonares orocantábricos orientales de *Brachypodium rupestre*. (51.1.3. *Bromo erecti-Caricetum brevicollis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: PI, RM. Piso bioclimático: St, Ot (Hu, Hh). Sustrato: c]

Lastonares orocantábricos occidentales de *Brachypodium rupestre*. (51.1.7. *Helianthemo cantabrici-Brometum erecti* J. Guitián, Izco & Amigo 1989) [Biogeografía: AS, BP, LA. Piso bioclimático: Mt, St (Hu, Hh). Sustrato: c]

Lastonares cántabro-euskaldunes de *Helictotrichon cantabricum*. (52.5.2. *Aveno cantabricae-Seslerietum hispanicae* Br.-Bl. 1967) [Biogeografía: CE. Piso bioclimático: Tt, Mt, St (Sh, Hu). Sustrato: c]

- Pastizales basófilos crioturbados supratemplados cántabro-euskaldunes.** (52.5.3. *Carici ornithopodae-Teucrietum pyrenaici* Loidi 1983) [Biogeografía: CE. Piso bioclimático: St (Hu, Hh). Sustrato: c]
- Matorrales pulvulares (aulagares) cántabro-euskaldunes de *Genista occidentalis*.** (52.5.4. *Helictotricho cantabrici-Genistetum occidentalis* Herrera 1997) [Biogeografía: CE. Piso bioclimático: Tt, Mt, St (Hu, Hh). Sustrato: c]
- Matorrales pulvulares (aulagares) picoeuropeanos de *Genista legionensis*.** (52.5.5. *Lithodoro diffusae-Genistetum legionensis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: PI, RM. Piso bioclimático: Mt, St, Ot (Sh, Hu, Hh, Uh). Sustrato: c]
- Matorrales pulvulares (aulagares) orocantábricos centro-orientales de *Genista occidentalis*.** (52.5.6. *Lithodoro diffusae-Genistetum occidentalis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: UP. Piso bioclimático: Mt, St (Hu, Hh). Sustrato: c]
- Matorrales pulvulares (aulagares) babiano-pormenses de *Genista scorpius*.** (52.5.7. *Lithodoro diffusae-Genistetum scorpii* Ladero, T.E. Díaz, Penas, Rivas-Martínez, C. Valle 1987) [Biogeografía: BP. Piso bioclimático: Sts (Hu). Sustrato: c]
- Matorrales pulvulares (aulagares) cántabro-euskaldunes orientales y pirenaicos occidentales de *Genista occidentalis*.** (52.5.8. *Teucrio pyrenaici-Genistetum occidentalis* Vanden Berghen 1969) [Biogeografía: CE. Piso bioclimático: Mt, St (Sh, Hu, Hh, Uh). Sustrato: c]
- Matorrales pulvulares (aulagares) ovetenses de *Genista occidentalis*** (52.5.9. *Ulici europaei-Genistetum occidentalis* T.E. Díaz & F. Prieto 1994) [Biogeografía: OV, CS. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: c]
- Pastizales xerófilos y basófilos babiano-pormenses y altocarrioneses de *Festuca hystrix*.** (52.8.1. *Arenario cantabricae-Festucetum hystricis* Martínez, Mayor, F. Navarro & T.E. Díaz 1974 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: BP, CO. Piso bioclimático: St (Hu). Sustrato: c]
- Pastizales basófilos picoeuropeanos de *Festuca burnatii*.** (52.8.2. *Festucetum burnatii* Mayor, Andrés, Martínez, F. Navarro & T.E. Díaz 1973) [Biogeografía: PI, RM. Piso bioclimático: Sts, Ot, Ct (Hu, Hh, Uh). Sustrato: c]
- Pastizales basófilos laciano-ancarenses con *Erodium glandulosum*.** (52.8.3. *Koelerio vallesianae-Erodietum glandulosi* Amigo, G. Azcárate & Izco 1993) [Biogeografía: LA. Piso bioclimático: St (Hu, Hh). Sustrato: c]
- Pastizales xerófilos y basófilos ubiñenses de *Festuca burnatii*.** (52.8.4. *Saxifrago coniferae-Festucetum burnatii* F. Prieto 1983) [Biogeografía: AS, BP. Piso bioclimático: Sts, Ot (Hu, Hh). Sustrato: c]
- Pastizales-tomillares psicroxerófilos babiano-pormenses y altocarrioneses de *Thymus mastigophorus*.** (52.9.2. *Festuco hystricis-Thymetum mastigophori* Mayor, Andrés, Martínez, F. Navarro & T.E. Díaz 1973) [Biogeografía: BP. CO. Piso bioclimático: St (Sh, Hu). Sustrato: c]

A.2. PASTIZALES SILÍCEOS. En este apartado agrupamos las comunidades gramínoideas y de pequeños caméfitos xerofíticos supraforestales de situación zonal en las áreas criotempladas pirenaicas y puntualmente orocantábricas (*Festucion supinae*); los pastizales psicixerófilas silíceolas, a veces clímax, existentes en los pisos oro y crioromediterráneo de las altas montañas orensano-sanabrienses y estrellenses, así como en los pisos oro y criorotemplados (subalpino y alpino) orocantábricos (*Teesdaliopsio-Luzulion caespitosae*); los pastizales secundarios xerofíticos del supra al oromediterráneo inferior (ombroclima seco a húmedo) desarrollados sobre suelos silíceos y geliturbados poco profundos originados sobre rocas serpentinas y silíceas ricas en metales y cuya distribución es principalmente Trasomontana, si bien alcanzan puntualmente las áreas sempertinícolas supratempladas galaico-portuguesas (*Armerion eriophyllae*); los pastizales silíceolas de distribución mediterránea occidental Ibérica, propios de litosuelos o ranker poco profundos, en las que son preponderantes los caméfitos pulviniformes y gramínoideas cespitosos, frecuentes en el oromediterráneo y ocasionalmente en el mesomediterráneo y a modo de reliquias se hallan en las áreas continentales del piso supratemplado orocantábrico (*Hieracio castellani-Plantaginion radicatae*); los pastizales ligeramente acidófilos con frecuencia silíceolas o sobre sustratos calizos descarbonatados en el piso supratemplado superior y medio (*Chamaespartio-Agrostienion capillaris*); las comunidades dominadas por caméfitos enanos, a menudo con hojas suculentas (*Sedum*), en las que son también frecuentes diversos geófitos, que colonizan litosuelos incipientes asentados sobre repisas y afloramientos rocosos silíceos y que se localizan en territorios oceánicos o hiperoceánicos de la provincia Atlántica europea (*Sedion anglici*); las comunidades de cobertura escasa, dominadas por caméfitos enanos crasifolios (fundamentalmente del género *Sedum*), hemicriptófitos gramínoideas y frecuentemente diversos geófitos, colonizadoras de suelos terrestres incipientes (litosuelos), sobre sustratos silíceos que se localizan en las altas montañas septentrionales y occidentales ibéricas (*Sedion pyrenaici*); y los cerrillares en los que preponderan hemicriptófitos cespitosos de talla elevada que se desarrollan sobre suelos silíceos profundos, bien estructurados y carentes de horizontes gleicos (cambisoles húmicos), de distribución mediterránea ibérica occidental, con óptimo carpetano-leonés, y laciano-ancarense (subprovincia Orocantábrica), en los pisos supramediterráneo y supratemplados (montano) húmedos (*Festucion merinoi*).

A continuación se relacionan aquellos tipos básicos presentes en los territorios cantábricos.

Pastizales duros altocarrionenses con *Oreochloa blanka*. (46.1.5. *Junco trifidi-Oreochloetum blankae* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: CO. Piso bioclimático: Ct (Hh, Uh). Sustrato: s]

Pastizales duros laciano-ancarenenses con *Armeria cantabrica*. (49.3.1. *Armerio cantabricae-Juncetum trifidi* F. Prieto, J. Guitián & Amigo 1987) [Biogeografía: LA. Piso bioclimático: Ot (Hh, Uh). Sustrato: s]

Pastizales duros campurriano-carrionenses con *Festuca curvifolia*. (49.3.2. *Jasiono brevisepalae-Festucetum curvifoliae* M.E. García, L. Herrero, T.E. Díaz, Penas & F. Salguera 2002) [Biogeografía: CC. Piso bioclimático: Ot (Hh). Sustrato: s]

- Pastizales duros orocantábricos con *Festuca eskia*.** (49.3.5. *Teesdaliopsio confertae-Festucetum eskiae* F. Prieto 1983) [Biogeografía: UP, LA. Piso bioclimático: Ot (Hh). Sustrato: s]
- Pastizales duros berciano-sanabrienses, carpetano-occidentales y laciano-ancarenses.** (49.3.6. *Teesdaliopsio confertae-Festucetum summilusitanae* F. Prieto 1983 corr. Rivas-Martínez 1987) [Biogeografía: LA. Piso bioclimático: Ot (Hu). Sustrato: s]
- Pastizales primocolonizadores de las serpentinas galaicoportuguesas.** (49.4.3. *Sagino merinoi-Plantagnetum radicatae* J. Rodríguez & Ortiz 1991) [Biogeografía: GP. Piso bioclimático: St (Hu). Sustrato: s]
- Pastizales primocolonizadores supratemplados orocantábricos y galaico-asturianos.** (49.5.4. *Diantho langeani-Festucetum rivas-martinezii* Penas, Puente, R. Alonso, A. Fernández, Lence, Del Río & F. Salegui 2002) [Biogeografía: LA, GA. Piso bioclimático: St (Hu). Sustrato: s]
- Pastizales primocolonizadores ultrabásicos galaico-portugueses.** (49.5.8. *Minuartio recurvae-Silenetum acutifoliae* Pulgar, Ortiz & J. Rodríguez 1996) [Biogeografía: GP. Piso bioclimático: St (Hu). Sustrato: s]
- Pastizales primocolonizadores orocantábricos y berciano-sanabrienses.** (49.5.13. *Sclerantho perennis-Plantagnetum radicatae* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: OR. Piso bioclimático: St (Hh). Sustrato: s]
- Pastizales primocolonizadores orotemplados somedanos.** (49.5.15. *Agrostio duriaei-Festucetum rivas-martinezii* Rivas-Martínez, T.E. Díaz & F. Prieto ass. nova inéd.) [Biogeografía: AS, BP. Piso bioclimático: Ot (Hh). Sustrato: s]
- Pastizales acidófilos babiano-pormense.** (51.1.21. *Pulsatillo hispanicae-Chamaespartietum sagittalis* Mayor, Andrés & Martínez 1970) [Biogeografía: BP. Piso bioclimático: St (Sh, Hu). Sustrato: c]
- Céspedes crasifolios de litosuelos silíceos galaicos con *Thymus caespititius*.** (55.1.3. *Sedo pruinati-Thymetum caespititii* Ortiz, Pulgar & J. Rodríguez 1999) [Biogeografía: GP. Piso bioclimático: Mt, St (Sh, Hu). Sustrato: s]
- Céspedes crasifolios de litosuelos silíceos litorales con *Sedum anglicum*.** (55.1.4. *Spergulario rupicolae-Sedetum anglici* Arbesú, Bueno & F. Prieto 2002) [Biogeografía: GA. Piso bioclimático: Tt (Hu). Sustrato: s]
- Céspedes crasifolios orocantábricos centro-occidentales de *Sedum anglicum* subsp. *pyrenaicum*.** (55.2.1. *Agrostio durieui-Sedetum pyrenaici* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: RM, AS, BP, LA. Piso bioclimático: St, Ot (Sh, Hu, Hh). Sustrato: s]
- Céspedes crasifolios piceo europeanas de *Sedum anglicum* subsp. *pyrenaicum*.** (55.2.3. *Sedetum micrantho-pyrenaici* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: PI. Piso bioclimático: St, Ot (Sh, Hu, Hh). Sustrato: s]
- Céspedes crasifolios laciano-ancarenses y babiano-pormense de *Spergula rimarum*.** (55.2.4. *Sedo brevifolii-Sperguletum rimarum* Puente, López Pacheco, Llamas & Penas 1995) [Biogeografía: LA, BP. Piso bioclimático: Sts, Ot (Sh, Hu, Hh). Sustrato: s]

Cerrillares laciano-ancarenses y berciano-sanabrienses. (57.2.4. *Phalacrocarpo oppositifolii-Festucetum elegantis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas in E. Puente 1988) [Biogeografía: LA. Piso bioclimático: St (Sh, Hu). Sustrato: s]

A.3. PASTIZALES ANUALES. En este apartado agrupamos los pastizales dominados por plantas anuales (terófitos) de fenología estival y distribución supramediterránea y termo-meso-supratemplada eurosiberiana y catalano-valenciana respectivamente y que en el territorio se distribuyen fundamentalmente en las áreas termo, meso y supratempla (*Thero-Airion*); los pastizales pioneros constituidos por plantas terofíticas y efímeras suculentas de distribución meso a oromediterráneo inferior y desarrollados sobre sustratos muy poco profundos e iniciales de rocas silíceas que se extienden por el Mediterráneo Occidental Ibérico así como en los territorios Ibéricos afines (*Sedion pedicellato-andegavensis*); los pastizales sobre sustratos arcillosos o ricos en carbonato cálcico constituidos por terófitos efímeros, de amplia distribución mediterránea (termo a supramediterráneo pluviestacional) y con irradiaciones en la Región Eurosiberiana (termo-mesotemplado principalmente submediterráneo) (*Trachynion distachyae*); y los pastizales anuales efímeros que colonizan arenales costeros móviles y expuestos a la maresía en el litoral murciano-almeriense, bético, lusitano-andaluz y galaicoportugués, en climas termo-mesomediterráneos semiárido-subhúmedos y termo submediterráneos subhúmedos (*Linarion pedunculatae*). A continuación se relacionan aquellos tipos básicos presentes en los territorios cantábricos.

Pastizales anuales de las dunas fijas calcáreas cántabro-atlánticas. (50.2.2. *Asterolino lino-stellati-Rumicetum bucephalophori* T.E. Díaz & F. Navarro 1978) [Biogeografía: CA. Piso bioclimático: Tt (Sh, Hu). Sustrato: c]

Pastizales anuales de suelos arenosos silíceos cántabro-atlánticos. (50.2.3. *Filagini minima-Airetum praecocis* Wattez, Géhu & De Foucault 1978) [Biogeografía: CA, OR. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: s]

Pastizales anuales de las dunas fijas silíceas cántabro-atlánticas. (50.2.6. *Petrorhagio-Trifolietum arvensis* T.E. Díaz & F. Navarro 1978) [Biogeografía: GA. Piso bioclimático: Tt (Sh, Hu). Sustrato: s]

Pastizales anuales de litosuelos silíceos cántabro-atlánticos con *Sedum arenarium*. (50.4.2. *Airo praecocis-Sedetum arenarii* Izco, J. Guitián & Amigo 1986) [Biogeografía: GP, GA, LA. Piso bioclimático: Tt, Mt, St (Sh, Hu, Hh). Sustrato: s]

Pastizales anuales basófilos orocántabro-atlánticos. (50.13.12. *Minuartio hybridae-Saxifragetum tridactylitae* T.E. Díaz & Penas 1984) [Biogeografía: OV, CS, UP. Piso bioclimático: Mt, St (Sh, Hu). Sustrato: c]

Pastizales anuales sabulícolas y halófilos del litoral galaico-portugués. (50.8.3. *Violo henriquesii-Silenetum littoreae* Izco, P. & J. Guitián 1988) [Biogeografía: GP. Piso bioclimático: Tt (Sh, Hu). Sustrato: s]

B. PRADOS. Comunidades vegetales densas y con una cierta humedad edáfica, siempre verde, producida por el hombre o la acción del pastoreo, siendo su aprovechamiento bien por siega o pastoreo.

B.1. PRADOS MESÓFILOS. En este apartado agrupamos los prados de siega eutróficos y abonados sobre suelos minerales fértiles bien drenados, sometidos a un leve pastoreo directo y segados al menos dos veces al año, que en el territorio se distribuyen por las áreas cantabro-atlánticas y orocantábricas meso-supratempladas, principalmente eurosiberianos que penetran en la Región Mediterránea en las áreas más lluviosas ocupando suelos que no llegan a desecarse totalmente en el verano (*Arrhenatherion*); los prados mesófilos formados mediante intenso pastoreo, siega o por ambos procesos, meso-supratemplados y supramediterráneos de suelos con una cierta humedad y ricos en nutrientes que en el territorio se distribuyen por las áreas cántabro-atlánticas y orocantábricas termo, meso y supratempladas (*Cynosurion cristati*). A continuación se relacionan aquellos tipos básicos presentes en los territorios cantábricos.

Prados de siega oligótrofos noroccidentales. (59.4.1. *Agrostio castellanae-Arrhenatheretum bulbosi* Teles 1970) [Biogeografía: AT, GP, NA, AC. Piso bioclimático: Mt, St (Sh, Hu). Sustrato: s]

Prados de siega mesófilos cantábricos. (59.4.4. *Malvo moschatae-Arrhenatheretum bulbosi* Tüxen & Oberdorfer 1958 corr. T.E. Díaz & F. Prieto 1994) [Biogeografía: CE, OV, CS, UP, LA. Piso bioclimático: St (Sh, Hu, Hh). Sustrato: i]

Prados de siega mesófilos oceánicos galaico-portugueses. (59.6.1. *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati* Teles 1970) [Biogeografía: GP. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: s]

Prados de diente y siega mesófilos suboceánicos galaico-portugueses. (59.6.2. *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* Teles 1957) [Biogeografía: GP. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: s]

Prados de diente y siega mesófilos noroccidentales ibéricos. (59.6.5. *Caro verticillati-Cynosuretum cristati* Bellot & Casaseca ex Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958) [Biogeografía: AT, GP, NA, AN. Piso bioclimático: Tt, Mt, St (Sh, Hu). Sustrato: s]

Prados de diente y siega mesófilos cantábricos. (59.6.8. *Lino angustifolii-Cynosuretum cristati* Allorge ex Oberdorfer & Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958) [Biogeografía: CE, OV, CS, AT, UP. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: i]

Prados de diente mesófilos cantábricos. (59.6.9. *Merendero pyrenaicae-Cynosuretum cristati* Oberdorfer & Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958) [Biogeografía: CA, OR. Piso bioclimático: St (Hu, Hh). Sustrato: i]

B.2. PRADOS, JUNCALES Y GRAMALES HIGRÓFILOS Y SUBHALÓFILOS. En este apartado agrupamos los prados higrófilos, de manejo intenso por siega o pastado, propios de los territorios meso a orotemplado inferior, semicontinentales y subcontinentales, frecuentemente sobre suelos abonados que se inundan y que en el

territorio se extiende por las áreas orocantábricas y cántabro-atlánticas meso-supratempladas (*Calthion palustris*); los prados juncales sobre suelos húmedos oligótrofos y escasamente explotados o con minerales turbosos y generalmente no abonados que se extienden por los territorios atlánticos termo-supratemplados así como en los mediterráneos de carácter oceánico (*Juncion acutiflori*); los juncales sobre suelos ricos en bases que se extienden por los territorios cántabro-euskaldunes, ovetenses y piceo-europeos, termo y mesotemplados (*Molinio-Holoschoenion vulgaris*); los gramales de óptimo mediterráneo, propios de suelos húmedos (fangosos) y fuertemente nitrificados, que en el territorio se distribuyen por las áreas cántabro-atlánticas termo-mesotempladas (*Paspalo-Agrostion verticillati*); los prados mesófilos y comunidades perennes ricas en gramíneas y otras herbáceas de carácter pionero, de meso a orotempladas y de meso a oromediterráneas, sometidas a fuerte pisoteo y sobrepastoreo, ocasionalmente inundadas, que crecen sobre suelos ricos y húmedos en verano con exceso de abono y nutrientes (*Potentillion anserinae*); y los pastizales juncales pastados termo-mesotemplada de las áreas galaico-asturianas y cántabro-euskaldunes que crecen sobre suelos ricos orgánicos y minerales, temporalmente inundados pero que permanecen húmedos en verano (*Mentho-Juncion inflexi*). A continuación se relacionan aquellos tipos básicos presentes en los territorios cantábricos.

Prados de siega higrófilos cantábricos. (59.2.1. *Bromo commutati-Polygonetum bistortae* Rivas-Martínez ex Mayor in Mayor, T.E. Díaz, F. Navarro, Martínez & Andrés 1975) [Biogeografía: OR. Piso bioclimático: St (Hu, Hh). Sustrato: c]

Prados-juncales higrófilos manejados cantábricos. (59.2.5. *Loto pedunculati-Juncetum conglomerati* Herrera & F. Prieto in T.E. Díaz & F. Prieto 1994) [Biogeografía: CE, OV, CS, UP. Piso bioclimático: Mt (Sh, Hu). Sustrato: c]

Herbazales oligótrofos e higrófilos cantábricos. (59.3.1. *Centaureo radiatae-Molinietum caeruleae* Tüxen & Oberdorfer 1958) [Biogeografía: GA, OR, CE. Piso bioclimático: Mt, St (Sh, Hu). Sustrato: i]

Prados-juncales oligótrofos orocantábricos meridionales. (59.3.4. *Deschampsio hispanicae-Juncetum effusi* Rivas-Martínez ex R. García in Llamas 1984) [Biogeografía: BP, RM, CC. Piso bioclimático: St (Sh, Hu). Sustrato: i]

Prados-juncales oligótrofos galaico-portugueses. (59.3.13. *Peucedano lancifolii-Juncetum acutiflori* Teles 1970) [Biogeografía: GP. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: s]

Prados-juncales oligótrofos atlánticos. (59.3.14. *Senecioni aquatici-Juncetum acutiflori* Br.-Bl. & Tüxen 1952) [Biogeografía: LA, GA, GI. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: s]

Juncal subhalófilo sabulícola cántabro-euskaldún y ovetense. (59.7.2. *Carici arenariae-Juncetum acuti* Herrera 1995) [Biogeografía: CE, OV. Piso bioclimático: Tt (Sh, Hu). Sustrato: i]

Juncal churrero dunar santanderino. (59.7.4. *Cypero badii-Scirpetum holoschoeni* Herrera 1995) [Biogeografía: CE. Piso bioclimático: Tt (Sh, Hu). Sustrato: i]

- Herbazales higrófilos cantábricos de juncia bastarda y molinia.** (59.7.21. *Molinio arundinaceae-Schoenetum nigricantis* Rivas Goday 1945) [Biogeografía: CE, PI. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: c]
- Gramales higrófilos cántabro-atlánticos.** (59.10.5. *Paspaleum dilatato-distichi* Herrera & F. Prieto in T.E. Díaz & F. Prieto 1994) [Biogeografía: CA. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: i]
- Gramales subhalófilos cantábricos litorales de *Paspalum vaginatum*.** (59.10.7. *Agrostio-Paspaleum vaginati* Bueno & F. Prieto in Bueno 1997) [Biogeografía: CA. Piso bioclimático: Tt (Sh, Hu). Sustrato: i]
- Gramales subhalófilos cantábricos litorales de *Cotula coronopifolia*.** (59.10.8. *Spergulario marinae-Cotuletum coronopifoliae* Bueno & F. Prieto in Bueno 1997) [Biogeografía: CA. Piso bioclimático: Tt (Sh, Hu). Sustrato: i]
- Prados viarios umbrófilos forestales.** (59.11.1. *Juncetum macri* Diemont, Sissingh & Westhoff ex Tüxen 1950) [Biogeografía: CA, OR. Piso bioclimático: Mt (Sh, Hu, Hh). Sustrato: i]
- Prados de diente viarios.** (59.11.2. *Lolio perennis-Plantaginetum majoris* Beger 1930) [Biogeografía: CA, OR. Piso bioclimático: Tt, Mt, St (Sh, Hu, Hh). Sustrato: i]
- Prados viarios subsalinos cantábricos.** (59.13.2. *Plantagini coronopodi-Trifolietum fragiferi* Tüxen ex T.E. Díaz 1975) [Biogeografía: CA. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: i]
- Herbazales termoatlánticos de ciénagas.** (59.15.3. *Cypero-Caricetum cuprinae* Tüxen ex T.E. Díaz & F. Prieto 1994) [Biogeografía: GA, CE. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: i]

C. PASTOS DE PUERTOS. Comunidades vegetales que se aprovechan durante el verano por pastoreo extensivo y que, en el mundo eurosiberiano templado, se ubican en los pisos criotemplado (alpino), orotemplado (subalpino) e incluso supratemplado (montano). Son pastos con una relativa humedad edáfica y elevada densidad que reciben ganado tashumante o transterminante. En este apartado agrupamos los pastizales y comunidades ricas en caméfitos de pequeño tamaño de lugares con prolongada cobertura nival de los pisos oro-criotemplados (*Salicion pyrenaicae*); los pastizales orocantábricos calcícolas “siempre verdes” desarrollados sobre suelos profundos ricos en bases que presentan su óptimo desarrollo en el piso orotemplado (subalpino) (*Armerion cantabricae*); los cervunales alpino-pirenaicos con irradiaciones orocantábricas orientales, de los pisos bioclimáticos supratemplados superiores a criotemplados, de ombroclima húmedo a ultrahiperhúmedo, climática dependiente de la cobertura nival y antropogénica por pastoreo (*Nardion strictae*); los cervunales y pastizales acidófilos y meso-higrófilos extendidos mediante pastoreo, de distribución atlántica y centroeuropea, meso-supratemplados, subhúmedos a hiperhúmedos (*Violion caninae*); y los cervunales mediterráneos ibéricos occidentales y mediterráneos ibéricos centrales con irradiaciones en los pisos supratemplados y oro-criotemplados, mayoritariamente submediterráneos, de ombroclima subhúmedo a ultrahiperhúmedo de los territorios orocantábricos occidentales los cuales constituyen comunidades antropogénicas por pastoreo y climáticas en aquellas zonas por encima del límite del bosque, donde se vincula a una larga permanencia de la cobertura nival (*Campanulo herminii-Nardion strictae*). A continuación se relacionan aquellos tipos básicos presentes en los territorios cantábricos.

Pastizales calcícolas xerofíticos cántabro-euskaldunes. (45.2.1. *Agrostio schleicheri-Festucetum scopariae* Loidi 1983 corr. Rivas-Martínez, Báscones, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991) [Biogeografía: CE. Piso bioclimático: Sts (Hu, Hh, Uh). Sustrato: c]

Pastizales quionófilos meso-supratemplados cántabro-euskaldunes. (45.2.3. *Aquilegio pyrenaicae-Seslerietum caeruleae* Herrera, Loidi & F. Prieto 1991) [Biogeografía: CE. Piso bioclimático: Mt, Sts, Ot (Hu, Hp, Uh). Sustrato: c]

Pastizales calcícolas quionófilos orotemplados altocarrioneses. (45.3.1. *Drabo lebrunii-Armerietum cantabricae* M.E. García, Penas, L. Herrero & T.E. Díaz in M.E. García, Penas & L. Herrero 1990) [Biogeografía: CO. Piso bioclimático: Ot (Hu). Sustrato: c]

Pastizales calcícolas quionófilos orotemplados altoallerano-somedanos y babiano-pormenses (45.3.2. *Pediculari comosae-Caricetum sempervirentis* T.E. Díaz & F. Prieto 1994) [Biogeografía: AS, BP. Piso bioclimático: Sts, Ot (Hh, Uh). Sustrato: c]

Pastizales calcícolas quionófilos orotemplados picoeuropeanos y redesano-mampodrenses. (45.3.3. *Pediculari fallacis-Armerietum cantabricae* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: PI, RM. Piso bioclimático: Sts, Ot, Ct (Hh, Uh). Sustrato: c]

- Pastizales calcícolas quionóforos oro y criorotemplados orocantábricos.** (45.3.4. *Oxytropidetum neglecto-halleri* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas (1984) ass. nova inéd.). [Biogeografía: CO, RM, BP. Piso bioclimático: Ot, Ct (Hh, Uh). Sustrato: c]
- Pastizales calcícolas de umbrías y quionófilos, orotemplados altoallerano-somedanos y babiano-pormenses** (45.3.5. *Anemone pavoniana-Horminietum pyrenaici* F. Prieto & Vázquez ass. nova inéd.) [Biogeografía: AS, BP. Piso bioclimático: Ot (Hh, Uh). Sustrato: c]
- Cervunales orotemplados orocantábricos orientales.** (60.1.6. *Polygalo edmundii-Nardetum* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: UP, CC. Piso bioclimático: Ot (Hu, Hh). Sustrato: c]
- Cervunales supra-orotemplados orocantábricos centrales.** (60.1.10. *Geranio subargenti-Nardetum strictae* Lence, Penas & C. Pérez 2003) [Biogeografía: BP, RM. Piso bioclimático: Sts, Ot (Hh). Sustrato: s]
- Cervunales supratemplados cántabro-euskaldunes.** (60.2.1. *Jasiono laevis-Danthonietum decumbentis* Loidi 1983) [Biogeografía: CE. Piso bioclimático: St (Hu, Hh). Sustrato: i]
- Cervunales supratemplados cantábrico occidentales.** (60.2.3. *Serratulo seoanei-Nardetum strictae* Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958) [Biogeografía: GA, GI, OR. Piso bioclimático: St (Hu, Hh). Sustrato: s]
- Cervunales supra-orotemplados quionoreófilos carpetano-leoneses y orocantábricos.** (60.4.5. *Campanulo herminii-Festucetum rivularis* Rivas-Martínez, Fernández-González, Sánchez-Mata & Sardinero 2002) [Biogeografía: LA, AS, BP. Piso bioclimático: St, Ot (Sh, Hu, Hh). Sustrato: s]
- Cervunales orotemplados ancarenenses.** (60.4.6. *Campanulo herminii-Trifolietum alpini* F. Prieto, J. Guitián & Amigo 1987) [Biogeografía: AC. Piso bioclimático: Ot (Hu, Hh). Sustrato: s]
- Cervunales supra-criorotemplados higrófilos ibéricos.** (60.4.11. *Luzulo carpetanae-Pedicularietum sylvaticae* Tüxen & Oberdorfer 1958 corr. Izco & Ortiz 1989) [Biogeografía: OR. Piso bioclimático: Sts, Ot, Ct (Hu, Hh, Uh). Sustrato: s]
- Cervunal oro-criorotemplado carpetano-leonés occidental y laciano-ancarense.** (60.4.14. *Poo legionensis-Nardetum strictae* Rivas-Martínez 1964 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984) [Biogeografía: AC. Piso bioclimático: Ot (Hu, Hh, Uh). Sustrato: s]
- Cervunales supratemplados mesófilos orocantábricos.** (60.4.15. *Thymelaeo dendrobryii-Nardetum* F. Prieto & A. Bueno in T.E. Díaz & F. Prieto 1994) [Biogeografía: LA, AS, BP, RM. Piso bioclimático: St (Sh, Hu, Hh). Sustrato: s]

D. MAJADALES. Comunidades herbáceas más o menos nitrófilas de los alrededores de las majadas (albergues de pastor) y, por extensión, de otros reposaderos de ganado y que ocupan, por tanto, áreas concretas y relativamente reducidas de pastos extensivos o semiextensivos. En este apartado agrupamos los herbazales y prados higronitrófilos sobre suelos arenosos que se distribuyen por los territorios cántabro-atlánticos y orocantábricos, a lo largo de los pisos termo, meso y supratemplados (*Agrostion stoloniferae*); los céspedes mesófilos fuertemente pisoteados y sobrepastados de la alta montaña (pisos supra-orotemplados y oromediterráneo), propios de caminos y proximidades de habitaciones humanas y del ganado, dominados por la gramínea perenne *Poa supina* y que en el territorio surgen en las áreas orocantábricas supratempladas superiores, oro y criorotempladas (*Poa supinae*); y los pastizales juncuales higronitrófilos pastados meso-supratemplados y de termo a supramediterráneos que crecen sobre suelos ricos orgánicos y minerales, temporalmente inundados pero que permanecen húmedos en verano (*Mentho-Juncion inflexi*). A continuación se relacionan aquellos tipos básicos presentes en los territorios cántábricos.

Prados higronitrófilos orocantábricos meridionales. (59.13.1. *Potentillo anserinae-Agrostietum stoloniferae* R. Alonso, Lence, Puente, Penas & F. Salegui 2002) [Biogeografía: BP. Piso bioclimático: St (Hu, Hh). Sustrato: i]

Prados higronitrófilos orocantábricos septentrionales. (59.13.5. *Ranunculo despecti-Blysmetum compressi* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Bueno & Vázquez ass. nova inéd.) [Biogeografía: AS. Piso bioclimático: St (Hu, Hh). Sustrato: i]

Pastizales viarios de la alta montaña alpino-pirenaica-cantabrica. (59.14.1. *Plantagini majoris-Poetum supinae* Rivas-Martínez & GéHu 1978) [Biogeografía: UP. Piso bioclimático: Sts, Ot, Ct (Hu, Hh, Uh). Sustrato: i]

Pastizales viarios de la alta montaña orocantábrica centro-occidental y orensano-sanabriense. (59.14.2. *Spergulario capillaceae-Poetum supinae* Rivas-Martínez 1981) [Biogeografía: LA, AS, BP. Piso bioclimático: Sts, Ot (Hu, Hh). Sustrato: i]

Juncales higronitrófilos supratemplados orocantábricos. (59.15.6. *Junco inflexi-Menthetum longifoliae* Lohmeyer 1953) [Biogeografía: OR. Piso bioclimático: St (Sh, Hu, Hh). Sustrato: i]

Juncales higronitrófilos acidófilos termo-mesotemplados. (59.15.9. *Mentho suaveolentis-Juncetum inflexi* Rivas-Martínez in Sánchez-Mata 1989) [Biogeografía: CA, OR. Piso bioclimático: Tt, Mt (Sh, Hu). Sustrato: s]

Juncales higronitrófilos basófilos supratemplados orocantábricos. (59.15.13. *Senecioni laderoi-Juncetum inflexi* M.E. García, L. Herrero, C. Pérez, Penas & F. Salegui 2002) [Biogeografía: UP, CC. Piso bioclimático: St (Sh, Hu, Hh). Sustrato: c]

SOBRE EL ORIGEN DE LOS PRADOS

En Europa pocos paisajes pueden ser considerados primigenios y en su mayor parte integran una elevada proporción de teselas que corresponden a formaciones vegetales cuya estructura y composición florística son consecuencia, en mayor o menor medida, de actividades humanas, directas o indirectas, de intensidad variable, más o menos prolongadas en el tiempo y de antigüedad diversa.

Solo en algunos ambientes, como los territorios de alta montaña, los relieves más abruptos, las costas acantiladas, las marismas o las zonas pantanosas, la cubierta vegetal está libre, aunque no totalmente, de los cambios inducidos por las actividades humanas. Por ello, mantienen tipos de vegetación especializados condicionados en mayor grado por las condiciones ambientales que por la actividad humana.

Fuera de estos ambientes, las actividades humanas han determinado cambios, más o menos profundos en las comunidades vegetales preexistentes y que en los paisajes primitivos ocupaban estaciones primarias singulares. Los cambios en el medio inducidos por las actividades humanas han originado en aquellas transformaciones, más o menos drásticas, o, incluso, han dado lugar a otras nuevas en las que participan plantas que en el paisaje primigenio ocupaban estaciones bien diferentes. Este es el caso de las comunidades de escobas y piornos (clase *Cytiseteta scopario-striati*) o de las formaciones dominadas por arbustos espinosos que forman las orlas forestales y setos (clase *Rhamno-Prunetea*).

Pero el caso más extremo es el de ciertos tipos de comunidades vegetales cuyo origen no se explica si no es como consecuencia de la aparición, expansión y mantenimiento durante mucho tiempo de actividades humanas tales como la agricultura y la ganadería. La historia de las comunidades vegetales ligadas a los espacios agrícolas y el análisis de los orígenes y estaciones primarias de las plantas que las conforman es un asunto complejo y de elevado interés.

No lo es menos el origen e historia de las comunidades pratenses de los territorios europeos centro-occidentales que han sido sistematizadas en la clase *Molinio-Arrhenatheretea*, y sobre todo en los órdenes *Molinetalia caeruleae* y *Arrhenatheretalia*, que constituyen su núcleo fundamental.

Ocupan las comunidades pratenses en la citado área geográfica amplísimas extensiones desde las zonas bajas hasta las montañas, territorios de los pisos bioclimáticos termo-, meso- y supratemplado, fundamentalmente, y, en menor medida, orotemplados. Medran en suelos maduros de características similares a los de los bosques planocaducifolios o marcescentes -mesófilos a mesoxerófilos (clase *Quercus-Fageteta*) o higrófilos (clase *Salici purpureae-Populetea nigrae*)- cuyos terrenos potenciales ocupan. En estos terrenos la implantación y mantenimiento de los prados exige una explotación estable por pastado y/siega, fertilización y, en ciertos territorios, riego. El cese de la explotación permite la aparición de plantas leñosas en un proceso dinámico gradual que, de mantenerse, conduce a la recuperación de la cubierta forestal, a través de etapas intermedias de arbustales y prebosques.

La dependencia del mantenimiento de los prados de la explotación continuada por el hombre y rebaños es consecuencia del origen y de los procesos que han condicionado su ecología, estructura, dinámica y composición florística. El hecho de que los prados se implanten en terrenos cuya potencialidad corresponde a bosques planocaducifolios podría

hacer suponer que su flora debería tener su origen, al menos en parte, en la flora herbácea de los sotobosques. Un análisis somero de la composición florística de ambos tipos de comunidades evidencia una similitud muy escasa o casi nula, sobre todo cuando la comparación se hace con la flora de los bosques maduros no alterados.

Tampoco la flora de las orlas herbáceas interiores de los bosques, las ligadas a los ambientes más umbríos e inestables, como son los pequeños claros que se originan en su seno, tiene afinidades claras con la flora pratense. Sin embargo las similitudes son evidentes cuanto la comparación se realiza entre la flora de los formaciones herbáceas de lindero de bosque, orlas externas del bosque, y la de los prados sometidos a explotación poco intensa y frecuente.

Las comunidades herbáceas de lindero de bosque se han sistematizado en la clase *Trifolio-Geranietaea*, describiéndose en su seno dos órdenes: uno que integra las comunidades ligadas a los bosques mesoeutrofos (*Origanetalia vulgaris*) y otro que reúne las comunidades de lindero de los bosques más oligotrofos (*Melampyro-Holcetalia*). Se trata de comunidades que ocupan el ecotono entre el bosque y los espacios extraforestales que de forma natural aparecen cuando aquel contacta con áreas no susceptibles de ser colonizadas por los árboles, fundamentalmente por causas edáficas. Tales estaciones tienen características muy especiales, derivadas precisamente de su carácter transicional en lo que se refiere a los suelos y de su situación en semisombra. Las formaciones dominadas por herbáceas perennes que las colonizan se caracterizan por su elevada diversidad, participando en ellas numerosas gramíneas (géneros *Dactylis*, *Arrhenatherum*, *Bromus*, *Brachypodium*, *Avenula*, *Festuca*, *Gaudinia*, *Holcus*, etc.), campanuláceas (numerosas especies del género *Campanula*, *Jasione*, *Phyteuma*, etc.), leguminosas (*Lathyrus*, *Vicia*, *Trifolium*, *Medicago*, etc.), cariofiláceas (*Dianthus*, *Lychnis*, *Silene*, etc.), umbelíferas (*Laserpitium*, *Carum*, *Heracleum*, etc.), dipsacáceas (*Knautia*, *Scabiosa*, etc.), compuestas (*Hieracium*, *Crepis*, etc.), *Luzula sp. pl.*, *Carex sp. pl.*, *Geranium sp. pl.*, etc.

La explotación de estos herbazales de lindero, altamente diversos y muy productivos, por los grandes herbívoros silvestres muy posiblemente favoreció la selección de biotipos adaptados al pastoreo. La extensión de este tipo de formaciones herbáceas seguramente se produjo sincrónicamente con la aparición y desarrollo de la ganadería basada en rebaños de herbívoros domésticos y la diversidad de los prados que ahora conocemos depende en alto grado de la intensidad de la explotación a que está sometido, aunque, obviamente, también está condicionada con las características edáficas y climáticas del biótopo en que medran.

En tal sentido, si nos centramos primero en los prados mesófilos o mesoxerófilos del orden *Arrhenatheretalia* se distinguen en los territorios cantábricos dos alianzas: *Arrhenatherion* y *Cynosurion cristati*. Son las comunidades vegetales sistematizadas en la primera de ellas, de diversidad florística muy elevada, las que guardan una mayor similitud florística con los herbazales de lindero de la clase *Trifolio-Geranietaea* y ello es coherente con el que se trata precisamente de los prados que están sometidos a una explotación menos intensa. Tales tipos de prados se desarrollan sobre suelos de trofia diversa, cuya potencialidad corresponde a bosques de la clase *Quercu-Fagetalia*. Los más ricos se desarrollan en terrenos cuya potencialidad corresponde a bosques sistematizados en el orden *Fagetalia sylvaticae*, cuyos linderos están constituidos por comunidades de la alianza *Trifolion medii* (orden *Origanetalia vulgaris*, clase *Trifolio-Geranietaea*), lo que tiene como consecuencia el que las plantas de este tipo de orlas constituyen el núcleo fundamental de la flora de tales tipos de prados. En las zonas calcáreas más secas la influencia de la flora de los

lastonares y matorrales pulvulares ricos en gramíneas de las alianzas *Genistion occidentalis* y *Festucion burbatii*, es tanto mayor cuanto más someros son los suelos.

También existen prados de explotación poco intensa (alianza *Arrhenatherion*) en los suelos más pobres, cuya potencialidad corresponde en este caso a los bosques del orden *Quercetalia roboris*. Las diferencias florísticas respecto a los de suelos más ricos antes comentados, deriva, al menos parcialmente, de la presencia de la flora diferencial de los herbazales de lindero asociada a estos bosques oligótrofos que se sistematizan en el orden *Melampyro-Holcetalia*, y en particular la alianza *Linarion triornithophorae* en los territorios cantábricos. En este tipo de prados se evidencia la influencia de las comunidades herbáceas del orden *Nardetalia strictae*.

La intensificación de la explotación de los prados de elevada diversidad sistematizados en la alianza *Arrhenatherion* lleva a su sustitución por otros mucho menos diversos que son los que sistematizan en la alianza *Cynosurion cristati*. En la medida en que la explotación es más intensa la diversidad florística es menor seleccionándose aquellas plantas que en mayor grado soportan una reiterada corta de la parte aérea y presentan mecanismos de multiplicación vegetativa más eficaces.

Los prados higrófilos del orden *Molinetalia caeruleae*, aunque contienen un núcleo florístico común con el de los prados mesófilos del orden *Arrhenatheretalia*, presentan una composición florística marcadamente diferente en consonancia con las características de los suelos en que medran. En ellos la influencia de la flora de los herbazales de lindero de bosque (clase *Trifolio-Geranietea*) se trueca por la de los herbazales de lindero de bosques higrófilos (clase *Salici purpureae-Populetales nigrae*) sistematizados en el orden *Convolvuletalia sepium* de la clase *Galio-Urticetea*; en lo que se refiere a los territorios cantábricos se sistematizan en la alianza *Filipendulion ulmariae*. Tal influencia es manifiesta en los prados de la alianza *Calthion palustris*, implantados en los terrenos cuya potencialidad corresponde a bosques higrófilos de la clase *Salici purpureae-Populetales nigrae*. Es menor en los prados menos productivos originados por transformación de terrenos pantanosos turbosos cuya cubierta vegetal no alterada corresponde a herbazales de la clase *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. En unos casos basófilos (orden *Caricetalia davallianae*), que dan origen a los prados de la alianza *Molinion caeruleae*, y en otros acidófilos (orden *Caricetalia fuscae*), que dan origen a los prados de la alianza *Juncion acutiflori*.

El aumento de la explotación y eutrofización de los suelos de los prados, incluyendo el efecto del pisoteo, que supone la explotación intensiva por pasto de los prados conduce a las sustitución de los prados tanto del orden *Arrhenatheretalia* como del *Molinetalia caeruleae*, por otros en que gradualmente desaparecen buena parte de las plantas pratenses comunes en aquellos y el gradual aumento de la participación de plantas nitrófilas adaptadas a tal régimen de explotación; este tipo de prados se sistematizan en diversas alianzas del orden *Plantaginetalia majoris*.

ESQUEMA SINTAXONÓMICO DE LOS PRADOS Y PASTIZALES CANTÁBRICOS

44. CARICI RUPESTRIS-KOBRESIETEA BELLARDII Ohba 1974

[*Kobresio-Elynetea* Oberdorfer 1957, *Carici rupestris-Kobresietea myosuroidis* Ohba 1974 nom. mut. propos. Rivas-Martínez & al. 2002]

44a. *Elynetalia myosuroidis* Oberdorfer 1957

[*Oxytropido-Elynetalia myosuroidis* Oberdorfer ex Albrecht 1969, *Kobresietalia myosuroidis* Oberdorfer 1957 nom. mut. propos. Rivas-Martínez & al. 2002)]

44.1. *Oxytropido-Elyinion* Br.-Bl. (1948) 1949 [*Elyinion* Gams 1936, *Elyinion medioeuropaeum* Br.-Bl. 1948, *Oxytropido-Kobresion myosuroidis* Br.-Bl. (1948) 1949 nom. mut. propos. Rivas-Martínez & al. 2002]

44.1.3. *Oxytropido pyrenaicae-Elynetum myosuroidis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Pastizales criorotemplados (alpinos) picoeuropeanos de *Kobresia myosuroides*).

45. FESTUCO-SESLERIETEA Barbéro & Bonin 1969

[*Elyno-Seslerietea* Br.-Bl. 1948 em. Ohba 1974, *Seslerietea varia* Oberdorfer 1978, *Kobresio myosuroidis-Seslerietea caeruleae* Br.-Bl. 1948 nom. mut. propos. Rivas-Martínez & al. 2002]

45a. *Seslerietalia caeruleae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926

45.2. *Salicion pyrenaicae* Vigo ex Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & Penas 2002 [*Laserpitio nestleri-Ranunculion thorae* Vigo 1979 nom. inval.]

45.2.1. *Agrostio schleicheri-Festucetum scopariae* Loidi 1983 corr. Rivas-Martínez, Bascónes, T.E. Díaz, Fernández-González & Loidi 1991 [*Agrostio schleicheri-Festucetum gautieri* Loidi 1983] (Pastizales calcícolas xerofíticos cántabro-euskaldunes).

45.2.3. *Aquilegio pyrenaicae-Seslerietum caeruleae* Herrera, Loidi & F. Prieto 1991 [*Aquilegio pyrenaicae-Seslerietum albicantis* Herrera, Loidi & F. Prieto 1991] (Pastizales quionófilos meso-supratemplados cántabro-euskaldunes).

45.3. *Armerion cantabricae* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984

45.3.1. *Drabo lebrunii-Armerietum cantabricae* M.E. García, Penas, L. Herrero & T.E. Díaz in M.E. García, Penas & L. Herrero 1990 (Pastizales calcícolas quionófilos orotemplados altocarrioneses).

45.3.2. *Pediculari comosae-Caricetum sempervirentis* T.E. Díaz & F. Prieto 1994 (Pastizales calcícolas quionófilos orotemplados altoallerano-somedanos y babiano-pormenses).

- 45.3.3. *Pediculari fallacis-Armerietum cantabricae* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Pastizales calcícolas quionófilos orotemplados picoeuropeanos y redesano-mampodrenses).
- 45.3.4. *Oxytropidetum neglecto-halleri* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas (1984) ass. nova inéd [Rivas-Martínez & col. inéd. *Mapa de Series, Geoserias y Geomicroseries de Vegetación de España*] [*Pediculari fallacis-Armerietum cantabricae oxytropidetosum halleri* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas, La vegetación de la alta montaña cantábrica: Los Picos de Europa: 147. 1984] (Pastizales calcícolas quionófobos oro y criorotemplados orocantábricos).
- 45.3.5. *Anemono pavoniana-Horminietum pyrenaici* F. Prieto & Vázquez ass. nova inéd. [Rivas-Martínez & col. Inéd. *Mapa de Series, Geoserias y Geomicroseries de Vegetación de España*] (Pastizales calcícolas de umbrías y quionófilos, orotemplados altoallerano-somedanos y babiano-pormenses).
46. **CARICETEA CURVULAE** Br.-Bl. 1948 nom. propos. in Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández González, Izco, Loidi, Lousã & Penas 2002 [*Juncetea trifidi* Hadac in Klika & Hadac 1944 p.p.]
- 46a. **Caricetalia curvulae** Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
- 46.1. **Festucion supinae** Br.-Bl. 1948 [*Festucion airoidis* Br.-Bl. 1948 nom. mut. in Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández González, Izco, Loidi, Lousã & Penas 2002]
- 46.1.5. *Junco trifidi-Oreochloetum blankae* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Pastizales duros altocarrioneses con *Oreochloa blanka*).
48. **SALICETEA HERBACEAE** Br.-Bl. 1948
- [*Salicetea herbaceae* Br.-Bl., Emberger & Molinier 1947]
- 48a. **Salicetalia herbaceae** Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
- [*Arabidetalia alpinae* Rübél 1933]
- 48.2. **Arabidion caeruleae** Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926 [*Salicion retusae* Horvat 1949)]
- 48.2.3. *Ranunculo leroyi-Gnaphalietum hoppeani* T.E. Díaz & Nava 1991 (Comunidades basófilas oro-criorotempladas picoeuropeanaa de ventisqueros).
- 48.3. **Mucizonion sedoidis** Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999 [*Sedion candollei* Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999 nom. mut. propos. Rivas-Martínez & al. 2002] (Comunidades silíceas oro-criorotempladas orocantábricas de ventisqueros).
49. **FESTUCETEA INDIGESTAE** Rivas Goday & Rivas-Martínez 1971
- [*Festucetea indigestae* Rivas Goday & Rivas-Martínez in Rivas Goday & Mayor 1966, *Saginetea piliferae* Gamisans 1977]

49a. Festucetalia curvifoliae Rivas Goday & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1963 corr. Izco & Pulgar inéd. [Rivas-Martínez & col. inéd. *Mapa de Series, Geoseris y Geomicroseries de Vegetación de España*]

[*Festucetalia indigestae* Rivas Goday & Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1963]

49.3. Teesdaliopsio-Luzulion caespitosae Rivas-Martínez 1987

49.3.1. *Armerio cantabricae-Juncetum trifidi* F. Prieto, J. Guitián & Amigo 1987 (Pastizales duros laciano-ancarenses con *Armeria cantabrica*).

49.3.2. *Jasiono brevisepalae-Festucetum curvifoliae* M.E. García, L. Herrero, T.E. Díaz, Penas & F. Salguera 2002 [*Jasiono brevisepalae-Festucetum aragonensis* M.E. García, L. Herrero, T.E. Díaz & Penas in M.E. García 1990 nom. inval.] (Pastizales duros campurriano-carrioneses con *Festuca curvifolia*).

49.3.5. *Teesdaliopsio confertae-Festucetum eskiae* F. Prieto 1983 [*Luzulo caespitosae-Festucetum eskiae* Rivas-Martínez 1983] (Pastizales duros orocantábricos con *Festuca eskia*).

49.3.6. *Teesdaliopsio confertae-Festucetum summilusitanae* F. Prieto 1983 corr. Rivas-Martínez 1987 [*Teesdaliopsio-Festucetum indigestae* F. Prieto 1983] (Pastizales duros berciano-sanabrienses, carpetano-occidentales y laciano-ancarenses).

49b. Jasiono sessiliflorae-Koelerietalia crassipedis Rivas-Martínez & Cantó 1987

49.4. Armerion eriophyllae P. Silva 1965

49.4.3. *Sagino merinoid-Plantaginetum radicatae* J. Rodríguez & Ortiz 1991 (Pastizales primocolonizadores de las serpentinas galaicoportuguesas).

49.5. Hieracio castellani-Plantaginion radicatae Rivas-Martínez & Cantó 1987 [*Corynephorion canescentis* "ibérico" Rivas Goday 1968, *Plantagini-Corynephorion canescentis* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963, *Corynephorio-Plantaginion radicatae* Rivas Goday & Rivas-Martínez ex G. López 1978, *Corynephorio-Plantaginion radicatae* Rivas Goday & Rivas-Martínez ex Penas & T.E. Díaz 1985]

49.5.4. *Diantho langeani-Festucetum rivas-martinezii* Penas, Puente, R. Alonso, A. Fernández, Lence, Del Río & F. Salegui 2002 (Pastizales primocolonizadores supratemplados orocantábricos y galaico-asturianos).

49.5.8. *Minuartio recurvae-Silenetum acutifoliae* Pulgar, Ortiz & J. Rodríguez 1996 (Pastizales primocolonizadores ultrabásicos galaico-portugueses).

49.5.13. *Sclerantho perennis-Plantaginetum radicatae* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Pastizales primocolonizadores orocantábricos y berciano-sanabrienses).

49.5.15. *Agrostio duriaei-Festucetum rivas-martinezii* Rivas-Martínez, T.E. Díaz & F. Prieto ass. nova inéd [Rivas-Martínez & col. inéd. *Mapa de Series, Geoseris y Geomicroseries de Vegetación de España*] (Pastizales primocolonizadores orotemplados somedanos).

50. HELIANTHEMETEA GUTTATI (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 em. Rivas-Martínez 1978

[*Helianthemetea annua* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952, *Helianthemetea annua* Br.-Bl. ex Rivas Goday 1958, *Tuberarietea guttatae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 em. Rivas-Martínez 1978, *Stipo-Brachypodieta distachyae* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Emberger & Molinier 1947) Brullo 1985, *Tuberarietea guttatae* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 nom. mut. propos. Rivas-Martínez & al. 2002]

50a. Helianthemetalia guttati Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940

[*Tuberarietalia guttatae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940 nom. mut. propos. Rivas-Martínez & al. 2002]

50.2. Thero-Airion Tüxen & Oberdorfer 1958 em. Rivas-Martínez 1978

50.2.2. *Asterolino lino-stellati-Rumicetum bucephalophori* T.E. Díaz & F. Navarro 1978 (Pastizales anuales de las dunas fijas calcáreas cántabro-atlánticas).

50.2.3. *Filagini minima-Airetum praecocis* Wattez, GéHu & De Foucault 1978 (Pastizales anuales de suelos arenosos silíceos cántabro-atlánticos).

50.2.6. *Petrorragio-Trifolietum arvensis* T.E. Díaz & F. Navarro 1978 (Pastizales anuales de las dunas fijas silíceas cántabro-atlánticas).

50.4. Sedion pedicellato-andegavensis Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

50.4.2. *Airo praecocis-Sedetum arenarii* Izco, J. Guitián & Amigo 1986 (Pastizales anuales de litosuelos silíceos cántabro-atlánticos con *Sedum arenarium*).

50c. Trachynietalia distachyae Rivas-Martínez 1978

[*Linarietalia saturejoidis* Rivas Goday & G. López 1979, *Stipo capensis-Bupleuretalia semicompositi* Brullo 1985]

50.13. Trachynion distachyae Rivas-Martínez 1978 [*Thero-Brachypodion* sensu auct., non Br.-Bl. 1925 quoad *Phlomido lychnitidis-Brachypodietum ramosi* Br.-Bl. 1925, *Asterisco aquatici-Velezienion rigidae* Rivas Goday 1964]

50.13.12. *Minuartio hybridae-Saxifragetum tridactylitae* T.E. Díaz & Penas 1984 (Pastizales anuales basófilos orocántabro-atlánticos).

50d. Cutandietalia maritimae Rivas-Martínez, Díez Garretas & Asensi in Rivas-Martínez, T.E. Díaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousã & Penas 2002.

50.8. Linarion pedunculatae Díez-Garretas, Asensi & Esteve in Díez-Garretas 1984

50.8.3. *Violo henriquesii-Silenetum littoreae* Izco, P. & J. Guitián 1988 (Pastizales anuales sabulícolas y halófilos del litoral galaico-portugués).

51. FESTUCO-BROMETEA Br.-Bl. & Tüxen ex Br.-Bl. 1949

[*Festuco-Brometea* Br.-Bl. & Tüxen 1943]

51a. Brometalia erecti Br.-Bl. 1936

[*Brometalia* Br.-Bl. 1931]

51.1. **Potentillo montanae-Brachypodium rupestris** Br.-Bl. 1967 corr. Rivas-Martínez & al. 2002 [*Potentillo-Brachypodium pinnati* Br.-Bl. 1967, *Bromion erecti* auct. non Koch 1926, *Mesobromion* auct. non Moor 1938 em. Oberdorfer 1957, *Festuco-Brachypodium pinnati* Nègre 1969]

51.1a. **Potentillo montanae-Brachypodienion rupestris** [*Potentillo montanae-Brachypodienion rupestris* (Br.-Bl. 1967) J. Guitián, Izco & Amigo 1989]

51.1.2. *Brachypodio rupestris-Seselietum cantabrici* Br.-Bl. 1967 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 [*Brachypodio pinnati-Seselietum cantabrici* Br.-Bl. 1967, *Seseli cantabrici-Brachypodietum rupestris* Br.-Bl. 1967 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 nom. inv. propos. Rivas-Martínez & al. 2002] (Lastonares cántabro-atlánticos de *Brachypodium rupestre*).

51.1.3. *Bromo erecti-Caricetum brevicollis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Lastonares orocantábricos orientales de *Brachypodium rupestre*).

51.1.7. *Helianthemo cantabrici-Brometum erecti* J. Guitián, Izco & Amigo 1989 (Lastonares orocantábricos occidentales de *Brachypodium rupestre*).

51.1b. **Chamaespartio-Agrostienion capillaris** Vigo 1982

51.1.21. *Pulsatillo hispanicae-Chamaespartietum sagittalis* Mayor, Andrés & Martínez 1970 (Pastizales acidófilos babiano-pormense).

52. FESTUCO HYSTRICIS-ONONIDETEA STRIATAE Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 2002

[*Festucetea hystricis* Mayor in Mayor, F. Casado, Nava, Alonso, Lastra & Homet 1982 nom. inval.; *Festuco hystricis-Ononidetea striatae* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1991 nom. inval.]

52a. Ononidetalia striatae Br.-Bl. 1950

[*Genisto-Ononidetalia striatae* Br.-Bl. & Susplugas nom. inval.; *Ononidetalia striatae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Emberger & Molinier nom. inval.]

52.5. **Genistion occidentalis** Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984

52.5.2. *Aveno cantabricae-Seslerietum hispanicae* Br.-Bl. 1967 (Lastonares cántabro-euskaldunes de *Helictotrichon cantabricum*).

52.5.3. *Carici ornithopodae-Teucrietum pyrenaici* Loidi 1983 (Pastizales basófilos crioturbados supratemplados cántabro-euskaldunes).

52.5.4. *Helictotricho cantabrici-Genistetum occidentalis* Herrera 1997 (Matorrales pulvinulares (aulagares) cántabro-euskaldunes de *Genista occidentalis*).

- 52.5.5. *Lithodoro diffusae-Genistetum legionensis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Matorrales pulvinulares (aulagares) picoeuropeanos de *Genista legionensis*).
- 52.5.6. *Lithodoro diffusae-Genistetum occidentalis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Matorrales pulvinulares (aulagares) orocantábricos centro-orientales de *Genista occidentalis*).
- 52.5.7. *Lithodoro diffusae-Genistetum scorpii* Ladero, T.E. Díaz, Penas, Rivas-Martínez, C. Valle 1987 (Matorrales pulvinulares (aulagares) babiano-pormenses de *Genista scorpius*).
- 52.5.8. *Teucrio pyrenaici-Genistetum occidentalis* Vanden Berghen 1969 (Matorrales pulvinulares (aulagares) cántabro-euskaldunes orientales y pirenaicos occidentales de *Genista occidentalis*).
- 52.5.9. *Ulici europaei-Genistetum occidentalis* T.E. Díaz & F. Prieto 1994 (Matorrales pulvinulares (aulagares) ovetenses de *Genista occidentalis*).

52b. Festuco hystricis-Poetalia ligulatae Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963

- 52.8. ***Festucion burnatii*** Rivas Goday & Rivas-Martínez ex Mayor, Andrés, Martínez, F. Navarro & T.E. Díaz 1973
- 52.8.1. *Arenario cantabricae-Festucetum hystricis* Martínez, Mayor, F. Navarro & T.E. Díaz 1974 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Pastizales xerófilos y basófilos babiano-pormenses y altocarrioneses de *Festuca hystrix*).
- 52.8.2. *Festucetum burnatii* Mayor, Andrés, Martínez, F. Navarro & T.E. Díaz 1973 (Pastizales basófilos picoeuropeanos de *Festuca burnatii*).
- 52.8.3. *Koelerio vallesianae-Erodietum glandulosi* Amigo, G. Azcárate & Izco 1993 (Pastizales basófilos laciano-ancarenses con *Erodium glandulosum*).
- 52.8.4. *Saxifrago coniferae-Festucetum burnatii* F. Prieto 1983 (Pastizales xerófilos y basófilos ubiñenses de *Festuca burnatii*).

52.9. ***Plantagini discoloris-Thymion mastigophori*** A. Molina & Izco 1989

- 52.9.2. *Festuco hystricis-Thymetum mastigophori* Mayor, Andrés, Martínez, F. Navarro & T.E. Díaz 1973 (Pastizales-tomillares psicroxerófilos babiano-pormenses y altocarrioneses de *Thymus mastigophorus*).

55. SEDO-SCLERANTHETEA Br.-Bl. 1955

55a. Sedo-Scleranthetalia Br.-Bl. 1955

55.1. ***Sedion anglici*** Br.-Bl. & Tüxen 1952

- 55.1.3. *Sedo pruinati-Thymetum caespititii* Ortiz, Pulgar & J. Rodríguez 1999 (Céspedes crasifolios de litosuelos siliceous galaicos con *Thymus caespititius*).
- 55.1.4. *Spergulario rupicolae-Sedetum anglici* Arbesú, Bueno & F. Prieto 2002 (Céspedes crasifolios de litosuelos siliceous litorales con *Sedum anglicum*).

55.2. *Sedion pyrenaici* Tüxen ex Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas in T.E. Díaz & F. Prieto 1994 [*Sedion pyrenaici* Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 nom. inval.]

55.2.1. *Agrostio duriei-Sedetum pyrenaici* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Céspedes crasifolios orocantábricos centro-occidentales de *Sedum anglicum* subsp. *pyrenaicum*).

55.2.3. *Sedetum micrantho-pyrenaici* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Céspedes crasifolios piceo-europeanas de *Sedum anglicum* subsp. *pyrenaicum*).

55.2.4. *Sedo brevifolii-Sperguletum rimarum* Puente, López Pacheco, Llamas & Penas 1995 (Céspedes crasifolios laciano-ancarense y babiano-pormense de *Spergula rimarum*).

57. STIPO GIGANTEAE-AGROSTIETEA CASTELLANAE Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

57a. Agrostietalia castellanae Rivas Goday in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980

57.2. *Festucion merinoi* Rivas-Martínez & Sánchez-Mata in Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986 corr. Rivas-Martínez & Sánchez-Mata 2002

57.2.4. *Phalacrocarpo oppositifolii-Festucetum elegantis* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas in E. Puente 1988 (Cerrillares laciano-ancarense y berciano-sanabrienses).

59. MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tüxen 1937

[*Molinieta-Arrhenatheretales* Tüxen 1937 (original name), *Molinio-Juncetea* Br.-Bl in Br.-Bl., Emberger & Molinier 1947 nom. inval.; *Arrhenatheretea* Br.-Bl in Br.-Bl., Emberger & Molinier 1947 nom. inal.; *Plantaginetea majoris* Tüxen & Preising ex von Rochow 1951; *Molinio-Juncetea* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950; *Agrostietea stoloniferae* Müller & Görs in Görs 1968; *Agrostio stoloniferae-Arrhenatheretea* De Foucault 1989]

59a. Molinietalia caeruleae Koch 1926

59.2. *Calthion palustris* Tüxen 1937 [*Bromion racemosi* Tüxen 1951]

59.2.1. *Bromo commutati-Polygonetum bistortae* Rivas-Martínez ex Mayor in Mayor, T.E. Díaz, F. Navarro, Martínez & Andrés 1975 (Prados de siega higrófilos cantábricos).

59.2.5. *Loto pedunculati-Juncetum conglomerati* Herrera & F. Prieto in T.E. Díaz & F. Prieto 1994 (Prados-junciales higrófilos manejados cantábricos).

59.3. *Juncion acutiflori* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Tüxen 1952

59.3.1. *Centaureo radiatae-Molinietum caeruleae* Tüxen & Oberdorfer 1958 (Herbazales oligótrofos e higrófilos cantábricos).

- 59.3.4. *Deschampsio hispanicae-Juncetum effusi* Rivas-Martínez ex R. García in Llamas 1984 [*Deschampsio-Juncetum effusi* Rivas-Martínez 1975 nom. inval.] (Prados-juncales oligótrofos orocantábricos meridionales).
- 59.3.13. *Peucedano lancifolii-Juncetum acutiflori* Teles 1970 (Prados-juncales oligótrofos galaico-portuguéses).
- 59.3.14. *Senecioni aquatici-Juncetum acutiflori* Br.-Bl. & Tüxen 1952 (Prados-juncales oligótrofos atlánticos).

59b. Arrhenatheretalia Tüxen 1931

[*Arrhenatheretalia* Br.-Bl. 1931 nom. inval.; *Trifolio-Cynosuretalia* Sougnez & Limbourg 1963; *Poo alpinae-Trisetetalia* Ellmauer & Mucina in Mucina, Grabherr & Ellmauer 1993]

- 59.4. **Arrhenatherion** Koch 1926 [*Bromo erecti-Arrhenatherenion* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963; *Trifolio-Arrhenatherenion* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963; *Malvo-Arrhenatherenion* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963; *Brachypodio-Centaureion nemoralis* Br.-Bl. 1967]
- 59.4.1. *Agrostio castellanae-Arrhenatheretum bulbosi* Teles 1970 (Prados de siega oligótrofos noroccidentales).
- 59.4.4. *Malvo moschatae-Arrhenatheretum bulbosi* Tüxen & Oberdorfer 1958 corr. T.E. Díaz & F. Prieto 1994 [*Malvo moschatae-Arrhenatheretum elatioris* Tüxen & Oberdorfer 1958, *Gaudinio fragilis-Festucetum pratensis* Br.-Bl. 1967] (Prados de siega mesófilos cantábricos).
- 59.6. **Cynosurion cristati** Tüxen 1947 [*Lino biennis-Gaudinion fragilis* De Foucault 1989; *Rumici crispi-Cynosurion* De Foucault 1989; *Gaudinio fragilis-Cynosurenion* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963; *Galio veri-Cynosurenion* Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963]
- 59.6.1. *Anthemido nobilis-Cynosuretum cristati* Teles 1970 (Prados de siega mesófilos oceánicos galaico-portugueses).
- 59.6.2. *Agrostio castellanae-Cynosuretum cristati* Teles 1957 (Prados de diente y siega mesófilos suboceánicos galaico-portugueses).
- 59.6.5. *Caro verticillati-Cynosuretum cristati* Bellot & Casaseca ex Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 [*Lolio-Cynosuretum* sensu Bellot & Casaseca 1956 non Br.-Bl. & De Leeuw 1936, *Lolio-Cynosuretum lolietosum multiflori* Bellot & Casaseca 1959] (Prados de diente y siega mesófilos noroccidentales ibéricos).
- 59.6.8. *Lino angustifolii-Cynosuretum cristati* Allorge ex Oberdorfer & Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 [ass. à *Anthoxantum odoratum* et *Cynosurus cristatus* Allorge 1941 nom. inval.; *Lino biennis-Cynosuretum cristati* Allorge ex Oberdorfer & Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 nom. mut. prop.] (Prados de diente y siega mesófilos cantábricos).
- 59.6.9. *Merendero pyrenaicae-Cynosuretum cristati* Oberdorfer & Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 (Prados de diente mesófilos cantábricos).

59c. Holoschoenetalia vulgaris Br.-Bl. ex Tchou 1948

[*Holoschoenetalia* Br.-Bl. 1931 nom. inval.; *Phalaridetalia coerulescentis* Galán, Deil, Haug & Vicente 1997]

59.7. **Molinio-Holoschoenion vulgaris** Br.-Bl. ex Tchou 1948 [*Holoschoenion* Br.-Bl. 1931; *Brizo-Holoschoenion* Rivas Goday 1964; *Brizo-Holoschoenenion* Rivas Goday & Borja 1961 nom. inval.; *Brizo-Holoschoenenion* (Rivas Goday 1964) Rivas-Martínez in Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980; *Molinio-Holoschoenenion* Rivas-Martínez, Costa, Castroviejo & E. Valdés 1980; *Junco acuti-Holoschoenenion* Herrera 1995]

59.7.2. *Carici arenariae-Juncetum acuti* Herrera 1995 (Juncal subhalófilo sabulícola cántabro-euskaldún y ovetense).

59.7.4. *Cypero badii-Scirpetum holoschoeni* Herrera 1995 (Juncal churrero dunar santanderino).

59.7.21. *Molinio arundinaceae-Schoenetum nigricantis* Rivas Goday 1945 [*Dorycnio gracilae-Molinetum arundinaceae* Estesó 1992] (Herbazales higrófilos cántabros de juncia bastarda y molinia).

59d. Paspalo-Heleochloetalia Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952

[*Crypsio-Paspaletalia distichi* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 nom. inv. et nom. mut. propos. Rivas-Martínez & al. 2002]

59.10. **Paspalo-Agrostion verticillati** Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 [*Paspalo distichi-Polypogonion viridis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 nom. mut. propos Rivas-Martínez & al. 2002]

59.10a. **Paspalo-Polypogonenion semiverticillati** [*Paspalo distichi-Polypogonenion viridis* Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999 nom. mut. propos Rivas-Martínez & al. 2002]

59.10.5. *Paspaletum dilatato-distichi* Herrera & F. Prieto in T.E. Díaz & F. Prieto 1994 (Gramales higrófilos cántabro-atlánticos).

59.10b. **Spergulario-Paspalenion vaginati** Bueno & F. Prieto in Bueno 1997

59.10.7. *Agrostio-Paspaletum vaginati* Bueno & F. Prieto in Bueno 1997 (Gramales subhalófilos cántabros litorales de *Paspalum vaginatum*).

59.10.8. *Spergulario marinae-Cotuletum coronopifoliae* Bueno & F. Prieto in Bueno 1997 (Gramales subhalófilos cántabros litorales de *Cotula coronopifolia*).

59e. Plantaginetalia majoris Tüxen & Preisling in Tüxen 1950

[*Potentillo-Polygonetalia* Tüxen 1947 nom. inval.; *Agrostietalia stoloniferae* Müller & Görs in Görs 1968; *Eleocharitetalia palustris* De Foucault 1984]

59.11. **Potentillion anserinae** Tüxen 1947 [*Lolio-Plantaginion majoris* Sissingh 1969]

59.11.1. *Juncetum macri* Diemont, Sissingh & Westhoff ex Tüxen 1950 [*Juncus macer*-stadium Diemont, Sissingh & Westhoff 1940 nom. inval.; *Juncetum tenuis* Schwickerath 1944 nom. inval.; *Juncetum tenuis* Diemont, Sissingh &

Westhoff ex Tüxen 1950 nom. mut. propos Rivas-Martínez & al. 2002] (Prados viarios umbrófilos forestales).

59.11.2. *Lolium perennis-Plantaginetum majoris* Beger 1930 (Prados de diente viarios).

59.13. *Agrostion stoloniferae* Görs 1966

59.13.1. *Potentillo anserinae-Agrostietum stoloniferae* R. Alonso, Lence, Puente, Penas & F. Salegui 2002 (Prados higronitrófilos orocantábricos meridionales).

59.13.2. *Plantagini coronopodi-Trifolietum fragiferi* Tüxen ex T.E. Díaz 1975 [*Plantago coronopus-Trifolium fragiferum* Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 nom. inval.] (Prados viarios subsalinos cantábricos).

59.13.5. *Ranunculo despecti-Blysmetum compressi* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Bueno & Vázquez ass. nova inéd. [Rivas-Martínez & col. inéd. *Mapa de Series, Geoserias y Geomicrorseries de Vegetación de España*] (Prados higronitrófilos orocantábricos septentrionales).

59.14. *Poion supinae* Rivas-Martínez & GéHu 1978 [*Poion variae* Tüxen 1950 nom. inval.; *Alchemillo hybridae-Poion supinae* Elmauer & Mucina in Mucina, Grabherr & Ellmauer 1993]

59.14.1. *Plantagini majoris-Poetum supinae* Rivas-Martínez & Géhu 1978 ([*Taraxaco dissecti-Poetum supinae* Carrillo & Vigo 1984] (Pastizales viarios de la alta montaña alpino-pirenaica-cantabrica).

59.14.2. *Spergulario capillaceae-Poetum supinae* Rivas-Martínez 1981 (Pastizales viarios de la alta montaña orocantábrica centro-occidental y orensano-sanabriense).

59.15. *Mentho-Juncion inflexi* De Foucault 1984 [*Agropyro-Rumicion crispi* Nordhagen 1940 nom.amb. prop.]

59.15.3. *Cypero-Caricetum cuprinae* Tüxen ex T.E. Díaz & F. Prieto 1994 [*Cypero-Caricetum otrubae* Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 nom. inval.] (Herbazales termoatlánticos de ciénagas).

59.15.6. *Junco inflexi-Menthetum longifoliae* Lohmeyer 1953 (Juncales higronitrófilos supratemplados orocantábricos).

59.15.9. *Mentho suaveolentis-Juncetum inflexi* Rivas-Martínez in Sánchez-Mata 1989 (Juncales higronitrófilos acidófilos termo-mesotemplados).

59.15.13. *Senecioni laderoi-Juncetum inflexi* M.E. García, L. Herrero, C. Pérez, Penas & F. Salegui 2002 [*Senecioni laderoi-Juncetum inflexi* M.E. García, L. Herrero, C. Pérez & Penas in M.E. García 1990 nom. inval.] (Juncales higronitrófilos basófilos supratemplados orocantábricos).

60. **NARDETEA STRICTAE** Rivas Goday in Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963

[*Nardenea strictae* Rivas Goday & Borja 1961; *Nardetea strictae* Oberdorfer 1949 nom. inval.; *Carlinetea macrocephalae* Gamisans 1977]

60a. *Nardetalia strictae* Oberdorfer ex Preising 1949

[*Campanulo herminii-Nardetalia strictae* Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986 (syntax. syn.)]

60aa. *NARDENALIA STRICTAE*

60.1. *Nardion strictae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926 [*Nardo strictae-Trifolium alpini* Preising 1949 nom. inval.]

60.1a. **Carici macrostyli-Nardenion strictae** Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984

60.1.6. *Polygalo edmundii-Nardetum* Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Cervunales orotemplados orocantábricos orientales).

60.1.10. *Geranio subargenti-Nardetum strictae* Lence, Penas & C. Pérez 2003 (Cervunales supra-orotemplados orocantábricos centrales).

60.2. ***Violion caninae*** Schwickerath 1944 [*Nardo strictae-Galium saxatilis* Preising 1949]

60.2.3. *Serratulo seoanei-Nardetum strictae* Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958 [*Serratulo tinctoriae-Nardetum strictae* nom. mut. propos Rivas-Martínez & al. 2002; *Nardo strictae-Caricetum binervis* sensu T.E. Díaz 1975 non Br.-Bl. & Tüxen 1952] (Cervunales supratemplados cantábrico occidentales).

60ab. *CAMPANULO HERMINII-NARDENALIA* Rivas-Martínez, Fernández-González & Sánchez-Mata 1986

60.4. ***Campanulo herminii-Nardion strictae*** Rivas-Martínez 1964

60.4.5. *Campanulo herminii-Festucetum rivularis* Rivas-Martínez, Fernández-González, Sánchez-Mata & Sardinero 2002 [*Aulacomnio-Festucetum rivularis* Rivas-Martínez 1964 nom. inval.] (Cervunales supra-orotemplados quionoreófilos carpetano-leoneses y orocantábricos).

60.4.6. *Campanulo herminii-Trifolietum alpini* F. Prieto, J. Guitián & Amigo 1987 (Cervunales orotemplados ancarenses).

60.4.11. *Luzulo carpetanae-Pedicularietum sylvaticae* Tüxen & Oberdorfer 1958 corr. Izco & Ortiz 1989 [*Luzulo sudeticae-Pedicularietum sylvaticae* Tüxen & Oberdorfer 1958; *Luzulo carpetanae-Juncetum ellmannii* Rivas-Martínez 1964] (Cervunales supra-criotemplados higrófilos ibéricos).

60.4.14. *Poo legionensis-Nardetum strictae* Rivas-Martínez 1964 corr. Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984 (Cervunal orocriotemplado carpetano-leonés occidental y laciano-ancarense).

60.4.15. *Thymelaeo dendrobryii-Nardetum* F. Prieto & A. Bueno in T.E. Díaz & F. Prieto 1994 (Cervunales supratemplados mesófilos orocantábricos).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DÍAZ GONZÁLEZ, T. E.; FERNÁNDEZ PRIETO J. A., 1994. La Vegetación de Asturias. *Itinera Geobotánica*, **8**: 243-528.
- PENAS, A.; RIVAS-MARTÍNEZ S. (ed.) 2003. *Atlas de los Hábitats Naturales y Seminaturales de España [Manual de Interpretación de los Hábitats Naturales y Seminaturales de España]*. Ministerio de Medio Ambiente. Tragsa. Universidad de León. Madrid (España).
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (ed.) y otros. 2005. *Mapa de Series, Geoserias y Geomicroseries de Vegetación de España*. *Itinera Geobotánica* **15**. (en prensa).
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; LOUSA M.; PENAS, A., 2001. Syntaxonomical Checklist of Vascular Plant Communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotánica* **14**: 5-341.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ GONZÁLEZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A. 2002. Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical Checklist of 2001. Part I. *Itinera Geobotánica* **15(1)**: 5-432.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ GONZÁLEZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A. 2002. Vascular Plant Communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical Checklist of 2001. Part II. *Itinera Geobotánica* **15(2)**: 433-922.

CARTOGRAFÍA Y TIPIFICACIÓN DE LOS PASTOS DE ASTURIAS

P. GARCÍA MANTECA, J. VALDERRÁBANO LUQUE Y M. A. ÁLVAREZ GARCÍA.
INDUROT. Universidad de Oviedo. Campus de Mieres. 33600 Mieres, Asturias (España).

RESUMEN

Se aborda la caracterización y cartografía de los pastos de Asturias, con herramientas SIG y a partir de la cartografía digital de vegetación a escala 1:25 000 desarrollada en Asturias entre los años 1990 y 2001.

La caracterización de los pastos se sintetiza en fichas de cada clase cartografiada, en las que se incluye una breve descripción de la clase, sus especies más frecuentes, su tipificación sintaxonómica y su posición serial, junto a otra información relevante sobre las condiciones ambientales en las que se desarrolla.

El método permite identificar en Asturias 42 tipos de pastos definidos según el Nomenclátor Básico de la SEEP. Por grandes categorías, los pastos arbustivos son los más extendidos, ocupando el 34,56% de la Región, mientras que por clases, los prados normales son los más extensos y abarcan el 21,29% de la superficie de Asturias.

Palabras clave: Cartografía digital, SIG, Mapa de vegetación

CARTOGRAPHY AND TYPIFICATION OF ASTURIAN PASTURES

SUMMARY

It's approached the characterization and cartography of Asturias pasture, with GIS tools and vegetation digital cartography, 1:25 000 scale, developed in Asturias from 1990 and 2001.

The characterization of pastures is synthesized in descriptive cards of each mapped class, in which are included: a brief description of each class, their more frequent species, their syntaxonomical typification and their serial position, as well as any other relevant information about the environmental conditions where they are placed.

This method allows to identify in Asturias 42 types of pasture according to the Basic Nomenclature of SEEP (*Spanish Society for the Study of Pastures*). By global categories, shrub pasture is the most extended one, spread on a 34.56 % of the Region, whereas by classes, the normal meadows are the most extensive and cover a 21.29 % of Asturias surface.

Key words: Digital cartography, GIS, Vegetation map

INTRODUCCIÓN

El trabajo de Cartografía y tipificación de los Pastos de Asturias forma parte del amplio proyecto que, a nivel nacional, promueve la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP), bajo el título de “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles” (INIA-CCAA OT00-037-C17).

Uno de los principales objetivos de este proyecto consiste en realizar la cartografía de síntesis de los pastos de España, tomando como referencia la cartografía del Segundo Inventario Forestal Nacional (ICONA, 1992)), a escala 1: 250 000, a partir de la cual sería posible obtener, al menos, los diferentes tipos de pastos arbolados.

El Segundo Inventario Forestal Nacional utiliza como fuente de información básica para determinar las masas forestales el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (Ministerio de Agricultura), a escala 1:50 000, del cual, las hojas correspondientes a Asturias se publicaron entre los años 1974 y 1985. Trabajos cartográficos posteriores, de mayor detalle, revelaron la existencia de errores e imprecisiones en el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de Asturias, tanto en la delimitación de las teselas como en la asignación de especies dominantes, lo que dificulta su utilización, y la de otras cartografías basadas en él, a la hora de abordar adecuadamente el análisis de determinados aspectos del medio natural.

Además, Asturias cuenta con una cartografía de vegetación reciente (INDUROT, 2001), de gran precisión y escala detallada (1:25 000), por lo que en este estudio se ha optado por utilizar esta cartografía regional como base cartográfica del trabajo, con el fin de obtener unos datos que definan la situación real de los pastos en Asturias y verificar la idoneidad de la cartografía de vegetación al uso para la tipificación de los pastos definidos según el Nomenclátor Básico de la SEEP.

MATERIAL Y MÉTODOS

La delimitación cartográfica y la tipificación de pastos se han realizado a partir del Mapa de Vegetación de Asturias, escala 1:25 000, incluido en el Sistema de Información Ambiental del Principado de Asturias (SIAPA) elaborado entre los años 1990 y 2001 (INDUROT, 2001). Esta cartografía incluye 200 unidades diferenciadas, cuya denominación y caracterización aparecen recogidas en Marquínez *et al.* (2002). La incorporación de estos datos cartográficos a un Sistema de Información Geográfica (SIG) y su manejo con herramientas desarrolladas para tal fin (Esri, 1994) ha permitido su reclasificación de una manera relativamente sencilla reasignando las clases establecidas por la SEEP ((Ferrer *et al.*, 2001). a cada uno de los 200 códigos de vegetación.

Los pastos agrícolas, recogidos en la clase Cultivos y fondos de valle, han necesitado información adicional de la pendiente del territorio, obtenida a partir de un Modelo Digital de Elevaciones con una resolución de 50 x 50 m, derivado a su vez de la información de las curvas acotadas del mapa topográfico del SIAPA. Posteriormente, se seleccionan de la clase ‘prados de siega’ aquellos que poseen una pendiente inferior al 4% -estas son las áreas en las que se instalan los cultivos de vallico o ray-grass (*Lolium* sp.pl.)- para asignar estos polígonos a la categoría de pastos agrícolas, donde además se incluyen todo tipo de cultivos herbáceos (forrajeros, cerealísticos y hortícolas).

La existencia de dos husos UTM en la Región ha supuesto la proyección de gran parte de la información original, trabajándose finalmente en coordenadas UTM del huso 30. Por otra parte, la importante diferencia de escala entre los datos iniciales (1:25 000) y finales (1:200 000) ha implicado la realización de una imprescindible generalización de polígonos con la eliminación de todos los menores de 15 ha.

Para cada clase se elabora una ficha descriptiva con los siguientes apartados:

- Denominación y catalogación: Nombre de la clase de pasto y categoría en la que se incluye (Ferrer *et al.*, 2001).
- Descripción: Se indican las características generales de la clase (Marquínez *et al.*, 2002)
- Especies más habituales: Se aporta un amplio listado diferenciado por estratos (Díaz *et al.*, 1994; Fernández Prieto, 1981; Fernández Prieto *et al.*, 1987; Nava, 1988; Rivas-Martínez *et al.*, 1984)
- Sintaxonomía: Esquema sintaxonómico de las comunidades o conjunto de comunidades que constituyen la clase (Marquínez *et al.*, 2002; Díaz *et al.*, 1994).
- Superficie: superficie, en hectáreas, de la clase de pasto en Asturias, según los datos de la CTAPA.
- Red Natura 2000: Se indica si la clase incluye alguno de los hábitats de interés comunitario establecidos en la Directiva 92/43/CEE (Devillers *et al.*, 1991; Comisión Europea, 1999)
- Corología: Se indica la distribución, por territorios fitogeográficos, de cada clase (Marquínez *et al.*, 2002)
- Etapa serial: Se indica la posición que ocupa la clase en la serie de vegetación correspondiente (Marquínez *et al.*, 2002).
- Aspectos edáficos: Se presenta un diagrama que muestra, de forma esquemática, las condiciones óptimas de humedad y acidez del suelo para cada clase (Rameau *et al.*, 1989a; Rameau *et al.*, 1989b).
- Aspectos bioclimáticos: Se indica el tipo de ombroclima y piso bioclimático en el que la clase tiene su óptimo (Marquínez *et al.*, 2002).

En la Figura 1 se presenta, a modo de ejemplo, una ficha descriptiva de una de las clases de pasto cartografiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De esta manera se han obtenido 42 clases agrupadas en 5 grandes categorías: Pastos arbóreos (20 clases), Pastos arbustivos (12 clases), Pastos herbáceos (5 clases), Pastos Agrícolas (1 clase) e Improductivo (3 clases).

Estos datos se reflejan cartográficamente en el Mapa de Pastos de Asturias, tras un proceso de generalización y depuración que permite ajustarlos a la escala 1: 200 000. Con el fin de obtener una información más sintética que pueda ser incluida en este trabajo, se elabora el mapa de grandes categorías que se puede ver en la Figura 2, en el que se representan únicamente las 5 categorías principales (Pastos arbóreos, Pastos arbustivos, Pastos herbáceos, Pastos Agrícolas e Improductivo).

PASTOS ARBÓREOS		1. Hayedos					
Descripción Bosques dominados por el haya (<i>Fagus sylvatica</i>), generalmente con cobertura arbórea densa y sotobosque pobre por la escasez de luz en el interior de la masa forestal, que se desarrollan en áreas de humedad relativa alta durante todo el año y nieblas estivales frecuentes, sobre suelos maduros de variada naturaleza, normalmente en laderas umbrías.							
Especies más habituales Estrato arbóreo: <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Betula pubescens</i> ssp., <i>celtibérica</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Tilia platyphyllos</i> , <i>Sorbus aria</i> , <i>Taxus baccata</i> , <i>Castanea sativa</i> Estrato arbustivo y subarbustivo: <i>Corylus avellana</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Ilex aquifolium</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Daphne laureola</i> var. <i>cantabrica</i> , <i>Genista hispanica</i> subsp. <i>occidentalis</i> , <i>Erica vagans</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calluna vulgaris</i> Estrato herbáceo: <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Melica uniflora</i> , <i>Crepis lamsanoides</i> , <i>Euphorbia dulcis</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> , <i>Euphorbia hyberna</i> , <i>Millium effusum</i> , <i>Anemone nemorosa</i> , <i>Saxifraga hirsuta</i> , <i>Saxifraga spathularis</i> , <i>Ranunculus tuberosus</i> , <i>Galium odoratum</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Carex sylvatica</i> , <i>Scilla lilio-hyacinthus</i> , <i>Mercurialis perennis</i> , <i>Helleborus viridis</i> subsp. <i>occidentalis</i> , <i>Lilium martagon</i> , <i>Luzula sylvatica</i> ssp. <i>henriquesii</i> , <i>Stellaria holostea</i> , <i>Sanicula europaea</i> <i>Pentaglotis sempervirens</i> , <i>Symphytum tuberosum</i> , <i>Dryopteris affinis</i> s.l., <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Dryopteris dilatata</i> , <i>Polystichum setiferum</i> , <i>Polystichum aculeatum</i> , <i>Polypodium vulgare</i> , <i>Blechnum spicant</i>							
Sintaxonomía QUERCO-FAGETEA FAGETALIA SYLVATICAE FAGION SYLVATICAE <i>Carici sylvaticae-Fagetum sylvaticae</i> ILICI-FAGION SYLVATICAE <i>Blechno-Fagetum sylvaticae</i> PULMONARIO LONGIFOLIAE-QUERCION ROBORIS <i>Polysticho setiferi-Fraxinetum excelsioris</i> (fase de hayedo) QUERCETALIA ROBORIS QUERCION PYRENAICAE <i>Blechno spicanti-Quercetum roboris</i> (fase de hayedo)		Superficie (ha) 52 055	% Asturias 4,91				
		Red Natura 2000 Incluye el hábitat: 9120 Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de <i>Ilex</i> , y a veces de <i>Taxus</i> (<i>Quercinion robori-petraeae</i> o <i>Illici-Fagenion</i>)					
Distribución fitogeográfica en Asturias Subprovincia Orocantábrica y zonas montanas del Galaico-Asturiano (Subprovincia Cántabro-Atlántica)							
Etapa serial							
Etapa madura		C. permanente	Prebosque	F. arbustiva	Matorral	F. herbácea	
							
Aspectos edáficos			Ombroclima		Piso bioclimático		
Humedad	xx				Ultrahiperhúmedo	Alpino	
	x				Hiperhúmedo	Subalpino	
	m				Húmedo	Montano	
	f				Subhúmedo	Colino	
	h				Seco	Termocolino	
	hh						
	H						
		AA	A	aa	a	n	b
Gradiente trófico							

Figura 1. Ejemplo de ficha descriptiva de las clases de pastos de Asturias.

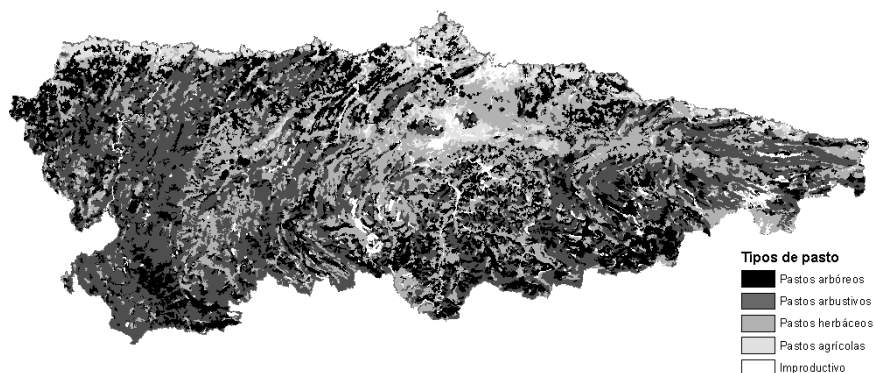


Figura 2. Mapa de síntesis de los pastos de Asturias.

Se obtienen los datos de superficies de cada clase cartografiada, tanto a nivel regional como municipal, y se elaboran las correspondientes tablas para Asturias (Tabla 1) y para cada uno de los 77 concejos asturianos.

Por categorías, la más representada es la de Pastos arbustivos, que ocupa el 34,56% de la Región, mientras que por clases, es la de Prados normales (prados de siega) la más extendida, pues abarca 254 844 ha, el 21,29% de la superficie de Asturias.

Destaca, así mismo, la extensión de los Pastos arbóreos, es decir, las superficies arboladas, que, con 307 495 ha, cubren el 29% de la Región. De esta superficie, 157 199 ha corresponden a distintos tipos de bosque y 150 296 ha a cultivos forestales.

La existencia de información cartográfica detallada en formato SIG permite un manejo eficaz de los datos. La cartografía de vegetación existente en la Región se adapta bastante bien a la conversión en clases de pastos propuesta por la SEEP, si bien de la realización de este trabajo se deduce la necesidad de modificar algunos de los tipos para contemplar toda la variedad del norte peninsular, registrada en Asturias.

Se proponen las siguientes modificaciones:

Pastos arbustivos azonales: inclusión de azonales edafohigrófilos como turberas y saucedas no contempladas en la propuesta de la SEEP.

Pastos arbustivos seriales de alto nivel evolutivo: incorporar los helechales en el tipo zarzal-espinar e incorporar la subcategoría de arbustos atlánticos que incluiría las avellanedas, los matorrales de roble rosado y otras formaciones arbustivas altas eurosiberianas.

Pastos arbustivos seriales de bajo nivel evolutivo: se propone añadir la clase de aulagares eurosiberianos y separar los brezales-tojales, con mayor producción forrajera, de los brezales de brezo rojo.

Respecto a la cartografía de vegetación existente en Asturias, y a fin de poder utilizarla de manera más eficaz en la tipificación de pastos, proponemos que en futuras revisiones se separen las plantaciones de herbáceas forrajeras de la unidad prados de siega.

Tabla 1. Superficie de los diferentes tipos de pastos cartografiados en Asturias.

CLASE DE PASTO	ÁREA (ha)	%
PASTOS ARBÓREOS	307494.89	29.00
1 Hayedos	52055.49	4.91
2 Bosques mixtos eutrofos con carbayo y fresno	8989.50	0.85
3 Tilares	1209.98	0.11
4 Carbayedas oligotrofas	33292.67	3.14
5 Rebollares	8541.35	0.81
6 Bosques mixtos eutótrofos con roble albar y fresno	2134.78	0.20
7 Robledales albares oligotrofos	16943.52	1.60
8 Bosques mixtos oligotróficos con fresno y arce	1943.06	0.18
9 Abedulares	18002.81	1.70
10 Bosques ribereños	9714.71	0.92
11 Encinares	1850.75	0.17
12 Carrascales	786.45	0.07
13 Alcornocales	57.91	0.01
14 Lauredales	10.99	0.00
15 Tejedas	79.95	0.01
16 Acebedas	1365.15	0.13
17 Formaciones de serbales	220.15	0.02
18 Castañedos	59744.61	5.63
19 Plantaciones de frondosas	55058.14	5.19
20 Plantaciones de coníferas	35492.92	3.35
PASTOS ARBUSTIVOS	366454.28	34.56
DE ALTA MONTAÑA	3629.53	0.34
21 Pastos arbustivos de alta montaña	3629.53	0.34
AZONALES	4846.90	0.46
22 Acantilados, dunas y playas	2635.90	0.25
23 Estuarios	984.54	0.09
24 Saucedas	888.44	0.08
25 Turberas	338.02	0.03
SERIALES DE ALTO NIVEL EVOLUTIVO	82626.63	7.79
26 Helechales y zarzales	31022.20	2.93
27 Especies arbóreas de porte arbustivo	2179.35	0.21
28 Mancha mediterránea	3117.27	0.29
29 Arbustos atlánticos	8343.09	0.79
30 Matorral de leguminosas retamoides	37964.73	3.58
SERIALES DE BAJO NIVEL EVOLUTIVO	275351.23	25.97
31 Brezales-tojales	153065.65	14.44
32 Brezales de brezo rojo	70115.09	6.61
33 Aulagares	52170.49	4.92
PASTOS HERBÁCEOS	263209.09	24.82
PASTOS DE PUERTO	8365.32	0.79
34 Pastos de puerto	8365.32	0.79
PASTOS MESOFÍTICOS	254843.77	24.03
35 Prados normales	225787.03	21.29
36 Pastos normales	21708.04	2.05
37 Lastonares	6916.71	0.65
38 Cervunales	431.99	0.04
PASTOS AGRÍCOLAS	70857.76	6.68
39 Cultivos y fondos de valle	70857.76	6.68
IMPRODUCTIVO	52340.98	4.94
40 Urbano	22567.56	2.13
41 Roquedos y canchales	26245.91	2.48
42 Agua	3527.51	0.33
TOTAL ASTURIAS	1060357.00	100.00

Toda la información de este trabajo, que por razones de espacio no puede ser presentada aquí (fichas de todas las unidades, cartografía detallada y superficies municipales) se encuentra disponible en la Web del INDUROT (<http://www.indurot.uniovi.es/Documentos>)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMISIÓN EUROPEA, 1999. *Interpretation Manual of European Union Habitats. Version EUR15/2 (4 October 1999)*. European Commission. DG Environment. Nature protection, coastal zones and tourism.

DEVILLERS, P.; DEVILLERS-TERSCHUREN, J. y LEDANT, J. P., 1991. *CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community*. Commission of the European Communities. European Comisión. DG Environment, Nuclear Safety and Civil protection. Luxembourg.

DÍAZ, T. E. y FERNÁNDEZ PRIETO, J. A., 1994. La vegetación de Asturias. *Itinera Geobotánica*, **8**: 243-528.

ESRI, 1994. ARC/INFO data management, Readlands, CA. USA.

FERNÁNDEZ PRIETO, J.A., 1981. *Estudio de la flora y vegetación del concejo de Somiedo*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.

FERNÁNDEZ PRIETO, J.A., FERNÁNDEZ, M.C. y COLLADO, M.A., 1987. Datos sobre la vegetación de las turberas de esfagnos galaico-asturianas y orocantábricas. *Lazaroa*, **7**: 443-471.

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A. y OLEA, I., 2001. Nomenclátor básico de pastos en España. *Pastos*, **31 (1)**: 7-44.

ICONA, 1992. Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995). Principado de Asturias. Ministerio de Agricultura, Pesca . Alimentación.

INDUROT, 2001. *Cartografía Temática Ambiental del Principado de Asturias. Gobierno del Principado de Asturias*. Consejería de Medio Ambiente. Oviedo (España). <http://tematico.princast.es/mediambi/siapa/index.php>.

MARQUÍNEZ, J.; FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. y ÁLVAREZ GARCÍA, M. A., 2002. *Memoria de la Cartografía Temática Ambiental del Principado de Asturias. Gobierno del Principado de Asturias*. Consejería de Medio Ambiente. Oviedo (España). <http://tematico.princast.es/mediambi/siapa/index.php>.

NAVA, H.S., 1988. Flora y vegetación orófila de los Picos de Europa. *Ruizia*, tomo 6. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.

RAMEAU, J.C., MANSION, D., DUMÉ, G., TIMBAL, J., LECOINTE, A., DUPONT, P. y KELLER, R., 1989a. *Flore forestière française. Vol. 1 : Plaines et collines*. Institut pour le développement forestier. Ministère de l'Agriculture et de la Forêt de la République Française.

RAMEAU, J.C., MANSION, D., DUMÉ, G., TIMBAL, J., LECOINTE, A., DUPONT, P. y KELLER, R., 1989b. *Flore forestière française. Vol. 2 : Montagnes*. Institut pour le développement forestier. Ministère de l'Agriculture et de la Forêt de la République Française

RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ PRIETO, J.A., LOIDI, J. y PENAS, A., 1984. *La vegetación de la alta montaña cantábrica. Los Picos de Europa*. Ediciones Leonesas. León.

CARTOGRAFÍA DE LOS RECURSOS PASCÍCOLAS DE CATALUNYA

R. FANLO, C. CHOCARRO, G. MASIP Y J. LLOVERAS.

ETSEA. Universitat de Lleida. C/Rovira Roure 177. 25198 Lleida (España)

RESUMEN

Presentamos los primeros resultados de los recursos pascícolas que el equipo de Investigación de Catalunya está realizando en el ámbito del proyecto INIA-CCAA OT00-37-C17 “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles”. Nuestro trabajo muestra la cartografía de los recursos pascícolas, tanto agrícolas como naturales, de la Comunidad Autónoma de Catalunya. Los municipios catalanes han sido clasificados en función de los tipos de cultivo dominantes y codominantes. Esta información se ha superpuesto sobre la capa de uso de "cultivos" correspondiente a la cartografía del II Inventario Forestal Nacional. El trabajo revela que un 76 % de la superficie catalana está cubierta de Pastos bajo arbolado denso y Cultivos (39 y 37 % respectivamente). La mayor parte de los municipios se caracterizan porque su SAM está utilizada por cultivos herbáceos de secano solos (36%), o combinados con otros cultivos (24 %, viña, frutales y pastos de puerto). El estudio de los recursos pastorales procedentes de superficies agrícolas mantiene la tendencia anterior, siendo los cultivos herbáceos de secano los que poseen mayor superficie de todos los recursos agrícolas.

Palabras clave: Pastos naturales, cultivos, SAM, municipios

CARTOGRAPHY OF CATALUNYA GRAZING RESOURCES

SUMMARY

A summary of the main grassland and forage resources in Catalonia is presented. Firstly we have created a natural pastures map using in ArcView 3.2 “usages” layer from II National Forest Inventory. After, a second map of dominants crops of municipalities has been making. Finally and using the intersect function of ArcView, we show a map of pastures resources from agricultural lands. 76% of Catalunya is covered by pastures from closed woodlands and crops (39 and 37% respectively). The majority of municipalities are characterized by herbaceous dry crops.

Key words: natural pastures, crops, municipalities

INTRODUCCIÓN

La comunidad autónoma de Catalunya tiene una superficie de 32 200 km². Limita al este con el Mediterráneo, al norte con Francia y Andorra, y al sur con las comunidades autónomas de Aragón y Valencia. Presenta un relieve muy variado, con alternancia de llanuras y zonas montañosas, lo que se traduce en una gran diversidad de tipos bioclimáticos. Las grandes unidades de relieve son los Pirineos-Prepirineos, la Depresión Central o del Ebro, y el Sistema Mediterráneo Catalán, además de las llanuras litorales y de la Cordillera Transversal. Esta diversidad morfológica condiciona, además, las variaciones climáticas. Los Pirineos y zonas afines presentan un clima de alta montaña, con temperaturas mínimas por debajo 0° C, precipitaciones anuales de más de 1000 mm y nieve abundante en invierno. En la costa, el clima es suave y templado, con temperaturas que aumentan de norte a sur, inversamente a la pluviosidad. El interior, alejado del mar, tiene un clima continental mediterráneo, con inviernos fríos y veranos muy calurosos. (<http://www.gencat.net>).

La combinación de las anteriores características del medio con las correspondientes a los aspectos edáficos y gestión, nos permiten reconocer una gran diversidad de pastos y cultivos en la comunidad autónoma de Catalunya.

Este trabajo se ha llevado a cabo en el contexto del proyecto: “Tipificación, cartografía y evaluación de los pastos españoles” (INIA-CCAA OT00-37-C17), cuyo objetivo es la elaboración de la cartografía y análisis de datos de los recursos pastables en las diferentes comunidades autónomas.

El objetivo de este trabajo es confeccionar los mapas de los recursos pascícolas naturales y los de origen agrícola de la comunidad autónoma de Catalunya. Además se clasifican las cuatro provincias catalanas en función de los cultivos agrícolas dominantes en sus municipios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar este trabajo se ha utilizado como referencia el presentado por Broca *et al.*, (2002) para los recursos pascícolas de Huesca.

La Figura 1 (Mapa de los recursos pascícolas naturales), se ha construido a partir de la cartografía del II Inventario Forestal Nacional. En primer lugar, se tuvo que pasar a UTM todas las capas del II Inventario Forestal correspondientes a las cuatro provincias. A continuación, se trabajó con la capa de curvas de nivel 1: 50 000 de Catalunya, obtenida del Departamento de Medio Ambiente y Vivienda (<http://mediambient.gencat.net>) para crear un MDT (modelo digital del terreno). Finalmente, se superpusieron los dos tipos de capas, con lo que se consiguió que todos los polígonos, por pequeños que fueran, tuvieran asociada una tabla de alturas. La nueva capa de asociación presentaba las siguientes clases: pastos bajo arbolado denso, pastos bajo arbolado ralo, matorral, pastos de puerto (>1600 msm), pastizales (<1600 msm), cultivos e improductivos (artificial, natural y aguas).

La Figura 2 (Mapa de los municipios de Catalunya en función de los cultivos dominantes o codominantes de su SAM) es el resultado de la intersección del mapa de municipios que se puede localizar en la Web de la Generalitat de Catalunya y la capa de usos del suelo del año 1997. Fue necesario separar los ficheros por provincias dado el

elevado número de datos. Se tomó el acuerdo que los cultivos dominantes de un municipio eran aquellos que ocupaban, como mínimo el 80% de la SAM correspondiente. Los municipios fueron catalogados en 20 tipos, incluidos aquellos con SAM igual a cero.

Para la realización del Mapa 3 (Mapa de los recursos pasícolas de las superficies agrícolas) se ha cruzado la información de los dos anteriores utilizando la función *intersect* del programa ArcView 3.1, tomando las áreas delimitadas en el Mapa 1 como “cultivos” y la capa de información de municipios del Mapa 2. Las 6 clases definidas para este mapa, son:

- Estrato herbáceo bajo frutales que incluye las categorías de: Frutales de regadío, frutales de secano y frutales de secano y regadío.
- Viñedo y viñedo con otros cultivos: Viña, viña y frutales de regadío, viña y frutales de secano, herbáceos de regadío y viña, y herbáceos de secano y viña.
- Cultivos herbáceos de secano: Herbáceos de secano, herbáceos de secano y pastos de puerto.
- Cultivos herbáceos de regadío y otros cultivos herbáceos: Herbáceos de regadío, herbáceos de regadío y herbáceos de secano, herbáceos de regadío y pastos de puerto.
- Cultivos herbáceos y frutales: Frutales de secano y herbáceos de regadío, herbáceos de regadío y frutales de regadío, herbáceos de secano y frutales de secano, herbáceos de secano y frutales de regadío.
- Superficie no agrícola: SAM cero, matorral y pastos de puerto.

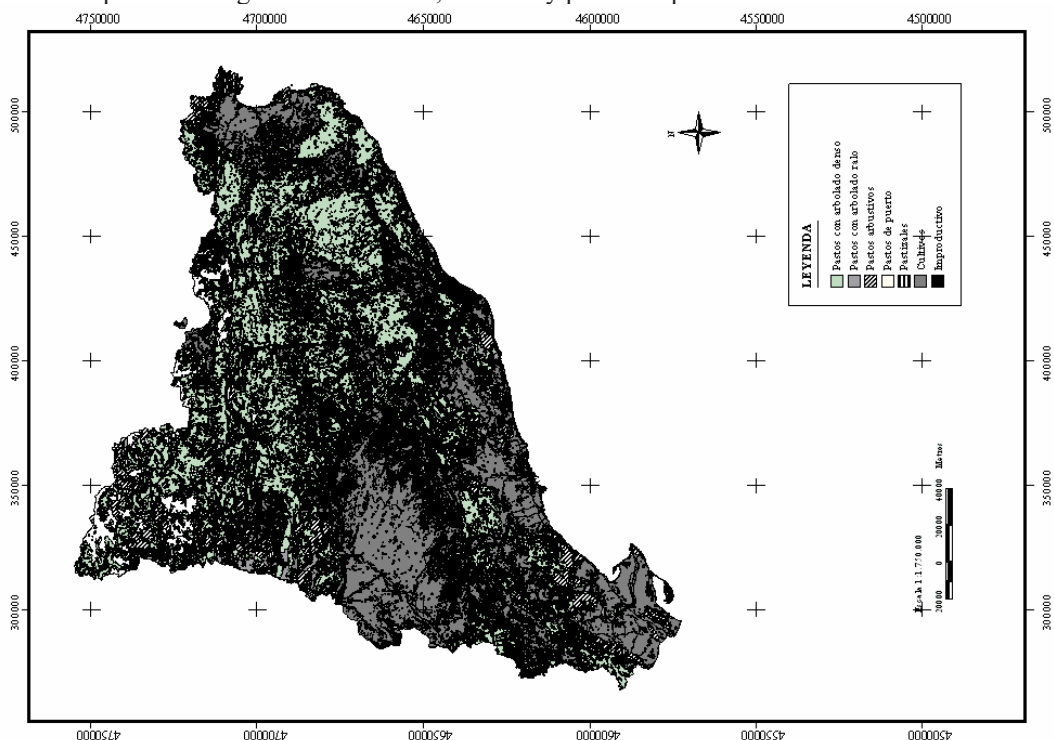


Figura 1.- Mapa de los pastos naturales (superficies de monte) de Catalunya

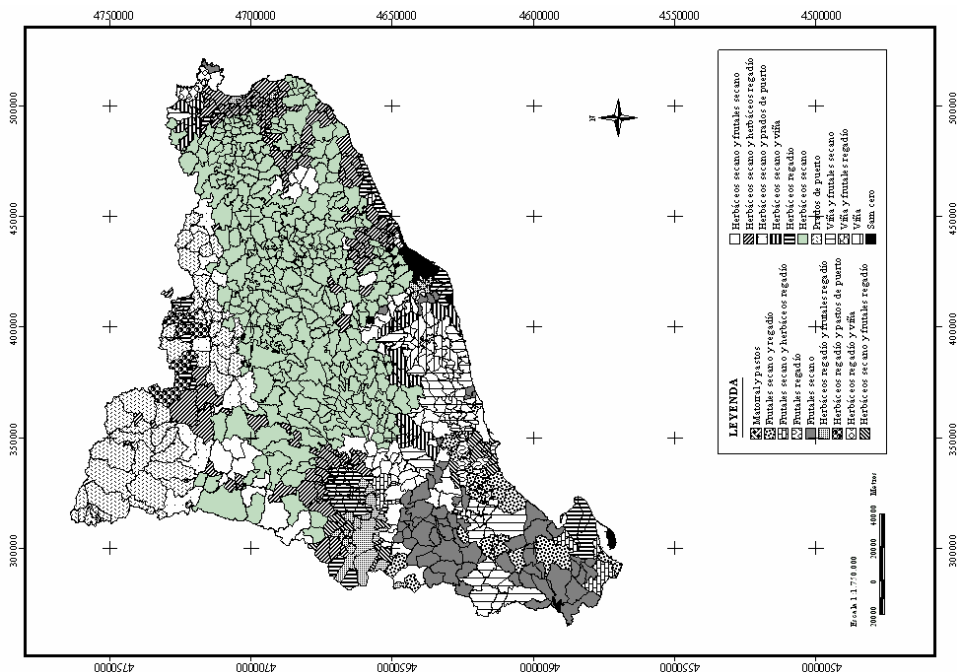


Figura 2.- Caracterización de los municipios de Catalunya en función de los cultivos dominantes y codominantes de su SAM

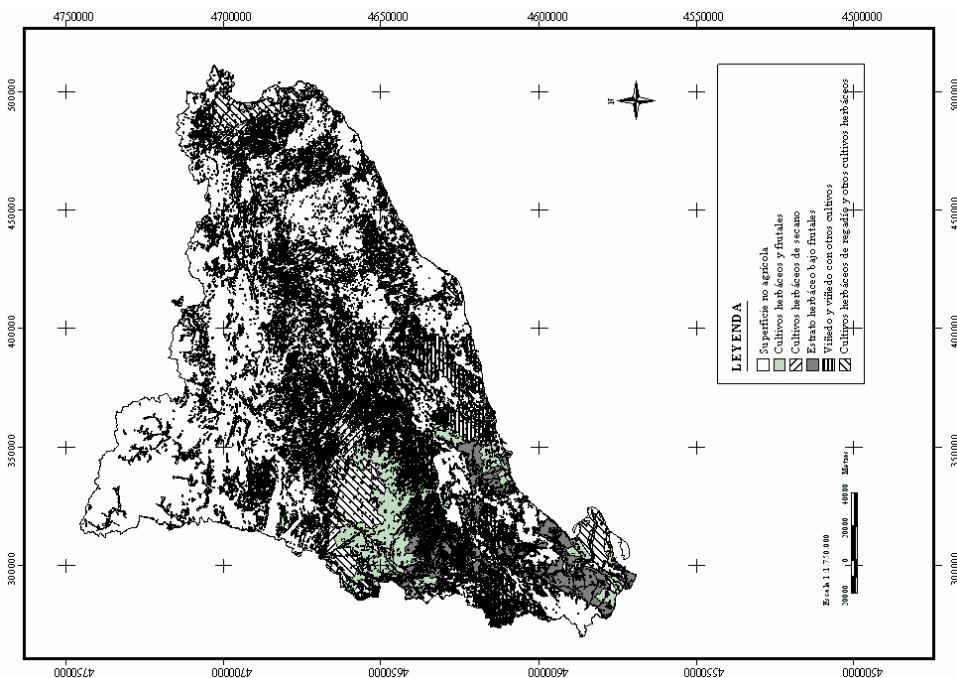


Figura 3.- Recursos pascícolas de las superficies agrícolas (“cultivos” en la Fig. 1) en función de los cultivos dominantes o codominantes a escala municipal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pastos naturales de las superficies de monte de Catalunya

La Tabla 1 muestra la distribución de los diferentes tipos de pastos naturales de las superficies de montes en Catalunya, que representan un 58% de la superficie de la comunidad, con 18620 km². En esta comunidad autónoma el 52% corresponde a pastos bajo arbolado o zonas arbustivas y sólo un 6% son pastos herbáceos, valores ligeramente superiores a comunidades de clima más mediterráneos como los presentados por Erena *et al.*, 2003 para la región de Murcia (42% pastos con especies leñosas y 3% de pastos herbáceos).

Tabla 1: Superficies de pastos naturales (superficies de monte) de Catalunya

	Barcelona		Girona		Lleida		Tarragona		TOTAL	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Pastos bajo arbolado denso	3966,56	51,11	3119,20	52,53	3946,93	32,34	1649,13	26,15	12681,82	39,38
Pastos bajo arbolado ralo	291,95	3,76	163,08	2,75	564,41	4,63	272,86	4,33	1292,29	4,01
Cultivos	2219,46	28,60	1766,34	29,75	4657,71	38,17	3267,51	51,82	11911,01	36,98
Improductivo	749,64	9,66	281,35	4,74	347,28	2,85	297,62	4,72	1675,90	5,20
Matorral	270,48	3,49	278,56	4,69	1551,69	12,72	645,56	10,24	2746,29	8,53
Pastizales	224,23	2,89	122,23	2,06	349,36	2,86	167,46	2,65	863,28	2,68
Prados de puerto	38,18	0,49	206,96	3,49	785,30	6,44	5,72	0,09	1036,16	3,22
TOTAL	7760,49		5937,72		12202,69		6305,85		32206,75	

Un análisis provincial nos indica el predominio de pastos bajo arbolado denso en Girona y Barcelona (por encima del 50 % de su superficie). La ubicación del área prepirenaica en la provincia de Lleida, se constata por la importancia del matorral (13%) y de los pastos bajo arbolado ralo (5%) típico de este paisaje. Al mismo tiempo se trata de la provincia con mayor porcentaje de pastos de puerto (6,5%) vinculados al Pirineo axial.

Un 37% de Catalunya está ocupado por cultivos, siendo la provincia de Tarragona la que presenta una mayor vocación agrícola con un 52% de su superficie.

El improductivo catalán (gleras, lagos, terreno urbano, etc.) supone un 5% del total de la comunidad autónoma. La elevada concentración urbana en Barcelona explicaría el alto porcentaje de improductivo de esta provincia (10%). Del conjunto de los pastos naturales de Catalunya (18620 km²), 16720 km² corresponden a pastos con arbolado y pastos arbustivos, mientras que 1899 km², están ocupados por comunidades herbáceas, valores muy semejantes a los presentados por García-Morras *et al.*, (2004) para La Rioja.

Tipificación de los municipios catalanes y caracterización de las provincias

Todos los municipios de Catalunya (946) se han tipificado en función de sus cultivos dominantes o codominantes, aquellos que ocupan valores superiores al 80% de su SAM (Figura 2), es decir de los principales recursos pastorales derivados de la actividad agrícola (Ferrer *et al.*, 1997). Los datos que se muestran en la Tabla 2 se han obtenido del servicio de Estadística de la Generalitat de Catalunya (Idescat, 2004). Como puede comprobarse la superficie total de Catalunya (32106,54 km²) difiere de la obtenida a partir del II Inventario Forestal Nacional (32206,75 km²), esto es debido a que esta última cartografía no considera la presencia del meridiano cero (cambio de uso y su proyección) y por lo tanto no presentan coordenadas georeferenciales comunes.

Tabla 2: Superficies de los cultivos dominantes de las superficies municipales de Catalunya.

	Superficie Total Comunidad Autónoma		Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona
	km2	%	%	%	%	%
Matorral y pastos	18,04	0,06	0,00	0,00	0,15	0,00
Frutales secano y regadío	1101,50	3,43	0,00	0,00	1,81	13,98
Frutales secano y herbáceos regadío	249,26	0,78	0,44	0,00	0,00	3,41
Frutales regadío	210,14	0,65	0,19	0,00	0,00	3,09
Frutales secano	2462,88	7,67	0,84	0,44	5,17	27,63
Herbáceos regadío y frutales regadío	676,51	2,11	0,73	0,56	4,82	0,00
Herbáceos regadío y pastos puerto	381,94	1,19	0,00	1,19	2,56	0,00
Herbáceos regadío y viña	118,20	0,37	0,31	1,59	0,00	0,00
Herbáceos secano y frutales regadío	386,76	1,20	0,00	0,00	1,57	3,10
Herbáceos secano y frutales secano	2521,66	7,85	3,58	4,43	12,44	7,44
Herbáceos secano y herbáceos regadío	3037,04	9,46	8,10	17,64	11,25	0,00
Herbáceos secano y pastos de puerto	885,78	2,76	0,00	3,93	5,37	0,00
Herbáceos secano y viña	805,78	2,51	4,92	3,44	0,00	3,52
Herbáceos regadío	1228,08	3,83	3,29	1,67	4,68	4,85
Herbáceos secano	11732,67	36,54	61,33	55,79	27,80	5,03
Pasto de puerto	3488,20	10,86	3,67	8,18	22,36	0,00
Viña y frutales secano	1987,94	6,19	3,13	0,74	0,00	26,99
Viña y frutales regadío	21,94	0,07	0,28	0,00	0,00	0,00
Viña	546,27	1,70	6,54	0,37	0,00	0,30
SAM cero	245,17	0,76	2,63	0,01	0,00	0,66
TOTAL	32105,76	100	100	100	100	100

La comunidad catalana se caracteriza, en su conjunto, porque la mayor parte de la SAM de los municipios está utilizada con cultivos herbáceos de secano solos (36%) o combinados con otros cultivos (24%)(viña, frutales y pastos de puerto) y se sitúan , fundamentalmente, en la parte central de la comunidad (Figura 2).

El cultivo de frutales (frutales de regadío y de secano como dominantes) caracteriza al 12 % de los municipios, situándose principalmente en el sur de la comunidad.

Los viñedos y sus combinaciones con otros cultivos son el 11% de los municipios, ubicados en su mayoría en las zonas de denominación de origen “Penedés” y “Priorato”. Otro 11% del total de Catalunya corresponde a pastos de puerto y se ubican en la zona pirenaica. El servicio de estadística de Catalunya considera a este tipo de uso como agrario por lo que quedan incluidos en la SAM general.

Con las cuatro provincias catalanas se podrían establecer dos modelos en función de sus cultivos dominantes. El primero, que comprende Barcelona y Girona, con la mayoría de la SAM dedicada a cultivos herbáceos de secano y su combinación con herbáceos de regadío (79,42 para Barcelona y 73,43 en Girona). El segundo, que agrupa a Lleida y Tarragona, se caracteriza por presentar una mayor diversificación de su SAM municipal ya que, para alcanzar porcentajes similares a los anteriores, es necesario la agrupación de al menos cuatro tipos de cultivos dominantes o codominantes. En Lleida destacan los municipios con herbáceos de secano, pastos de puerto, herbáceos de secano y frutales de secano y finalmente herbáceos de secano y herbáceos de regadío (73,85%). En Tarragona el 76% de la SAM se consigue con la agrupación de la superficie destinada a frutales de secano, viña y frutales de secano, frutales de secano y regadío y por último herbáceos de secano y frutales de secano.

Recursos pascícolas procedentes de las superficies de cultivos

La Figura 3 representa la unidad de “cultivos” del mapa de pastos naturales de Catalunya (Figura 1) caracterizada en función de los cultivos dominantes y codominantes. Puede comprobarse (Tabla 3) que para la comunidad autónoma son los cultivos herbáceos de secano los que ocupan mayor superficie. Esta tendencia se mantiene también en las provincias de Barcelona y Girona, mientras que en Lleida es la combinación de cultivos herbáceos con frutales y en Tarragona es el estrato herbáceo bajo frutales.

Tabla 3: Recursos pascícolas procedentes de las superficies agrícolas (cultivos) de Catalunya

	Superficie Agrícola Comunidad Autónoma		Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona
	km2	%	%	%	%	%
Estrato herbáceo bajo frutales	1898,08	16,02	0,42	0,40	9,95	43,63
Viñedo y Viñedo con otros cultivos	1559,57	13,16	22,03	5,51	0,00	30,00
Cultivos herbáceos de secano	3623,51	30,58	59,41	49,74	28,54	3,63
Cultivos herbáceos de regadío y otros cultivos herbáceos.	2339,78	19,74	13,70	37,49	24,62	7,40
Cultivos herbáceos y frutales	2210,39	18,65	3,84	4,41	33,37	15,34
Superficie no mecanizable	219,74	1,85	0,60	2,45	3,53	0,00
SUMA TOTAL	11851,07	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROCA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M., 2002. Cartografía preliminar de recursos pascícolas en Aragón. La provincia de Huesca como ejemplo. En: Actas de XLII Reunión Científica de la SEEP, 237-243.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, 1996. Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid (España)

ERENA, M.; ROBLEDO, A., GARCIA, P.; CORREAL, E.; VICENTE, M.; ALCARAZ, F., 2003. Cartografía de recursos pascícolas de la región de Murcia. En *Pastos, desarrollo y conservación*, 763-770. Ed. Robles et al. Junta de Andalucía. Sevilla (España).

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OCAÑA, M., 1997. Propuesta para un nomenclátor definitivo de pastos en España. *Pastos*, **XXVII (II)**, 125-161.

GARCIA-MORRAS, J.A.; ALFARO, A.; MARCOS, I.; MEDRANO, L.M.; TORRANO, L., 2004. Cartografía de los recursos pascícolas de La Rioja. *Actas de XLIV Reunión Científica de la SEEP*, 569-577.

GENERALITAT DE CATALUNYA. DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT I HABITAGE. 2004. <http://mediambient.gencat.net/cat/inici.jsp>

IDESCAT. 2004. (<http://www.idescat.es/>)

PASTOS ARBUSTIVOS DE COSCOJAR Y DE ESPINAR CADUCIFOLIO EN LA CORDILLERA IBÉRICA DE ARAGÓN. TIPIFICACIÓN, CARTOGRAFÍA Y VALORACIÓN

O. BARRANTES, R. REINÉ, A. BROCA, S. GONZALO, J. ASCASO Y C. FERRER.

Dpto. Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza.
Miguel Servet, 177. E-50013 Zaragoza (España).

RESUMEN

Este trabajo se enmarca en el ámbito del Proyecto “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles” (INIA-CCAA OTOO-037-C17), aportándose resultados a partir del establecimiento de unidades fitocenológicas y cartográficas, el II Inventario Forestal Nacional (DGCN, 1996) y las especies dominantes del Mapa Forestal de España (DGCN, 2001). Se establecen inventarios-tipo que permiten la estimación de la producción de los pastos. Se tipifican aquí los “coscojares” como unos pastos arbustivos de *Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae* y los “espinares caducifolios” como unos pastos arbustivos de *Berberidion vulgaris*, formando un mosaico que ocupa en la zona 23 023 ha. La producción media se ha calculado en tan sólo 97 UF ha⁻¹ año⁻¹, lo que implica una producción total anual de unas 2 235 000 UF.

Palabras clave: fitocenosis, inventarios-tipo, Valor Pastoral (VP), Unidades Forrajeras (UF).

SHRUB PASTURES (“KERMES-OAK TYPE” AND “SPINY SHRUB”) IN THE IBERIAN MOUNTAIN RANGE OF ARAGON (SPAIN). CHARACTERIZATION, CARTOGRAPHY AND EVALUATION

SUMMARY

This work is settled in the context of the Project “Characterization, Cartography and Evaluation of Spanish pastures” (INIA-CCAA OTOO-037-C17). Results of the characterization, cartography and evaluation by means of the phytocenologic and cartographic units established by authors, the II National Forestry Inventory (DGCN, 1996) and the Forestry Map of Spain (DGCN, 2001) are presented. Considering the dominant species provided by the last mentioned work and the phytosociological characterizations, type-inventories are established, which allow an estimation of the pasture production. In this work the “kermes-oak type” have been typified as shrub pastures of *Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae* and the “spiny shrub” as shrub pastures of *Berberidion vulgaris*, making a mosaic of 23 023 ha in the area. A mean production of 97 FU ha⁻¹ year⁻¹ has been calculated, amounting a total annual production of about 2 235 000 FU.

Key words: phytosociologic units, type-inventories, Pastoral Value (PV), Forage Units (FU).

INTRODUCCIÓN

En el Proyecto “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles” (INIA-CCAA), se presentan varios problemas a la hora de abordar los pastos arbustivos. En el II Inventario Forestal Nacional (IFN) (DGCN, 1996), en la capa de “Usos” referente a “Forestal desarbolado”, el código “M” (matorral) se ha identificado con pastos arbustivos, pero no hay más información sobre especies. Para tipificar o desagregar estos polígonos “M” es necesario recurrir a la superposición del Mapa Forestal de España (MFE) (DGCN, 2001) donde sí se informa sobre especies arbustivas dominantes. Con ello se habría resuelto el problema de la Tipificación y Cartografía. Sin embargo, en este tipo de pastos donde el ganado, además de consumir especies herbáceas, ramonea flores, frutos, hojas, ramón, rebrotes, etc. de especies arbustivas, no se puede utilizar para su valoración el sistema convencional de los pastos herbáceos: siega-pesada-análisis químico. Por ello se ha recurrido al método sintético del Valor Pastoral (VP). Pero, a su vez, para aplicar esta metodología es preciso partir de un inventario con las especies más abundantes y su contribución específica porcentual (Cs) al pasto. Por ello es necesario asociar las especies dominantes proporcionadas por el MFE a comunidades fitosociológicas que permitan establecer inventarios-tipo. Esto es lo que se hace en este trabajo para el estudio de los “coscojares” y “espinares caducifolios” de la Cordillera Ibérica de Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

A las unidades de pastos arbustivos y pastizales obtenidas a partir del IFN, se les ha superpuesto la base de datos del MFE a escala 1:200 000 (DGCN, 2001) en versión digital, donde aparecen especies dominantes: “rótulo_x” (x= 1 a 4) y, en su caso, “nombre”. Para desagregar los pastos arbustivos se ha trabajado simultáneamente con información bibliográfica de carácter fitosociológico, especialmente las publicaciones de Barrera (1985), Mateo (1990), Ferrer-Plou (1993) y Pitarch (2002), actualizándola con la de Rivas-Martínez *et al.* (2002), y con la información proporcionada por el MFE. De este modo se han seleccionado las unidades fitosociológicas más relevantes que pudieran tener una fácil identificación a partir de las especies dominantes del MFE, estableciéndose para cada una de dichas unidades un inventario-tipo, y calculando el valor pastoral (VP) según la metodología de Daget y Poissonet (1972) y su desarrollo (Amella y Ferrer-Benimeli, 1979; Ascaso *et al.*, 1996). En los inventarios-tipo se ha prescindido de las especies con mera presencia (+). La frecuencia específica (Fs) de cada especie se ha calculado según la siguiente equivalencia de los índices de abundancia-dominancia: 1=2,5%, 2=15%, 3=37,5%, 4=62,5% y 5=87,5%. Puesto que la suma de porcentajes de Fs no suele ser 100%, posteriormente se ha calculado la contribución específica (Cs) para llevar los datos a 100%: $Cs = Fs (100 - \% \text{ Suelo desnudo}) / \sum Fs$. Se calcula $UF \text{ ha}^{-1} \text{ estación}^{-1} = 15VP$ (el valor 15 se aplica en estas circunstancias ecológicas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los “coscojares” y “espinares” de la Cordillera Ibérica de Aragón han sido asimilados (Tabla 1) a un mosaico, difícil de desagregar a la escala en la que se trabaja en el Proyecto, de dos alianzas fitosociológicas: *Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae* y *Berberidion vulgaris*, que implican a 274 polígonos del IFN. La cartografía de estas comunidades en mosaico puede observarse en la Figura 1.

Tabla 1. Correspondencia entre unidades fitosociológicas y especies o formaciones dominantes en el Mapa Forestal de España (MFE) (DGCN, 2001).

Unidad fitosociológica	Rótulos o nombres del MFE
<i>Rhamno lycioidis- Quercion cocciferae</i> y <i>Berberidion vulgaris</i>	Coscoja, Espinar caducifolio, <i>Quercus coccifera</i> y combinaciones entre ellos y con otras especies tales como <i>Amelanchier ovalis</i> , <i>Berberis</i> spp., <i>Buxus sempervirens</i> , <i>Rosa</i> spp., <i>Juniperus</i> spp., <i>Crataegus monogyna</i> , etc.



Mosaico de Coscojares (*Rhamno lycioidis* - *Quercion cocciferae*) y Espinares (*Berberidion vulgaris*)
 (23 023 ha)

Figura 1. Cartografía del mosaico de “coscojares” y “espinares” en la Cordillera Ibérica de Aragón.

- Los **coscojares** (Tabla 2) corresponden a la alianza *Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae* y agrupan matorrales meso y supramediterráneos inferiores, principalmente de carácter continental, que se desarrollan preferentemente en ombroclimas secos o secos con tendencia a semiáridos. Se trata de sabinar negral (*Juniperus phoenicea*) con “coscoja” (*Quercus coccifera*), “escobas” (*Teline patens*), “carrasquilla” (*Rhamnus alaternus*), “boj” (*Buxus sempervirens*), etc. que colonizan biotopos rupícolas, y desarrollados por tanto sobre suelos poco evolucionados (litosoles) y acumulados en pequeña cantidad en los espacios existentes entre las rocas (Pitarch, 2002). Su producción anual es muy baja y se ha calculado en tan sólo $54 \text{ UF ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, por lo que presentan muy poco interés desde el punto de vista ganadero.
- Los **espinares** (Tabla 3), representados aquí por la alianza *Berberidion vulgaris*, son comunidades tanto eurosiberianas como pirenaico-orocantábrico-alpino-centroeuropeas de carácter montano-continental, que alcanzan las altas montañas mediterráneas maestrazgo-conquenses. Estas comunidades espinosas son típicas por lo tanto de las áreas continentales de clima duro, más bien seco y muy frío en invierno. Adquiere gran importancia la presencia en ellas de especies como “azotacristos” (*Berberis vulgaris* subsp. *seroi*), “hiniesta” (*Genista cinerea*), “arañón” (*Prunus spinosa*), “espino albar” (*Crataegus monogyna*), “grosellero” (*Ribes alpinum*), etc. Podemos distinguir en la zona dos subalianzas. La subal. *Berberidion seroi* está constituida por espinares basófilos continentales subhúmedos que también alcanzan los pisos supra y oromediterráneos de las montañas continentales, sobre todo como orla de las comunidades de *Pino-Juniperion sabiniae*. La subal. *Genistenion ausetani* está constituida por orlas espinosas mediterráneas y heliófitas con aspecto retamoide, poco densas, que se desarrollan sobre suelos profundos, en el piso supramediterráneo subhúmedo o seco con tendencia a subhúmedo (Pitarch, 2002). La producción anual de estos pastos, algo mayor que los **coscojares**, sigue siendo muy baja, tan sólo 140 UF ha^{-1} , con un pico en primavera: 80 UF ha^{-1} (el 57%).

Se ha asignado a este mosaico una superficie de 23 023 ha. Considerando el valor medio de las dos alianzas, $97 \text{ UF ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, este tipo de pastos produce anualmente unas 2 235 000 UF.

Tabla 2: Inventario-tipo y cálculo del valor pastoral de los pastos arbustivos de “coscojar”, pertenecientes a la alianza *Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae* (●= especies características de la alianza; ×= especies características del orden *Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni*; ○= especies características de la clase *Quercetea ilicis*). Cs= Contribución específica en % de recubrimiento, Is= Índices específicos, I= invierno, P= primavera, V= verano, O= otoño, VP= valor pastoral, UF= unidades forrajeras.

	Cs	Is				Cs x Is				
		I	P	V	O	I	P	V	O	
× <i>Juniperus phoenicea</i>	11,4	0	0	0	0	0	0	0	0	
× <i>Quercus coccifera</i>	8,2	0	0	0	0	0	0	0	0	
● <i>Teline patens</i>	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0	
○ <i>Rhamnus alaternus</i>	7,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Buxus sempervirens</i>	6,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Rhamnus saxatilis</i>	6,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
× <i>Rhamnus lycioides</i>	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Bupleurum fruticoscens</i>	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
× <i>Pistacia terebinthus</i>	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Brachypodium retusum</i>	1,3	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3	1,3	
<i>Asplenium fontanum</i>	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Phlomis lychnitis</i>	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Amelanchier ovalis</i>	0,9	0	1	1	0	0	0,9	0,9	0	
× <i>Pistacia lentiscus</i>	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thymus vulgaris</i>	0,9	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	
<i>Hedera helix</i>	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	
○ <i>Phillyrea latifolia</i>	0,8	1	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,8	
<i>Lavandula latifolia</i>	0,6	1	1	1	1	0,6	0,6	0,6	0,6	
<i>Genista scorpius</i>	0,5	0	1	1	0	0	0,5	0,5	0	
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	0,5	0	0	0	1	0	0	0	0,5	
<i>Fumana ericoides</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	
× <i>Juniperus oxycedrus</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	
○ <i>Rubia peregrina</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Aristolochia pistolochia</i>	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Helianthemum marifolium</i>	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	0,1	1	2	1	1	0,1	0,3	0,1	0,1	
<i>Helianthemum cinereum</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
× <i>Jasminum fruticans</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Juniperus communis</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
× <i>Pinus halepensis</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Santolina chamaecyparissus</i> subsp. <i>squarrosa</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
○ <i>Smilax aspera</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Viola alba</i> subsp. <i>dehnhardtii</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Suelo desnudo	31,3									
						Σ (Cs.Is)	3,7	5,2	5,1	4,2
						VP = 0,2 Σ (Cs.Is)	0,7	1,0	1,0	0,8
						UF ha ⁻¹ = 15VP	11	16	15	13
						UF ha ⁻¹ año ⁻¹ : 54				

Tabla 3: Inventario-tipo y cálculo del valor pastoral de los pastos arbustivos de “espinar”, pertenecientes a la alianza *Berberidion vulgaris*

(●= especies características de la alianza; ×= especies características del orden *Prunetalia spinosae*; ○= especies características de la clase *Rhamno-Prunetea*). Cs= Contribución específica en % de recubrimiento, Is= Índices específicos, I= invierno, P= primavera, V= verano, O= otoño, VP= valor pastoral, UF= unidades forrajeras.

BERBERIDION VULGARIS	Cs	Is				Cs x Is			
		I	P	V	O	I	P	V	O
Genista cinerea subsp. ausetana	24,7	0	0	0	0	0	0	0	0
●Berberis vulgaris	14,0	0	0	0	0	0	0	0	0
○Prunus spinosa	10,6	0	1	0	0	0	11	0	0
○Crataegus monogyna	8,6	0	1	1	0	0	8,6	8,6	0
×Lonicera xylosteum	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0
○Rosa canina	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0
●Berberis hispanica	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0
×Rosa pimpinellifolia	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0
×Ribes alpinum	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0
×Ligustrum vulgare	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0
●Rosa rubiginosa	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0
×Prunus mahaleb	1,5	0	1	0	0	0	1,5	0	0
Rosa micrantha	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Geum urbanum	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0
Helianthemum apeninum	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0
Juniperus sabina	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Onobrychis argentea subsp. hispanica	0,8	1	3	2	2	0,8	2,3	1,5	1,5
●Rhamnus saxatilis	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
×Rosa corymbifera	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Hepatica nobilis	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Lathyrus pratensis	0,6	1	3	2	3	0,6	1,9	1,3	1,9
Lonicera etrusca	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Teucrium chamaedrys subsp. pinnatifidum	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Thymus leptophyllus subsp. pau	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5
Thymus vulgaris	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5
Genista scorpius	0,4	0	1	1	0	0	0,4	0,4	0
Linum narbonense	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
●Ribes uva-crispa	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
●Rhamnus alpina	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
○Amelanchier ovalis	0,2	0	1	1	0	0	0,2	0,2	0
Cruciata glabra	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragaria vesca	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Helleborus foetidus	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ononis spinosa	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Potentilla neumanniana	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Primula veris subsp. columnae	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
×Rhamnus cathartica	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
×Rosa agrestis	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Rosa sicula	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Salvia pratensis	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Sanicula europaea	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Stachys officinalis	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Torilis japonica	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
×Viburnum lantana	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo desnudo	6,4								
	Σ (Cs.Is)					2,5	26,7	13,1	4,5
	VP = 0,2 Σ (Cs.Is)					0,5	5,3	2,6	0,9
	UF ha ⁻¹ = 15VP					7	80	39	14
	UF ha ⁻¹ año ⁻¹ : 140								

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMELLA, A.; FERRER-BENIMELI, C., 1979. *Utilización de un método fitológico en la determinación del valor nutritivo de pastos*. Trabajos del I.E.P.G.E., 37. CSIC-Universidad de Zaragoza, 10 pp. Zaragoza (España).

ASCASO, J.; FERRER-BENIMELI, C.; MAESTRO, M., 1996. Valoración estacional y anual de los recursos pastables en el Maestrazgo de Castellón. En: *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 161-166.

BARRERA, I., 1985. *Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la sierra de Albarracín*. Tesis doctoral. Dpto. de Botánica. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid, 499 pp. Madrid (España).

DAGET, P.; POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages*, **49**, 31-39.

DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 1996. *II Inventario Forestal Nacional 1986-1995. Aragón*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid (España).

DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 2001. *Mapa forestal de España (versión digital)*. Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid (España).

FERRER-PLOU, J., 1993. *Flora y vegetación de las sierras de Herrera, Cucalón y Fonfría*. Naturaleza en Aragón nº 4. Ed. Gobierno de Aragón, 333 pp. Zaragoza (España).

MATEO, G., 1990. *Catálogo florístico de la provincia de Teruel*. Ed Instituto de Estudios Turolenses, 548 pp. Teruel (España).

PITARCH, R., 2002. *Estudio de la flora y vegetación de las sierras orientales del Sistema Ibérico: La Palomita, Las Dehesas, El Rayo y Mayabona (Teruel)*. Ed. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 537 pp. Zaragoza (España).

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, **15 (1) y (2)**, 5-922.

PASTOS ARBUSTIVOS DE ALIAGAR Y DE ROMERAL EN LA CORDILLERA IBÉRICA DE ARAGÓN. TIPIFICACIÓN, CARTOGRAFÍA Y VALORACIÓN

R. REINÉ, O. BARRANTES, A. BROCA, S. GONZALO, J. ASCASO Y C. FERRER.

Dpto. Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza.

Miguel Servet, 177. E-50013 Zaragoza (España).

RESUMEN

Este trabajo se enmarca en el ámbito del Proyecto “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles” (INIA-CCAA OTOO-037-C17), aportándose resultados a partir del establecimiento de unidades fitocenológicas y cartográficas, el II Inventario Forestal Nacional (DGCN, 1996) y las especies dominantes del Mapa Forestal de España (DGCN, 2001). Se establecen inventarios-tipo que permiten la estimación de la producción de los pastos. Se tipifican aquí los “aliagares” como unos pastos arbustivos de *Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis* y los “romerales” como unos pastos arbustivos de *Rosmarino-Ericion multiflorae*. Se han cartografiado 230 657 ha de aliagares y 127 879 ha de romerales, valorándose en 529 y 313 UF ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente, lo que implica una producción total anual de unas 122 000 000 y 40 000 000 UF respectivamente.

Palabras clave: fitocenosis, inventarios-tipo, Valor Pastoral (VP), Unidades Forrajeras (UF).

SHRUB PASTURES (“GENISTA TYPE” AND “ROSEMARY TYPE”) IN THE IBERIAN MOUNTAIN RANGE OF ARAGON (SPAIN). CHARACTERIZATION, CARTOGRAPHY AND EVALUATION

SUMMARY

This work is settled in the context of the Project “Characterization, Cartography and Evaluation of Spanish pastures” (INIA-CCAA OTOO-037-C17). Results of the characterization, cartography and evaluation by means of the phytocenologic and cartographic units established by authors, the II National Forestry Inventory (DGCN, 1996) and the Forestry Map of Spain (DGCN, 2001) are presented. Considering the dominant species provided by the last mentioned work and the phytosociological characterizations, type-inventories are established, which allow an estimation of the pasture production. In this work the “genista type” have been typified as shrub pastures of *Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis* and the “rosemary type” as shrub pastures of *Rosmarino-Ericion multiflorae*. There have been cartographed 230 657 ha of “genista type” and 127 879 ha of “rosemary type”. They have been evaluated in 529 y 313 FU ha⁻¹ year⁻¹ respectively, meaning a total annual production of about 122 000 000 and 40 000 000 FU respectively.

Key words: phytosociologic units, type-inventories, Pastoral Value (PV), Forage Units (FU).

INTRODUCCIÓN

En el Proyecto “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles” (INIA-CCAA), se presentan varios problemas a la hora de abordar los pastos arbustivos. En el II Inventario Forestal Nacional (IFN) (DGCN, 1996), en la capa de “Usos” referente a “Forestal desarbolado”, el código “M” (matorral) se ha identificado a pastos arbustivos, pero no hay más información sobre especies. Para tipificar o desagregar estos polígonos “M” es necesario recurrir a la superposición del Mapa Forestal de España (MFE) (DGCN, 2001) donde sí se informa sobre especies arbustivas dominantes. Con ello se habría resuelto el problema de la Tipificación y Cartografía. Sin embargo, en este tipo de pastos donde el ganado, además de consumir especies herbáceas, ramonea flores, frutos, hojas, ramón, rebrotes, etc. de especies arbustivas, no se puede utilizar para su valoración el sistema convencional de los pastos herbáceos: siega-pesada-análisis químico. Por ello se ha recurrido al método sintético del Valor Pastoral (VP). Pero, a su vez, para aplicar esta metodología es preciso partir de un inventario con las especies más abundantes y su contribución específica porcentual (Cs) al pasto. Por ello es necesario asociar las especies dominantes proporcionadas por el MFE a comunidades fitosociológicas que permitan establecer inventarios-tipo. Esto es lo que se hace en este trabajo para el estudio de los “aliagares” y “romerales” de la Cordillera Ibérica de Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

A las unidades de pastos arbustivos y pastizales obtenidas a partir del IFN, se les ha superpuesto la base de datos del MFE a escala 1:200 000 (DGCN, 2001) en versión digital, donde aparecen especies dominantes: “rótulo_x” (x= 1 a 4) y, en su caso, “nombre”. Para desagregar los pastos arbustivos se ha trabajado simultáneamente con información bibliográfica de carácter fitosociológico, especialmente las publicaciones de Rivas-Goday y Borja (1961), Vigo (1968), Barrera (1985), Mateo (1990) y Ferrer-Plou (1993), actualizándola con la de Rivas-Martínez *et al.* (2002), y con la información proporcionada por el MFE. De este modo se han seleccionado las unidades fitosociológicas más relevantes que pudieran tener una fácil identificación a partir de las especies dominantes del MFE, estableciéndose para cada una de dichas unidades un inventario-tipo, y calculando el valor pastoral (VP) según la metodología de Daget y Poissonet (1972) y su desarrollo (Amella y Ferrer-Benimeli, 1979; Ascaso *et al.*, 1996). En los inventarios-tipo se ha prescindido de las especies con mera presencia (+). La frecuencia específica (Fs) de cada especie se ha calculado según la siguiente equivalencia de los índices de abundancia-dominancia: 1=2,5%, 2=15%, 3=37,5%, 4=62,5% y 5=87,5%. Puesto que la suma de porcentajes de Fs no suele ser 100%, posteriormente se ha calculado la contribución específica (Cs) para llevar los datos a 100%: $Cs = Fs (100 - \% \text{ Suelo desnudo}) / \sum Fs$. Se calcula $UF \text{ ha}^{-1} \text{ estación}^{-1} = 15VP$ (el valor 15 se aplica en estas circunstancias ecológicas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aliagares

Están caracterizados por una amplia alianza, *Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis* (Tabla 1), del orden *Rosmarinetales*, presente en toda la región aragonesa. Se trata de matorrales calcícolas (Tabla 2) de “aliagas” (*Genista scorpius*, *G. pumila*), “tomillo” (*Thymus vulgaris*), “espliego” (*Lavandula latifolia*), “salvia” (*Salvia lavandulifolia*), etc., sobre suelos esqueléticos (rendzinas y xerorendzinas) y a veces asociados a litosoles, desarrollados frecuentemente sobre sustratos calcáreos, dolomíticos o margosos. Sustituyen a los “romerales” (*Rosmarino-Ericion multiflorae*) en los lugares más sombreados o más altos. Esta alianza pese a que en ocasiones está dominada por especies herbáceas y presenta el aspecto de un pasto herbáceo, es más frecuente encontrarla muy mezclada con matorrales y pequeños arbustos (Rivas-Goday y Borja, 1961; Vigo, 1968). Su ubicación puede observarse en la Figura 1. Implica 2371 polígonos del IFN y suponen 230 657 ha. Se les ha calculado (Tabla 2) una producción de 529 UF ha⁻¹ año⁻¹, lo que implica una producción total anual de unas 122 000 000 UF.

Tabla 1. Correspondencia entre unidades fitosociológicas y especies o formaciones dominantes en el Mapa Forestal de España (MFE) (DGCN, 2001).

Unidad fitosociológica	Rótulos o nombres del MFE
<i>Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis</i>	Aliagar, <i>Genista scorpius</i> y combinaciones de esta especie con otras tales como <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Brachypodium retusum</i> , <i>Lavandula latifolia</i> , <i>Genista pumila</i> , <i>Salvia lavandulifolia</i> , <i>Juniperus</i> spp., etc.
<i>Rosmarino-Ericion multiflorae</i>	Romeral, <i>Rosmarinus officinalis</i> y combinaciones de esta especie con otras tales como <i>Genista scorpius</i> , <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Brachypodium retusum</i> , <i>Cistus</i> , etc.

Romerales

Están caracterizados por la alianza *Rosmarino-Ericion multiflorae* (Tabla 1), del orden *Rosmarinetales*, y se trata de matorrales calcícolas que, al igual que los “aliagares”, están presentes en toda la región aragonesa. Dominan en ellos (Tabla 3) el “romero” (*Rosmarinus officinalis*), “aulaga” (*Ulex parviflorus*), “laston” (*Brachypodium retusum*), “tomillo” (*Thymus vulgaris*), etc. Típica alianza térmica mediterránea, se diferencia de *Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis* en que no se encuentra en altitudes superiores a los 900-1000 m, por lo que en la Cordillera Ibérica está limitada a los niveles más bajos (Vigo, 1968). Su ubicación puede observarse en la Figura 1. Implica 619 polígonos del IFN y suponen 127 879 ha. Se les ha calculado (Tabla 3) una producción de 313 UF ha⁻¹ año⁻¹, lo que implica una producción total anual de unas 40 000 000 UF.

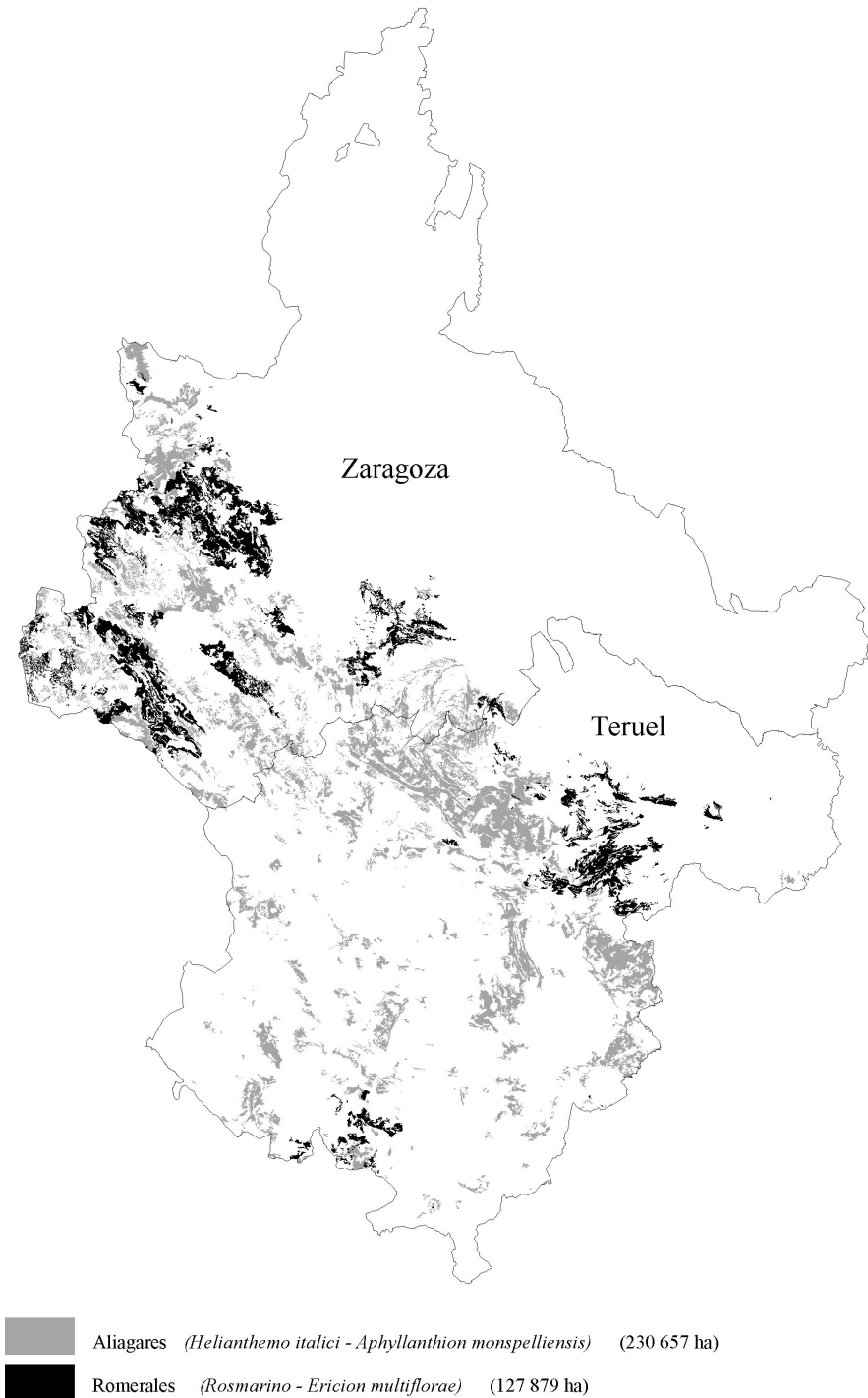


Figura 1. Cartografía de los “aliagares” y “romerales” en la Cordillera Ibérica de Aragón.

Tabla 2. Inventario-tipo y cálculo del valor pastoral de los pastos arbustivos de aliagar pertenecientes a la alianza *Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis* (●= especies características de la alianza; ×= especies características del orden *Rosmarinetales officinalis*; ○= especies características de la clase *Rosmarinetales officinalis*). Cs= Contribución específica en % de recubrimiento, Is= Índices específicos, I= invierno, P= primavera, V= verano, O= otoño, VP= valor pastoral, UF= unidades forrajeras.

HELIANTHEMO ITALICI- APHYLLANTHION MONSPELIENSES	Cs	Is				Cs x Is			
		I	P	V	O	I	P	V	O
× <i>Genista scorpius</i>	8,5	0	1	1	0	0	8,5	8,5	0
○ <i>Thymus vulgaris</i>	6,4	1	1	1	1	6,4	6,4	6,4	6,4
× <i>Lavandula latifolia</i>	4,7	1	1	1	1	4,7	4,7	4,7	4,7
<i>Genista pumila</i>	3,5	0	1	1	0	0	3,5	3,5	0
● <i>Salvia lavandulifolia</i>	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ononis fruticosa</i>	3,0	2	3	2	2	6	9,1	6	6
<i>Satureja montana</i>	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Satureja intricata</i> subsp. <i>gracilis</i>	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Koeleria vallesiana</i>	2,1	0	1	1	1	0	2,1	2,1	2,1
● <i>Lavandula angustifolia</i> subsp. <i>pyrenaica</i>	2,0	1	1	1	1	2	2	2	2
<i>Brachypodium retusum</i>	1,9	1	1	1	1	1,9	1,9	1,9	1,9
<i>Bassia postrata</i>	1,8	0	1	1	1	0	1,8	1,8	1,8
× <i>Lithodora fruticosa</i>	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex halleriana</i>	1,4	2	3	1	2	2,7	4,1	1,4	2,7
<i>Aster sedifolius</i>	1,3	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3	1,3
<i>Sideritis pungens</i> subsp. <i>pungens</i>	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex humilis</i>	1,2	2	3	1	2	2,3	3,5	1,2	2,3
<i>Erinacea anthyllis</i>	1,2	0	1	0	0	0	1,2	0	0
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	1,1	1	2	1	1	1,1	2,1	1,1	1,1
○ <i>Digitalis obscura</i>	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Dorycnium pentaphyllum</i> subsp. <i>pentaphyllum</i>	1,0	0	2	1	1	0	1,9	1	1
<i>Asphodelus cerasiferus</i>	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bupleurum frutescens</i>	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Festuca hystrix</i>	0,8	1	2	2	2	0,8	1,6	1,6	1,6
<i>Rosa pouzinii</i>	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	0,7	1	1	1	1	0,7	0,7	0,7	0,7
× <i>Helianthemum cinereum</i>	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juniperus communis</i>	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Linum suffruticosum</i> subsp. <i>appressum</i>	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago albicans</i>	0,7	1	1	0	1	0,7	0,7	0	0,7
● <i>Teucrium aragonense</i> subsp. <i>aragonense</i>	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Berberis hispanica</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Thymelaea pubescens</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Coronilla minima</i>	0,4	1	2	1	1	0,4	0,8	0,4	0,4
× <i>Euphorbia nicaeensis</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Helianthemum violaceum</i>	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla cinerea</i> subsp. <i>velutina</i>	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stipa offneri</i>	0,3	0	1	0	0	0	0,3	0	0
<i>Astragalus monspessulanus</i>	0,2	0	2	1	1	0	0,4	0,2	0,2
<i>Avena pratensis</i> subsp. <i>iberica</i>	0,2	0	3	2	3	0	0,6	0,4	0,6
× <i>Catananche caerulea</i>	0,2	0	1	0	0	0	0,2	0	0
<i>Melica ciliata</i>	0,2	0	1	1	1	0	0,2	0,2	0,2
<i>Onobrychis argentea</i>	0,2	1	3	2	2	0,2	0,6	0,4	0,4
<i>Stipa lagascae</i>	0,2	0	1	0	0	0	0,2	0	0
<i>Stipa pennata</i>	0,2	0	1	0	0	0	0,2	0	0
× <i>Teucrium capitatum</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras	1,8								
Suelo desnudo	30,0								
Σ (Cs.Is)						31,3	60,5	46,6	38,1
VP = 0,2 Σ (Cs.Is)						6,3	12,1	9,3	7,6
UF ha ⁻¹ = 15VP						94	181	140	114
UF ha ⁻¹ año ⁻¹ : 529									

Tabla 3. Inventario-tipo y cálculo del valor pastoral de los pastos arbustivos de romeral pertenecientes a la alianza *Rosmarino-Ericion multiflorae* (●= especies características de la alianza; ×= especies características del orden *Rosmarinetales officinalis*; ○= especies características de la clase *Rosmarinetales officinalis*). Cs= Contribución específica en % de recubrimiento, Is= Índices específicos, I= invierno, P= primavera, V= verano, O= otoño, VP= valor pastoral, UF= unidades forrajeras.

ROSMARINO-ERICION MULTIFLORAE	Cs	Is				Cs x Is			
		I	P	V	O	I	P	V	O
○ <i>Rosmarinus officinalis</i>	16,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ulex parviflorus</i>	16,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachypodium retusum</i>	8,4	1	1	1	1	8,4	8,4	8,4	8,4
○ <i>Thymus vulgaris</i>	6,5	1	1	1	1	6,5	6,5	6,5	6,5
● <i>Helianthemum marifolium</i> subsp. <i>molle</i>	4,0	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Cistus albidus</i>	3,2	1	2	0	1	3,2	6,3	0	3,2
○ <i>Bupleurum frutescens</i>	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Genista scorpius</i>	2,5	0	1	1	0	0	2,5	2,5	0
× <i>Fumana ericoides</i>	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Helianthemum cinereum</i>	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Lavandula latifolia</i>	1,7	1	1	1	1	1,7	1,7	1,7	1,7
<i>Scabiosa columbaria</i>	1,5	0	1	0	0	0	1,5	0	0
<i>Stipa offneri</i>	1,5	0	1	0	0	0	1,5	0	0
<i>Carex humilis</i>	1,3	2	3	1	2	2,5	3,8	1,3	2,5
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	1,3	0	0	0	1	0	0	0	1,3
○ <i>Helianthemum violaceum</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
● <i>Linum suffruticosum</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Anthyllis vulneraria</i>	0,2	0	3	0	1	0	0,6	0	0,2
<i>Avenula pratensis</i> subsp. <i>iberica</i>	0,2	0	3	2	3	0	0,6	0,4	0,6
<i>Carex halleriana</i>	0,2	2	3	1	2	0,4	0,6	0,2	0,4
<i>Crepis albida</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Digitalis obscura</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Euphorbia nicaeensis</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Lithodora fruticosa</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Onobrychis saxatilis</i>	0,2	1	3	2	2	0,2	0,6	0,4	0,4
× <i>Orobanche latisquama</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla neumanniana</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
● <i>Teucrium polium</i> subsp. <i>capitatum</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo desnudo	26,3								
Σ (Cs.Is)						22,9	34,7	21,4	25,2
VP = 0,2 Σ (Cs.Is)						4,6	6,9	4,3	5,0
UF ha ⁻¹ = 15VP						69	104	64	76
UF ha ⁻¹ año ⁻¹ : 313									

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMELLA, A.; FERRER-BENIMELI, C., 1979. *Utilización de un método fitológico en la determinación del valor nutritivo de pastos*. Trabajos del I.E.P.G.E., 37. CSIC-Universidad de Zaragoza, 10 pp. Zaragoza (España).

ASCASO, J.; FERRER-BENIMELI, C.; MAESTRO, M., 1996. Valoración estacional y anual de los recursos pastables en el Maestrazgo de Castellón. En: *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 161-166.

BARRERA, I., 1985. *Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la sierra de Albarracín*. Tesis doctoral. Dpto. de Botánica. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid, 499 pp. Madrid (España).

DAGET, P.; POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages*, **49**, 31-39.

DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 1996. *II Inventario Forestal Nacional 1986-1995. Aragón*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid (España).

DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 2001. *Mapa forestal de España (versión digital)*. Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid (España).

FERRER-PLOU, J., 1993. *Flora y vegetación de las sierras de Herrera, Cucalón y Fonfría*. Naturaleza en Aragón nº 4. Ed. Gobierno de Aragón, 333 pp. Zaragoza (España).

MATEO, G., 1990. *Catálogo florístico de la provincia de Teruel*. Ed Instituto de Estudios Turolenses, 548 pp. Teruel (España).

RIVAS-GODAY, S.; BORJA, J., 1961. *Estudio de la vegetación y flórula del macizo de Gúdar y Javalambre*. Anales del Instituto Botánico A. J. Cavanilles. Tomo XIX. Ed. C.S.I.C., 550 pp. Madrid (España).

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, **15 (1) y (2)**, 5-922.

VIGO, J., 1968. *La vegetació del massís de Penyagolosa*. Arxius de la secció de ciències XXXVII. Ed. Institut d'estudis catalans, 247 pp. Barcelona (España).

PASTOS ARBUSTIVOS DE ERIZAL Y DE JARAL EN LA CORDILLERA IBÉRICA DE ARAGÓN. TIPIFICACIÓN, CARTOGRAFÍA Y VALORACIÓN

R. REINÉ, O. BARRANTES, A. BROCA, S. GONZALO, J. ASCASO Y C. FERRER.

Dpto. Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza.
Miguel Servet, 177. E-50013 Zaragoza (España).

RESUMEN

Este trabajo se enmarca en el Proyecto “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles” (INIA-CCAA OTOO-037-C17), aportándose resultados a partir de unidades fitocenológicas y cartográficas, el II Inventario Forestal Nacional (DGCN, 1996) y las especies dominantes del Mapa Forestal de España (DGCN, 2001). Se establecen inventarios-tipo que permiten la valoración de los pastos. Se tipifican los “erizales” como pastos arbustivos de *Xeroacantho-Erinaceion* o de *Sideritido incanae-Salvion lavandulifoliae* y los “jarales” como *Cistion laurifolii*. Se han cartografiado 109 266 ha de erizales, con un valor de 454 UF ha⁻¹ año⁻¹ como media, y 5480 ha de jarales, con un valor de 638 UF ha⁻¹ año⁻¹: la producción total anual es de unas 49 600 000 y 3 500 000 UF respectivamente.

Palabras clave: fitocenosis, inventarios-tipo, Valor Pastoral (VP), Unidades Forrajeras (UF).

SHRUB PASTURES (“HEDGEHOG BROOM TYPE” AND “ROCK-ROSE TYPE”) IN THE IBERIAN MOUNTAIN RANGE OF ARAGON (SPAIN). CHARACTERIZATION, CARTOGRAPHY AND EVALUATION

SUMMARY

This work is settled in the context of the Project “Characterization, Cartography and Evaluation of Spanish pastures” (INIA-CCAA OTOO-037-C17). Results of the characterization, cartography and evaluation by means of the phytocenologic and cartographic units established by authors, the II National Forestry Inventory (DGCN, 1996) and the Forestry Map of Spain (DGCN, 2001) are presented. Considering the dominant species provided by the last mentioned work and the phytosociological characterizations, type-inventories are established, which allow an estimation of the pasture production. In this work the “hedgehog broom type” have been typified as shrub pastures of *Xeroacantho-Erinaceion* or *Sideritido incanae-Salvion lavandulifoliae* and the “rock-rose type” as shrub pastures of *Cistion laurifolii*. There have been cartographed 109 266 ha and 5480 ha respectively. They have been evaluated in 454 y 638 FU ha⁻¹ year⁻¹ respectively, meaning a total annual production of about 49 600 000 and 3 500 000 FU respectively.

Key words: phytosociologic units, type-inventories, Pastoral Value (PV), Forage Units (FU).

INTRODUCCIÓN

En el Proyecto “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles” (INIA-CCAA), se presentan varios problemas en el caso de los pastos arbustivos. En el II Inventario Forestal Nacional (IFN) (DGCN, 1996), en la capa de “Usos” (“Forestal desarbolado”), el código “M” (matorral) se ha identificado a pastos arbustivos, pero no hay información sobre especies. Para tipificar estos polígonos “M” es necesario recurrir a la superposición del Mapa Forestal de España (MFE) (DGCN, 2001) donde sí se informa sobre especies arbustivas dominantes. Así se resuelve el problema de la Tipificación y Cartografía. Pero, en este tipo de pastos donde el ganado, además de consumir herbáceas, ramonea flores, frutos, hojas, ramón, rebrotes, etc. de especies arbustivas, no se puede utilizar para su valoración el sistema convencional de los pastos herbáceos: siega-pesada-análisis químico. Por ello se ha recurrido al método sintético del Valor Pastoral (VP). Pero, a su vez, para aplicar esta metodología es preciso partir de un inventario con las especies más abundantes y su contribución específica porcentual (Cs) al pasto. Por ello es necesario asociar las especies dominantes proporcionadas por el MFE a fitocenosis que nos permitan establecer inventarios-tipo. Esto es lo que se hace en este trabajo para el estudio de los “erizales” y “jarales” en la Cordillera Ibérica de Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

A las unidades de pastos arbustivos y pastizales obtenidas a partir del IFN, se les ha superpuesto la base de datos del MFE a escala 1:200 000 (DGCN, 2001) en versión digital, donde aparecen especies dominantes: “rótulo_x” (x= 1 a 4) y, en su caso, “nombre”. Para desagregar los pastos arbustivos se ha trabajado simultáneamente con información bibliográfica de carácter fitosociológico, especialmente las publicaciones de Rivas-Goday y Borja (1961), Vigo (1968), Barrera (1985), Mateo (1990), Ferrer-Plou (1993) y Pitarch (2002), actualizándola con la de Rivas-Martínez *et al.* (2002), y con la información proporcionada por el MFE. De este modo se han seleccionado las unidades fitosociológicas más relevantes que pudieran tener una fácil identificación a partir de las especies dominantes del MFE, estableciéndose para cada una de dichas unidades un inventario-tipo, y calculando el valor pastoral (VP) según la metodología de Daget y Poissonet (1972) y su desarrollo (Amella y Ferrer-Benimeli, 1979; Ascaso *et al.*, 1996). En los inventarios-tipo se ha prescindido de las especies con mera presencia (+). La frecuencia específica (Fs) de cada especie se ha calculado según la siguiente equivalencia de los índices de abundancia-dominancia: 1=2,5%, 2=15%, 3=37,5%, 4=62,5% y 5=87,5%. Puesto que la suma de porcentajes de Fs no suele ser 100%, posteriormente se ha calculado la contribución específica (Cs) para llevar los datos a 100%: $Cs=Fs (100-\% \text{ Suelo desnudo})/\Sigma Fs$. Se calcula $UF \text{ ha}^{-1} \text{ estación}^{-1}=15VP$ (el valor 15 se aplica en estas circunstancias ecológicas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Erizales

Están caracterizados por la subalianza *Xeroacantho-Erinaceion* o por la alianza *Sideritido incanae-Salvion lavandulifoliae* (Tabla 1), de la clase *Rosmarinetea*, dominando en ambas “erizos” o “cojines” (*Erinacea anthyllis*). La primera (Tabla 2) comprende la vegetación típica de las crestas de las altas montañas mediterráneas, donde el viento, la

sequía cárstica y la falta de protección de la nieve sólo permiten la existencia de matorrales más o menos densos, entre los que abundan los caméfitos espinosos con formas compactas almohadilladas; está muy presente en las Sierras de Gudar y Javalambre (Rivas Goday y Borja, 1961; Vigo, 1968). La segunda (Tabla 3) corresponde a matorrales de estructura abierta formados principalmente por caméfitos acompañados de algún hemicriptófito y nanofanerófito que se desarrollan en los pisos bioclimáticos meso-supramediterráneos y bajo ombroclima de seco a subhúmedo (Pitarch, 2002), sobre suelos secos, ricos en bases, esqueléticos e inmaduros, generalmente originados a partir de calizas, dolomías y margas mesozoicas; alcanzan gran extensión como consecuencia de la degradación de los bosques climáticos y sus orlas; en situaciones subrupícolas, saxícolas y crestas venteadas pueden actuar como comunidades permanentes. Su ubicación puede observarse en la Figura 1. Implica 373 polígonos del IFN y suponen 109 266 ha. Se les ha calculado (Tablas 2 y 3) una producción media de 454 UF ha⁻¹ año⁻¹, lo que implica una producción total anual de unas 49 600 000 UF.

Tabla 1. Correspondencia entre unidades fitosociológicas y especies o formaciones dominantes en el Mapa Forestal de España (MFE) (DGCN, 2001).

Unidad fitosociológica	Rótulos o nombres del MFE
<i>Xeroacantho-Erinacenion</i> y <i>Sideritido incanae-Salvion lavandulifoliae</i>	Erizal, <i>Erinacea anthyllis</i> y combinaciones de esta especie con otras tales como <i>Thymus vulgaris</i> , <i>Genista scorpius</i> , <i>Salvia lavandulifolia</i> , <i>Genista pumila</i> , <i>Brachypodium retusum</i> , etc.
<i>Cistion laurifolii</i>	<i>Cistus laurifolius</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Halimium viscosum</i> , <i>Juniperus</i> spp., etc.

Jarales

Caracterizados por la alianza *Cistion laurifolii* (Tabla 1), de la clase *Cisto-Lavanduletea*, son matorrales seriales mediterráneos sobre sustrato silíceo (cuarcitas y pizarras paleozoicas), a partir de la degradación de formaciones de *Pinus pinaster* (Rivas-Goday y Borja, 1961). Dominan (Tabla 4) la “estepa” (*Cistus laurifolius*), “brezo” (*Erica scoparia*), “brecina” (*Calluna vulgaris*), “cantueso” (*Lavandula stoechas*), etc. Su ubicación puede observarse en la Figura 1. Implica 53 polígonos del IFN y suponen 5480 ha. Se les ha calculado un valor de 638 UF ha⁻¹ año⁻¹, lo que implica una producción total anual de unas 3 500 000 UF.



Figura 1. Cartografía de los “erizales” y “jarales” en la Cordillera Ibérica de Aragón.

Tabla 2: Inventario-tipo y cálculo del valor pastoral de los pastos arbustivos de erizal pertenecientes a la alianza *Xeroacantho-Erinaceion*

(●= especies características de la alianza; ×= especies características del orden *Erinaceetalia anthyllidis*; ○= especies características de la clase *Rosmarinetea officinalis*). Cs= Contribución específica en % de recubrimiento, Is= Índices específicos, I= invierno, P= primavera, V= verano, O= otoño, VP= valor pastoral, UF= unidades forrajeras.

XEROACANTHO-ERINACEION	Cs	Is				Cs x Is			
		I	P	V	O	I	P	V	O
× <i>Erinacea anthyllis</i>	21,6	0	1	0	0	0	22	0	0
<i>Festuca hystrix</i>	7,9	1	2	2	2	7,9	16	16	16
<i>Potentilla cinerea</i> subsp. <i>velutina</i>	7,7	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Thymus vulgaris</i>	4,4	1	1	1	1	4,4	4,4	4,4	4,4
<i>Thymus serpyllum</i> subsp. <i>leptophyllum</i>	4,1	1	1	1	1	4,1	4,1	4,1	4,1
<i>Koeleria vallesiana</i>	3,8	0	1	1	1	0	3,8	3,8	3,8
<i>Carex humilis</i>	3,1	2	3	1	2	6,2	9,3	3,1	6,2
<i>Genista scorpius</i>	2,6	0	1	1	0	0	2,6	2,6	0
<i>Salvia lavandulifolia</i> subsp. <i>lavandulifolia</i>	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Genista lobelii</i>	1,6	0	1	1	0	0	1,6	1,6	0
<i>Erodium foetidum</i> subsp. <i>cheilanthifolium</i>	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Satureja montana</i>	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
● <i>Astragalus sempervirens</i>	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachypodium retusum</i>	1,2	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>Lavandula latifolia</i>	1,2	1	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2
<i>Melica ciliata</i> subsp. <i>ciliata</i>	1,1	0	1	1	1	0	1,1	1,1	1,1
○ <i>Astragalus granatensis</i> subsp. <i>granatensis</i>	1,1	0	2	1	1	0	2,1	1,1	1,1
<i>Fumana procumbens</i>	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Genista hispanica</i>	0,8	0	1	1	0	0	0,8	0,8	0
<i>Juniperus communis</i>	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	0,6	1	2	1	1	0,6	1,2	0,6	0,6
<i>Helianthemum marifolium</i>	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Avenula bromoides</i>	0,4	0	2	1	2	0	0,7	0,4	0,7
○ <i>Bupleurum frutescens</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juniperus sabina</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prunus postrata</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Teucrium chamaedrys</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>capitatum</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Avenula pratensis</i> subsp. <i>iberica</i>	0,3	0	3	2	3	0	0,9	0,6	0,9
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0,3
<i>Thymus loscosii</i>	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbia nicaeensis</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Digitalis obscura</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
● <i>Erysimum mediohispanicum</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globularia vulgaris</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia kapela</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras	1,3								
Suelo desnudo	23,0								
Σ (Cs.Is)						26	72	42	41
VP = 0,2 Σ (Cs.Is)						5,1	14	8,5	8,3
UF ha ⁻¹ = 15VP						77	217	127	124
UF ha ⁻¹ año ⁻¹ : 546									

Tabla 3: Inventario-tipo y cálculo del valor pastoral de los pastos arbustivos de erizal pertenecientes a la alianza *Sideritido incanae-Salvion lavandulifoliae* (●= especies características de la alianza; ×= especies características del orden *Rosmarinetales officinalis*; ○= especies características de la clase *Rosmarinetea officinalis*). Cs= Contribución específica en % de recubrimiento, Is= Índices específicos, I= invierno, P= primavera, V= verano, O= otoño, VP= valor pastoral, UF= unidades forrajeras.

SIDERITIDO INCANAE-SALVION LAVANDULIFOLIAE	Cs	Is				Cs x Is			
		I	P	V	O	I	P	V	O
<i>Erinacea anthyllis</i>	9,2	0	1	0	0	0	9,2	0	0
<i>Potentilla cinerea</i> subsp. <i>velutina</i>	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thymus leptophyllus</i> subsp. <i>pau</i>	3,5	1	1	1	1	3,5	3,5	3,5	3,5
● <i>Salvia lavandulifolia</i>	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachypodium retusum</i>	3,2	1	1	1	1	3,2	3,2	3,2	3,2
<i>Fumana procumbens</i>	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0
● <i>Lavandula angustifolia</i>	2,5	1	1	1	1	2,5	2,5	2,5	2,5
○ <i>Thymus vulgaris</i>	2,5	1	1	1	1	2,5	2,5	2,5	2,5
<i>Stipa pennata</i>	2,5	0	1	0	0	0	2,5	0	0
× <i>Helianthemum apeninum</i>	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0
● <i>Genista pumila</i> subsp. <i>rigidissima</i>	2,0	0	1	1	0	0	2	2	0
● <i>Sideritis pungens</i>	2,0	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Genista scorpius</i>	1,9	0	1	1	0	0	1,9	1,9	0
<i>Helianthemum marifolium</i> subsp. <i>marifolium</i>	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Festuca gautieri</i>	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Helianthemum cinereum</i> subsp. <i>rotundifolium</i>	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Koeleria vallesiana</i>	1,5	0	1	1	1	0	1,5	1,5	1,5
○ <i>Rosmarinus officinalis</i>	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Satureja montana</i>	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Avenula bromoides</i>	1,3	0	2	1	2	0	2,7	1,3	2,7
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>expassum</i>	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Globularia vulgaris</i> subsp. <i>valentina</i>	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Teucrium chamaedrys</i> subsp. <i>pinnatifidum</i>	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex humilis</i>	1,2	2	3	1	2	2,5	3,7	1,2	2,5
× <i>Lavandula latifolia</i>	1,1	1	1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1
○ <i>Coronilla minima</i>	1,0	1	2	1	1	1	2,1	1	1
× <i>Lithodora fruticosa</i>	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helichrysum stoechas</i>	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carduncellus monspeliensis</i>	0,9	0	1	0	0	0	0,9	0	0
<i>Argyrolobium zanonii</i>	0,8	1	2	1	1	0,8	1,6	0,8	0,8
<i>Asperula aristata</i>	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helianthemum canum</i>	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Dorycnium pentaphyllum</i> subsp. <i>pentaphyllum</i>	0,7	0	2	1	1	0	1,5	0,7	0,7
<i>Festuca hystrix</i>	0,7	1	2	2	2	0,7	1,4	1,4	1,4
<i>Sideritis hirsuta</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leuzea conifera</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Teucrium capitatum</i> subsp. <i>capitatum</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus incanus</i>	0,5	0	2	1	1	0	1,1	0,5	0,5
<i>Anthyllis montana</i>	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5
● <i>Sideritis spinulosa</i>	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dianthus pungens</i> subsp. <i>brachyanthus</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex halleriana</i>	0,4	2	3	1	2	0,8	1,2	0,4	0,8
× <i>Centaurea pinnata</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Euphorbia flavicoma</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Fumana ericoides</i> subsp. <i>montana</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
● <i>Linum suffruticosum</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla neumanniana</i>	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erysimum mediohispanicum</i>	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
× <i>Helianthemum hirtum</i>	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Avenula pratensis</i> subsp. <i>iberica</i>	0,2	0	3	2	3	0	0,7	0,5	0,7
<i>Dianthus broteri</i> subsp. <i>valentinus</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Digitalis obscura</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Inula montana</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	0,2	1	2	1	1	0,2	0,4	0,2	0,2
<i>Serratula nudicaulis</i>	0,2	0	1	0	0	0	0,2	0	0
Otras	2,8								
Suelo desnudo	23,9								
Σ (Cs.Is)						19,3	47,8	26,9	26,2
VP = 0,2 Σ (Cs.Is)						3,9	9,6	5,4	5,2
UF ha ⁻¹ = 15VP						58	143	81	79
UF ha ⁻¹ año ⁻¹ : 361									

Tabla 4: Inventario-tipo y cálculo del valor pastoral de los pastos arbustivos de jaral pertenecientes a la alianza *Cistion laurifolii*

(●= especies características de la alianza; ×= especies características del orden *Lavanduletales stoechadis*; ○= especies características de la clase *Cisto-Lavanduletea*).

Cs= Contribución específica en % de recubrimiento, Is= Índices específicos,

I= invierno, P= primavera, V= verano, O= otoño,

VP= valor pastoral, UF= unidades forrajeras.

CISTION LAURIFOLII	Cs	Is				Cs x Is			
		I	P	V	O	I	P	V	O
● <i>Cistus laurifolius</i>	37,2	1	2	0	1	37,2	74,4	0	37,2
<i>Erica scoparia</i>	12,3	1	0	1	0	12	0	12	0
○ <i>Calluna vulgaris</i>	11,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinus pinaster</i>	8,9	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>pedunculata</i>	6,0	1	1	1	1	6	6	6	6
● <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	3,0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla cinerea</i>	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thymus zygis</i>	1,5	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Juniperus communis</i>	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geum sylvaticum</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thymus bracteatus</i>	0,6	1	1	1	1	0,6	0,6	0,6	0,6
<i>Arenaria montana</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
○ <i>Cistus salviifolius</i>	0,4	1	2	0	1	0,4	0,9	0	0,4
<i>Crataegus monogyna</i>	0,4	0	1	1	0	0	0,4	0,4	0
<i>Halimium umbellatum</i> subsp. <i>viscosum</i>	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thymus vulgaris</i>	0,4	1	1	1	1	0,4	0,4	0,4	0,4
× <i>Cistus populifolius</i>	0,2	1	2	0	1	0,2	0,4	0	0,2
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> subsp. <i>pentaphyllum</i>	0,2	0	2	1	1	0	0,4	0,2	0,2
<i>Erica arborea</i>	0,2	1	0	1	0	0,2	0	0,2	0
<i>Eryngium campestre</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Genista scorpius</i>	0,2	0	1	1	0	0	0,2	0,2	0
<i>Ononis spinosa</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quercus coccifera</i>	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Suelo desnudo	12,0								
	Σ (Cs.Is)					58,9	85,2	21,9	46,6
	VP = 0,2 Σ (Cs.Is)					11,8	17,0	4,4	9,3
	UF ha ⁻¹ = 15VP					177	256	65,7	140
	UF ha ⁻¹ año ⁻¹ : 638								

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMELLA, A.; FERRER-BENIMELI, C., 1979. *Utilización de un método fitológico en la determinación del valor nutritivo de pastos*. Trabajos del I.E.P.G.E., 37. CSIC-Universidad de Zaragoza, 10 pp. Zaragoza (España).

ASCASO, J.; FERRER-BENIMELI, C.; MAESTRO, M., 1996. Valoración estacional y anual de los recursos pastables en el Maestrazgo de Castellón. En: *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 161-166.

BARRERA, I., 1985. *Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la sierra de Albarracín*. Tesis doctoral. Dpto. de Botánica. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid, 499 pp. Madrid (España).

DAGET, P.; POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages*, **49**, 31-39.

DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 1996. *II Inventario Forestal Nacional 1986-1995. Aragón*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 2001. *Mapa forestal de España (versión digital)*. Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid (España).

FERRER-PLOU, J., 1993. *Flora y vegetación de las sierras de Herrera, Cucalón y Fonfría*. Naturaleza en Aragón nº 4. Ed. Gobierno de Aragón, 333 pp. Zaragoza (España).

MATEO, G., 1990. *Catálogo florístico de la provincia de Teruel*. Ed Instituto de Estudios Turolenses, 548 pp. Teruel (España).

PITARCH, R., 2002. *Estudio de la flora y vegetación de las sierras orientales del Sistema Ibérico: La Palomita, Las Dehesas, El Rayo y Mayabona (Teruel)*. Ed. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 537 pp. Zaragoza (España).

RIVAS-GODAY, S.; BORJA, J., 1961. *Estudio de la vegetación y flórula del macizo de Gúdar y Javalambre*. Anales del Instituto Botánico A. J. Cavanilles. Tomo XIX. Ed. C.S.I.C., 550 pp. Madrid (España).

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, **15** (1) y (2), 5-922.

VIGO, J., 1968. *La vegetació del massís de Penyagolosa*. Arxius de la secció de ciències XXXVII. Ed. Institut d'estudis catalans, 247 pp. Barcelona (España).

TIPIFICACIÓN DE LOS PASTOS DE MONTE EN ARAGÓN

O. BARRANTES, R. REINÉ, A. BROCA, S. GONZALO, J. ASCASO Y C. FERRER.

Dpto. Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza.
Miguel Servet, 177. E-50013 Zaragoza (España).

RESUMEN

Se presentan los resultados que el grupo de investigación de Aragón ha obtenido con respecto a la tipificación de los pastos de superficies no agrícolas, es decir, de monte, en Aragón. Todo ello, en el ámbito del Proyecto (INIA-CCAA OTOO-037-C17) sobre “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles” (SEEP). Se han determinado 47 unidades: 16 corresponden a pastos con arbolado denso; 11 a pastos con arbolado ralo; 15 a pastos arbustivos; una a pastos herbáceo-arbustivos y cuatro a pastos herbáceos.

Palabras clave: pastos con arbolado denso, pastos con arbolado ralo, pastos arbustivos, pastos herbáceos.

NATURAL PASTURES CHARACTERISATION IN ARAGON (SPAIN)

SUMMARY

The results obtained by the Aragon Research Group were presented, concerning the characterization of the natural pastures, unmechanizable areas, in Aragon. All of this results are included in the INIA-CCAA Project “Characterization, Cartography and Evaluation of Spanish pastures”. Forty-seven units were determined: 16 of them corresponded to grazed forests; 11 of them, to open grazed forests; 15 of them, to grazed shrublands; one to grasslands-shrublands pastures, and four of them, to grasslands.

Key words: grazed forests, open grazed forests, grazed shrublands, grasslands.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito del Proyecto INIA-CCAA sobre “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles”, y de acuerdo con el protocolo sobre “Cartografía” (acta de la Reunión de 9 de marzo de 2001), el 2º nivel corresponde a una tipificación fisiognómica de los pastos naturales de las superficies de monte: pastos con arbolado denso, pastos con arbolado ralo, pastos arbustivos, pastos herbáceo-arbustivos y pastos herbáceos. El 3º Nivel implica ya una tipificación fitocenológica, que, en el caso de Aragón, presentamos en esta comunicación, si bien por razones de espacio, debemos obviar la expresión cartográfica.

La necesidad, en Cartografía, de poner límites a las unidades de vegetación, introduce sin duda simplificaciones de una realidad mucho más compleja pero tiene la ventaja de resaltar los rasgos más significativos. Por otro lado, y en función de la escala a la que se trabaja, los *niveles de complejidad* (Carreras *et al.*, 1990) son diversos. En nuestro caso (escala de trabajo 1:250 000), pocas veces podemos delimitar *unidades casi simples*, con dominancia *casi* absoluta de una sola comunidad. Por ello, representamos *subcomplejos* (conjuntos de comunidades de un mismo complejo de teselas), *mosaicos* (conjunto de dos o tres comunidades sin relaciones dinámicas entre ellas pero indivisibles a la escala del mapa) o *hipermosaicos* (conjuntos muy heterogéneos de comunidades debidos a yuxtaposición de ecotonos, a diversificación derivada de la actividad antrópica, etc.).

METODOLOGÍA

Como cartografía básica se ha empleado el II Inventario Forestal Nacional (IFN) a escala 1:250 000 (Base de datos de la Naturaleza de la DGCN, 1996). Además de la capa de “Usos”, se ha trabajado con la capa de información “Código” del IFN. La interpretación de la leyenda de los polígonos se ha realizado a partir de: IFN (DGCN, 1996); Mapas de Cultivos y Aprovechamientos (MAPA, varios años); Montserrat, 1966; Rivas Martínez, 1987; Cartografía del Inventario Nacional de Hábitat (Directiva 92/43/CEE).

En el caso de los **pastos con arbolado** (denso y ralo) se han agrupado los polígonos en función de la especie arbórea dominante. En algunos casos, correspondientes a especies susceptibles de repoblación (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*), se han diferenciado masas puras de masas mixtas. En el caso de los quejigales del Pirineo, la especie dominante (“QL”, *Quercus faginea*) incluye varias especies de *Quercus* y sus hibridaciones.

Los **pastos arbustivos** se han obtenido con los polígonos “M” (matorral) y “P/M” (pastizal matorral). Los **pastos herbáceos** se han cartografiado con los polígonos “P” (pastizal) y “PT” (pastos de alta montaña), corregidos estos últimos a los situados por encima de 1500-1600 m. A las unidades de pastos arbustivos y pastizales obtenidas a partir del IFN se les ha superpuesto la base de datos del Mapa Forestal Español (MFE) a escala 1:200 000 (DGCN, 2001) en versión digital, donde aparecen especies dominantes: “rótulo_x” (x= 1 a 4) y, en su caso, “nombre”. De este modo se han seleccionado las unidades fitosociológicas más relevantes (Rivas-Martínez *et al.*, 2002), que pudieran tener una fácil identificación a partir de las especies dominantes del MFE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos pueden observarse en las Tablas 1, 2, 3 y 4. Se han tipificado y cartografiado 47 unidades de pastos de monte: 27 corresponden a pastos con arbolado denso (987 124 ha); 11 a pastos con arbolado ralo (313 410 ha); 15 a pastos arbustivos (1 009 790 ha); una a pastos herbáceo-arbustivos (20 632 ha); y cuatro a pastos herbáceos (148 297 ha). Todo ello totaliza 2 458 621 ha.

Tabla 1. Pastos con arbolado denso

Denominación	Ubicación	Superficie (ha)
1. Bosques de <i>Pinus uncinata</i>	Altos valles del Pirineo	14 314
2. Bosques de <i>Abies alba</i>	Altos valles del Pirineo y Prepirineo	2 893
3. Bosques de <i>Fagus sylvatica</i>	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	9 608
4. Bosques de <i>Betula pendula</i>	Altos valles del Pirineo	1 527
5. Bosques de quejigos	Altos valles del Pirineo, Prepirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	64 042
6. Bosques de <i>Quercus ilex</i>	Altos valles del Pirineo, Prepirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	129 499
7. Bosques de <i>Quercus pyrenaica</i>	Sistema Ibérico	1 725
8. Bosques de <i>Juniperus thurifera</i>	Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	38 868
9. Bosques de <i>Juniperus phoenicia</i>	Sistema Ibérico	1 929
10. Bosques de ribera		6 705
11. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus sylvestris</i> con masas puras	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	255 866
12. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus sylvestris</i> con masas mixtas	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	73 256
13. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus nigra</i> con masas puras	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	124 986
14. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus nigra</i> con masas mixtas	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	23 667
15. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus pinaster</i>	Sistema Ibérico	42 468
16. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus halepensis</i>	Prepirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	195 771
	Total	987 124

Tabla 2. Pastos con arbolado ralo

Denominación	Ubicación	Superficie (ha)
17. Bosques de <i>Pinus uncinata</i>	Altos valles del Pirineo	1 269
18. Bosques de quejigos	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	50 325
19. Bosques de <i>Quercus ilex</i>	Prepirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	91 081
20. Bosques de <i>Quercus pyrenaica</i>	Sistema Ibérico	713
21. Bosques de <i>Juniperus thurifera</i>	Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	30 666
22. Bosques de <i>Juniperus phoenicia</i>	Sistema Ibérico	2 113
23. Bosques de ribera		5 717
24. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus sylvestris</i>	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	44 215
25. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus nigra</i>	Altos valles del Pirineo, Prepirineo y Sistema Ibérico	17 047
26. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus pinaster</i>	Sistema Ibérico	2 774
27. Bosques y repoblaciones forestales de <i>Pinus halepensis</i>	Prepirineo, Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	67 490
	Total	313 410

Tabla 3. Pastos arbustivos

Denominación	Ubicación	Superficie (ha)
28. Enebrales rastreros de alta montaña	Altos valles del Pirineo y Sistema Ibérico	2 679
29. Erizonales de alta montaña	Altos valles del Pirineo	21 293
30. Matorral de rododendros y arándanos	Altos valles del Pirineo	259
31. Matorrales espinosos con boj	Prepirineo	5 851
32. Erizonales	Prepirineo	36 169
33. Mosaico de romerales y aliagares prepirenaicos	Prepirineo	61 475
34. Coscojares	Prepirineo y Depresión del Ebro	92 015
35. Lasto-timo-aliagares	Depresión del Ebro	193 230
36. Pastos halófilos	Depresión del Ebro	6 405
37. Pastos gipsófilos	Depresión del Ebro y Sistema Ibérico	94 108
38. Mosaico de coscojares y espinares ibéricos	Sistema Ibérico	23 024
39. Aliagares ibéricos	Sistema Ibérico	230 657
40. Romerales ibéricos	Sistema Ibérico	127 879
41. Erizales	Sistema Ibérico	109 266
42. Jarales	Sistema Ibérico	5 480
	Total	1 009 790

Tabla 4. Pastos herbáceo-arbustivos y herbáceos

Denominación	Ubicación	Superficie (ha)
Pastos Herbáceo-Arbustivos		
43. Mosaico de albardinales y sisallares	Depresión del Ebro	20 632
Pastos Herbáceos		
44. Hipermosaico de pastos de puerto pirenaicos	Altos valles del Pirineo	89 142
45. Hipermosaico de pastos de puerto ibéricos	Sistema Ibérico	9 015
46. Mosaico de pastizales prepirenaicos	Prepirineo	14 142
47. Mosaico de pastizales ibéricos	Sistema Ibérico	15 366
	Total	148 297

Por razones de espacio, sólo deseamos resaltar ahora la siguiente matización. Las unidades “de *Quercus ilex*”, así como los “pastos arbustivos y pastizales de la Depresión del Ebro” están a nuestro parecer subrepresentadas. Estas fitocenosis suelen ocupar cambios de pendiente en el relieve tabular de las zonas agrícolas, así como laderas de la red hidrográfica tratándose, por tanto, de manchas lineales que no han sido reflejadas en la cartografía de partida (IFN). Sin embargo, estas superficies tienen mucha importancia en el pastoreo de ovino de la Depresión del Ebro que, junto con los barbechos y rastrojos, constituyen el principal recurso pastable de las explotaciones agrarias de esta zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; MASALLES, R.M.; NINOT, J.M.; VIGO, J., 1990. À propos de la "Carte de végétation des Pyrénées IV. Vallées de Barravés et de Castanesa (Haute Ribagorça)". Quelques réflexions générales sur la cartographie de la végétation. *Monogr. Inst. Pir. Ecol.*, **5**, 609-615.

DIRECTIVA 92/43/CEE. *Cartografía del inventario nacional de hábitat*.

DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 1996. *Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1995. Aragón*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

DGCN (Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 2001. *Mapa forestal de España (versión digital)*. Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid (España).

MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), varios años. *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos*. E.1:50 000. Servicio de Publicaciones del Ministerio.

MONTSERRAT, P., 1966. Vegetación de la Cuenca del Ebro. *P. Cent. Pir. Biol. Exp.*, **1 (5)**, 1-22.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.C.O.N.A, 268 pp. Madrid.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, T.; LOUSA, M.; PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, **15**, 5-922.

TIPIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS PASCÍCOLAS DE LA ISLA DE MALLORCA: PASTOS DE EXPLOTACIÓN EXTENSIVA

J. GULÍAS¹, M. MUS², J. RAMON³, M. RUIZ³ Y J. CIFRE¹.

¹ Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola, Universitat de les Illes Balears, Cra. Valldemossa km 7.5 07122 Palma de Mallorca. ² Grup de Recerca en Biologia de les Plantes en Condicions Mediterrànies, Universitat de les Illes Balears, Cra. Valldemossa km 7.5 07122 Palma de Mallorca. ³ Servei de Sistemes d'Informació Geogràfica i Teledetecció. Universitat de les Illes Balears. Cra. Valldemossa km 7.5, 07122 Palma de Mallorca

RESUMEN

En la isla de Mallorca, aproximadamente el 38% de la superficie se ha catalogado como no cultivada. Una parte de este terreno ha sido utilizado históricamente para pastoreo. En este trabajo se han caracterizado los recursos pascícolas de explotación extensiva de Mallorca. Para este fin se ha utilizado como base el II Inventario Forestal Nacional, completado con el mapa de la "Directiva Hábitats" y, en algunos casos, con fotografías aéreas. Los "tipos de vegetación" fueron agrupados en las 4 principales categorías establecidas para este tipo de pastos en el "Nomenclator básico de Pastos en España". Así, el 53% de los pastos de explotación extensiva de Mallorca son pastos con arbolado denso, principalmente zonas en las que el estrato arbóreo está dominado por *Pinus halepensis*. Los pastos con arbolado ralo suponen el 14% de estas zonas, los pastos arbustivos el 21% y los pastos herbáceos el 12%. Los pastos de estas tres áreas están dominadas por proporciones diferentes de *P. halepensis*, especies arbustivas típicas de *garriga* y gramíneas como *Dactylis glomerata*, *Brachypodium retusum* o *Ampelodesmos mauritanica*. Es destacable el bajo interés pascícola de las áreas de pastos con arbolado denso, que suponen algo más de la mitad de los pastos de explotación extensiva de Mallorca.

Palabras Clave: *Ampelodesmos mauritanica*, Islas Baleares, Pastos arbustivos, Pastos mediterráneos, Pastos xerofíticos

EXTENSIVE FORAGE RESOURCES IN MAJORCA (WEST MEDITERRANEAN)

SUMMARY

Human pressure has been very important since many centuries ago in Majorca Island, leading to the major part of land being agricultural used. Nevertheless, as much as 38% of land is not cultivated and has been partly used as extensive forage resources. The objective of this work is to characterize the extensive forage resources in Mallorca. We took the II National Forestry Map (1992) as the main data source, and it was complemented with the 'Directiva Hábitats Map' (DGCN, 2002) and with aerial photographs (2001). The non-cultivated areas were classified into four main groups following the "Nomenclator básico de pastos en España". In this sense, 53% of total extensive forage areas were grazed woodlands, being *Pinus halepensis* the main tree species. In these areas, where herbaceous species are scarce, the forage quality and quantity is quite low. Open grazed forests occupy

14% of land surface, grazed shrublands 21%, and Mediterranean grasslands 12%. These three types are dominated by different proportions of *P. halepensis*, Mediterranean sclerophyll shrubs and Mediterranean grasses like *Dactylis glomerata*, *Brachypodium retusum* or *Ampelodesmos mauritanica*.

Key words: *Ampelodesmos mauritanica*, Grazed shrubland, Mediterranean pastures, Xerotrophic pastures

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de la superficie de la isla de Mallorca es de uso agrícola, lo que sin duda es consecuencia de la antigua ocupación humana y su consiguiente transformación del uso del terreno. No obstante, la ganadería extensiva ha sido un recurso importante a lo largo de la historia que ha ocupado, especialmente, aquellas zonas que, por factores topográficos o edafo-climáticos, eran potencialmente menos productivas. En la actualidad, las áreas no agrícolas de Mallorca, y que son explotadas, o potencialmente pueden serlo, de forma extensiva desde un punto de vista pascícola suman el 38% de la superficie total de la Isla. La tipificación y la evaluación de los recursos pascícolas de estas zonas son estudios necesarios para la correcta planificación y gestión sostenible de la actividad ganadera en un momento en el que la realidad socio-económica de las islas Baleares ha cambiado radicalmente como consecuencia de la irrupción del turismo como principal actividad económica. En este contexto y en el marco del proyecto “Tipificación, cartografía y evaluación de los pastos españoles”, el objetivo del presente trabajo es caracterizar los recursos pascícolas de explotación extensiva de la isla de Mallorca.

MATERIAL Y MÉTODOS

La tipificación y la evaluación de los pastos de explotación extensiva de Mallorca se han basado en la síntesis y sistematización de las diferentes fuentes existentes sobre el tema. Se ha considerado como base del trabajo el “II Inventario Forestal Nacional” (1986-95), escala 1:50.000, por ser, hasta la fecha, la única cartografía existente con una cobertura de toda España. A partir de esta cartografía se han tipificado las agrupaciones iniciales y se han realizado las comparaciones temáticas. Dependiendo de la zona de estudio, la información recogida en el “II Inventario Forestal Nacional” se ha matizado y completado con la cartografía “Habitats” (Directiva 92/43/CEE) escala 1:25.000. Además de ello, en algunos casos, en los que existía falta de información o bien incoherencia entre los datos disponibles, se utilizó la fotografía aérea (2001) para resolver conflictos.

Para la elaboración de la cartografía unificada se ha utilizado como herramienta de trabajo un SIG. El trabajo llevado a cabo ha consistido en completar la información recopilada a partir de la generación de información cartográfica propia y sus respectivas bases de datos con la comparación y fusión de las diferentes cartografías. Para la integración, revisión y validación de la cartografía digital y de la base de datos asociada a cada uno de los temas de acuerdo a la clasificación atribuida, se ha utilizado el programa ArcGis v.8.2 (ESRI). Una vez validada la cartografía final y la base de datos correspondientes, se cruzó dicha información sobre una base cartográfica municipal.

A partir de las tres fuentes de información, se originaron 14 tipos de vegetación diferentes en función de la/s especie/s dominantes, su densidad y las especies acompañantes. Estos 14 tipos se agruparon en cuatro grupos, siguiendo la denominación sugerida en el Nomenclátor básico de pastos en España (Ferrer *et al.*, 2001): Pastos con arbolado denso, Pastos con arbolado ralo, Pastos arbustivos y Pastizales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del estudio realizado, se observa que el 38% de la superficie de Mallorca puede ser considerada como susceptible de ser explotada de forma extensiva desde el punto de vista pascícola. La mayor parte de ésta se incluye en la categoría de “pastos con arbolado denso”, constituyendo el 53% del total de la superficie. Los pastos con arbolado ralo suponen el 14% de estas zonas, los pastos arbustivos el 21% y los pastos herbáceos o pastizales el 12% (Tabla 1).

Tabla 1. Superficie de la isla de Mallorca ocupada por comunidades vegetales incluidas en la categoría “pastos con arbolado denso”.

E especies dominantes	Superficie (ha)	% superficie de Mallorca
<i>Pinus halepensis</i>	42 876,34	13,95
<i>Quercus ilex</i>	7 138,86	2,73
<i>P. halepensis-Q. ilex-Olea europaea</i>	9 116,20	3,45
Total	59 131,40	20,13

Las áreas de pastos con arbolado denso de Mallorca corresponden en su totalidad a bosques naturales, puesto que las reforestaciones con fines comerciales (extracción de madera u otros) son prácticamente inexistentes. Estas áreas se encuentran distribuidas a lo largo de toda la isla, y ocupan alrededor del 20% de la superficie total (Tabla 1). Casi tres cuartas partes de este 20% son formaciones en las que la especie dominante es *Pinus halepensis*. El resto, que supone el 6,28 % de la superficie total de Mallorca, se reparte entre encinares (*Quercus ilex*) y formaciones mixtas de *P. halepensis*, *Q. ilex* y *Olea europaea* var. *sylvestris*. La mayor parte de los bosques se encuentran localizados en las zonas montañosas de Mallorca, especialmente en la Sierra de Tramuntana, aunque también en la Sierra de Llevant. De los tres tipos de formaciones boscosas de Mallorca, los encinares y las formaciones mixtas de pino, encina y acebuche son las que más concentradas se encuentran en la Sierra de Tramuntana (el 80% de su superficie se encuentra en esta zona), y únicamente los pinares se encuentran relativamente bien representados en el resto de la isla, ocupando aproximadamente el 6% de la superficie de las zonas llanas situadas mayoritariamente en el centro y en el sudeste. A pesar de la importancia cuantitativa de las zonas de pasto con arbolado denso, muchas de éstas suponen un pobre recurso pascícola debido a la baja calidad forrajera de las especies dominantes y a la escasez de especies herbáceas. Como excepción a esta norma general, cabe destacar el aprovechamiento en montanera de las bellotas principalmente por parte del

ganado ovino y, en menor medida, porcino (en especial de la variedad autóctona de Cerdo Negro), así como aquellas zonas de pinar menos densas, en las que el estrato herbáceo puede ser más abundante.

Las zonas de pasto con arbolado ralo ocupan menos del 6% de la superficie total de Mallorca (Tabla 2). Éstas se encuentran distribuidas por toda la isla de Mallorca, sin concentrarse en ninguna región en particular y son, en su mayoría, áreas con un estrato arbóreo dominado por *Pinus halepensis* con una densidad lo suficientemente baja como para permitir el desarrollo de los estratos arbustivo y herbáceo de forma relativamente importante. En algunos casos, además de *P. halepensis*, se encuentran otras especies co-dominantes que, aunque son arbóreas, en muchas ocasiones presentan un porte arbustivo, como es el caso del acebuche (*O. europaea*), la sabina (*J. phoenicea*) o el enebro (*J. oxyedrus*). El estrato herbáceo suele estar dominado por gramíneas de pequeño porte como el dactilo (*Dactylis glomerata*) o el fenàs (*Brachypodium retusum*) y por la carcera o càrritx (*Ampelodesmos mauritanica*), una gramínea de mayor porte que puede llegar a cubrir una buena parte del terreno, limitando la presencia de otras especies herbáceas y arbustivas y llegando a dominar el paisaje de muchas zonas montañosas de Mallorca. La carcera, además de encontrarse en zonas con *P. halepensis*, también ocupa algunas áreas en las que la encina es la especie arbórea dominante, aunque estas áreas son muy escasas (Tabla 2). Casi tres cuartas partes de los pastos con arbolado ralo están dominados por la combinación de Pino blanco y diferentes especies de gramíneas (Tabla 2), en las que el estrato arbustivo suele estar poco desarrollado. Estas formaciones, además de ser, desde el punto de vista cuantitativo, las más importantes, también lo son cualitativamente, puesto que la abundancia de especies herbáceas confiere un valor pastoral que no tienen aquellas formaciones en las que éstas escasean. La otra combinación de especies que cubre una superficie importante dentro del grupo de los pastos con arbolado ralo es la compuesta por pino blanco y acebuche, en la que también están presentes otras especies arbustivas típicas de la garriga mallorquina (como por ejemplo: *P. lentiscus*, diversas especies del género *Cistus* o *P. angustifolia*). En esta formación, el estrato herbáceo es menos abundante, lo que disminuye el volumen de pasto que ofrece, si bien, y como contrapunto, cabe señalar el interés pascícola de las especies arbustivas perennifolias mediterráneas, pese a la escasa cantidad y calidad de su producción, por su capacidad para ofrecer alimento durante todo el año, incluido el período estival, en el que las especies herbáceas se agostan.

Tabla 2. Superficie de la isla de Mallorca ocupada por comunidades vegetales incluidas en la categoría “pastos con arbolado ralo”.

Especies dominantes	Superficie (ha)	% superficie de Mallorca
<i>P. halepensis</i> - <i>O. europaea</i>	7854,92	1,17
<i>P. halepensis</i> - <i>Juniperus</i> sp.	524,59	0,11
<i>P. halepensis</i> - <i>Ampelodesmos mauritanica</i>	5868,09	1,70
<i>Q. ilex</i> - <i>A. mauritanica</i>	295,75	0,08
<i>P. halepensis</i> -gramíneas xerofíticas*	9106,38	2,40
Total	23 649,73	5,45

**Dactylis glomerata*, *Hyparrhenia hirta* y *Brachypodium retusum* son la gramíneas más frecuentes.

Las zonas de pasto arbustivo de Mallorca se pueden agrupar en dos grandes tipos: por un lado, aquéllas en las que el acebuche (*O. europaea* var. *sylvestris*) es la especie dominante, por el otro, aquéllas en las que coexisten varias especies dominantes (*Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus* y otras, entre las que también se incluye *O. europaea*). Dentro del primer grupo, se pueden diferenciar áreas en las que la densidad de acebuches es alta, y por tanto la presencia de otras especies arbustivas y de especies herbáceas es baja, y otras áreas en las que la densidad de acebuches, y del estrato arbustivo en general, es menor, permitiendo un mayor desarrollo del estrato herbáceo. Las zonas de densidad alta suponen alrededor de 3000 ha (Tabla 3) y están localizadas especialmente en el noreste de Mallorca, en los municipios de Petra, Manacor y Ariany, mientras que las zonas de densidad baja, en las que, además, el porte de los acebuches suele ser menor, están concentradas principalmente en el sur y el sureste de Mallorca, llegando a sumar casi 7000 ha (Tabla 1).

Tabla 3. Superficie de la isla de Mallorca ocupada por comunidades vegetales incluidas en la categoría “pastos arbustivos”.

Especies dominantes	Superficie (ha)	% superficie de Mallorca
<i>O. europaea</i> (alta densidad)	3237,04	0,82
<i>Garriga</i>	24 386,27	6,33
<i>O. europaea</i> (baja densidad)	6990,48	0,92
Total	34 613,79	8,07

La parte cuantitativamente más importante de pastos arbustivos está constituida por las áreas de garriga, en las que las especies dominantes son varias, especialmente *P. lentiscus*, que tal vez sea la especie arbustiva más abundante en Mallorca, aunque también son importantes otras como *R. alaternus*, *Erica multiflora*, diversas especies de *Cistus*, así como la propia *O. europaea* var. *Sylvestris*. En Mallorca, se han cuantificado más de 24 000 ha de garriga (Tabla 3), lo que supone más de 2/3 de las zonas de pastos arbustivos, distribuidas por toda la Isla, aunque especialmente concentradas en la Sierra de Tramuntana y en la Sierra de Llevant. El desarrollo del estrato herbáceo en las garrigas es variable en función de la densidad de arbustos y de las condiciones edafo-climáticas. Las especies herbáceas más importantes en las áreas de pastos arbustivos en general son similares a las presentes en los pastos con arbolado ralo: *Dactylis glomerata*, *Hyparrhenia hirta* y *Brachypodium retusum* son las gramíneas más frecuentes.

Dentro del grupo de pastizales, se han incluido tres formaciones claramente diferenciadas: 1) zonas de pastos xerofíticos con estrato arbustivo (garriga) de baja densidad, 2) zonas inundadas temporalmente, y 3) zonas en las que la especie dominante, y casi única, es la carcera (*Ampelodesmos mauritanica*).

En las de pastos xerofíticos, las especies dominantes son principalmente gramíneas xerofíticas: *D. glomerata*, *H. hirta* y *B. retusum* son las más destacadas, al igual que en

aquellas áreas de pastos con arbolado ralo y de pastos arbustivos en las que se observa un desarrollo destacable del estrato herbáceo. Las zonas de pastos xerofíticos con garriga suman más de 7000 ha (Tabla 4) y están distribuidas por toda la isla de Mallorca, concentrándose de forma destacada en la Sierra de Llevant.

Tabla 4. Superficie de la isla de Mallorca ocupada por comunidades vegetales incluidas en la categoría “pastizales”.

Especies dominantes	Superficie (ha)	% superficie de Mallorca
Garriga-Pastos xerofíticos	7741,35	1,52
Pastos de lugares inundados	2125,51	0,67
<i>A. mauritanica</i>	11 239,38	2,44
Total	21 106,24	4,62

Las zonas de pasto inundadas temporalmente son cuantitativamente poco importantes en Mallorca, suman en total algo más de 2000 ha (Tabla 4) y se localizan principalmente en el norte de la Isla, en los municipios de Alcudia, Muro, Pollença y Sa Pobla (Albufera de Alcudia y Albufereta de Pollença), y en el extremo sureste, en el municipio de Campos (“Salobrar” de Campos). Este tipo de pastos es claramente diferente del resto tanto por las especies dominantes: *Phragmites australis*, *Arundo donax*, *Cladium mariscus* y *Typha sp* entre otras, todas ellas herbáceas, como por el hecho de que la oferta de alimento para el ganado es máxima en verano, cuando en el resto de áreas las especies herbáceas se agostan. El ganado vacuno y, en menor medida el caballo, son los que aprovechan este tipo de pastos.

Las áreas en las que predomina la carcera o càrritx (*A. mauritanica*) son cuantitativa y cualitativa las pastizales más importantes de Mallorca. Dentro de este grupo, únicamente se han incluido aquellas zonas en las que esta gramínea es la especie dominante sin estar acompañada por especies arbóreas de forma destacable (las formaciones en las que *A. mauritanica* está acompañada por *P. halepensis* o *Q. ilex* están incluidas en el apartado de pastos con arbolado ralo). Estas zonas, que Castelló y Mayol (1987) propusieron denominar Zacatales, son prácticamente inexistentes en otras zonas de España, pues la presencia de *A. mauritanica* únicamente se ha descrito en la zona del Garraf (Barcelona) y en el sureste de la Península Ibérica (Mayol, 2003). En Mallorca, los zacatales de *A. mauritanica* suman más de 11 000 ha y están localizados principalmente en la mitad norte de la Sierra de Tramuntana, donde constituyen una formación muy característica. Esta especie rebrota vigorosamente tras los incendios, lo que ha favorecido la quema tradicional de amplias zonas de montaña con el fin de obtener pasto de verano. Sin duda, esta es la principal causa de la elevada presencia de la carcera en Mallorca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTELLÓ, M.; MAYOL, J., 1987. La Explotación arcaica del càrritx (*Ampelodesmos mauritanica* (Poiret) Durd. et Schinz) en Mallorca. En: *XXVII Reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 502-512, Palma de Mallorca.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, 1992. *Segundo inventario Forestal Nacional 1986-1995. Baleares*. MAPA. Madrid, Spain.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, 2002. *Cartografía Digital del Atlas de Hábitats Escala 1:50.000. Islas Baleares*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, Spain.

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OLEA, L., 2001. Nomenclator básico de pastos en España. *Pastos*, **31(1)**, 7-44.

MAYOL, J., 2003. La gestión de la carcera en Mallorca, un dilema de conservación. *Quercus* **204**, 28-31.

CARACTERIZACIÓN FITOCENOLÓGICA Y CARTOGRAFÍA DE LOS PASTOS DE TENERIFE (I. CANARIAS)

P. MÉNDEZ, L. DE NASCIMENTO Y A. SANTOS.

Unidad de Producción Animal, Pastos y Forrajes, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Apto 60. 38200 La Laguna, Tenerife. pmendez@icia.es

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos al aplicar el criterio fitocenológico a la tipificación de los pastos no agrícolas de la isla de Tenerife, según la metodología propuesta en el Proyecto INIA-CCAA titulado “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles” (SEEP). Se han determinado 2 unidades de pasto con arbolado denso, 3 de pasto con arbolado ralo, 4 de pastos arbustivos y 1 de pastos herbáceos que ocupan una superficie total de 1221 km² de los 2036 km² de la isla.

Palabras clave: pastos de Canarias, pastos con arbolado, pastos arbustivos, pastos herbáceos.

PHYTOCENOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PASTURE OF TENERIFE (CANARY I.)

SUMMARY

The present study shows the results to apply the phytocenological approach to the pasture of Tenerife Island, according to the methodology of INIA-CCAA Project “Characterisation, Cartography and Evaluation of Spanish Pastures”. Two units of grazed woodland, three of open forest pasture, four of shrub pasture and one of grassland were obtained, covering an area of 1221 km² of the total surfaced of the island (2036 km²).

Keywords: Canary pastures, grazed woodland, shrub pasture, grassland.

INTRODUCCIÓN

Tomando como base la cartografía preliminar de Tenerife presentada en un avance de resultados del proyecto de pastos españoles (SEEP-INIA-CCAA, OT-037-C17) (Méndez *et al.*, 2003), se completa aquí con una cartografía fitocenológica de la isla. Este mismo trabajo ha sido llevado a cabo en las seis islas restantes pero por motivos obvios de espacio se adelanta la de ésta, que además va a servir para subsanar errores que se puedan haber cometido, antes de la edición final del proyecto. Tenerife es la isla de mayor altitud y superficie del archipiélago canario, llegando a los 3718 msn en la parte central del circo de Las Cañadas del Teide y ocupando 2036 km² de la zona centro-occidental del archipiélago. El fuerte contraste climático ha contribuido a la existencia de una elevada biodiversidad. La pluviometría puede variar de los 100 a los 1000 mm anuales dependiendo de la altitud y la orientación, del mismo modo las temperaturas, aunque en general benignas, presentan medias anuales que pueden oscilar entre los 20-22°C de las zonas costeras a los 3°C de Las Cañadas. En el trabajo anterior (Méndez *et al.*, 2003) ya se avanzaban las dificultades que supone homogeneizar, sintetizar y plasmar en un documento cartográfico los ecosistemas naturales y agrarios de las islas en general, debido la gran diversidad en un espacio tan pequeño. Además de esto, la información cartográfica y bibliográfica en el tema que nos ocupa es escasa, con lo que fácilmente se cometerá el error de obviar situaciones particulares que habrán de ser tratadas en trabajos posteriores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han trabajado las siguientes unidades de pasto definidas en una publicación anterior (Méndez *et al.*, 2003): pasto con arbolado denso, pasto con arbolado ralo, pasto arbustivo y pasto herbáceo, correspondientes a los Usos 1, 2 y 3 del II Inventario Forestal Nacional, es decir los pastos naturales no agrícolas. En base a la información fitosociológica disponible (Rivas-Martínez *et al.*, 1993; Rivas-Martínez *et al.*, 2002; Rodríguez-Delgado *et al.*, 1998) se han adscrito a los sintáxones, desde el nivel de clase hasta el de asociación, que se dan en cada uno de los tipos fisiognómicos. Los resultados se presentan en tabla donde se indica las formaciones vegetales, superficies y unidades fitosociológicas correspondientes. Dentro de cada tipo de formación vegetal se han situado las comunidades herbáceas (pastizales) que se corresponden con ese piso bioclimático (Tablas 1 y 2), pero debido a la falta de información cartográfica, bibliográfica y a que esas comunidades ocupan zonas puntuales de borde o zonas aclaradas de escasas dimensiones, no aparecen representadas a la escala de trabajo. En la Tabla 3 están reflejadas las comunidades herbáceas o pastizales citados en la bibliografía pero de difícil ubicación cartográfica y que se distribuyen, la mayoría de ellos, de forma dispersa y en superficies pequeñas. Por razones de espacio se suprimen las especies características de comunidades y se comentarán en el texto sólo aquéllas más significativas. Los nombres científicos de plantas y su autores son los recogidos en la lista de especies silvestres de Canarias (Izquierdo *et al.*, 2001)

Tabla 1: Formaciones vegetales, superficies y unidades fitosociológicas correspondientes a los tipos fisiognómicos pasto con arbolado denso y ralo de la isla de Tenerife

Formación vegetal	Clase	Orden	Alianza	Asociaciones	
Bosque de pino canario 3942,6 ha	Formación arborea	<i>Chamaecytiso-Pinetalia canariensis</i>	<i>Cisto-Pinon canariensis</i>	<i>Sideritido solutae-Pinetum canariensis</i>	
	Formación arbustiva	<i>Chamaecytiso-Pinetea canariensis</i>	<i>Chamaecytiso-pinetalia canariensis</i>	<i>Telinetum spachianae</i>	
	Formación herbácea	<i>Trifolio-Geranietea</i>	<i>Origanetalia vulgaris</i>	<i>Ranunculo cortusifolii-Geranium canariensis</i>	<i>Rumici maderensis-Pimpinellatum dendrotragii</i>
		<i>Tuberarietalia guttatae</i>	<i>Tuberarietalia guttatae</i>	<i>Tuberarion guttatae</i>	<i>Hypochoerido glabrae-Tuberarietum guttatae</i>
	Formaciones arbóreas		<i>Andryalo-Ericetalia</i>	<i>Myrico fayae-Ericion arboreae</i>	<i>Myrico fayae-Ericetum arboreae</i>
			<i>Rubo bollei-Salicetalia canariensis</i>	<i>Salicion canariensis</i>	<i>Rubo-Salicetum canariensis</i>
		<i>Pruno hixae-Lauretea novocanariensis</i>	<i>Pruno hixae-Lauretalia novocanariensis</i>	<i>Ixantho viscosae-Laurion novocanariensis</i>	<i>Diplazio candidi-Ocoteetum foetensis</i> <i>Ilici canariensis-Ericetum playcodonis</i> <i>Lauro-Perseetum indicae</i>
				<i>Visneo mocanerae-Apollomion barbujae</i>	<i>Visneo mocanerae-Arbutetum canariensis</i>
	Formaciones arbustivas		<i>Andryalo-Ericetalia</i>	<i>Telino canariensis-Adeocarpion foliolosi</i>	<i>Telinetum canariensis</i>
		<i>Pruno hixae-Lauretea novocanariensis</i>	<i>Rubo bollei-Salicetalia canariensis</i>	<i>Rubio periclymeni-Rubion ulmifolii</i>	<i>Rubio periclymeni-Rubetum</i>
Formación herbácea		<i>Origanetalia vulgaris</i>	<i>Ranunculo cortusifolii-Geranium canariensis</i>	<i>Ranunculo cortusifolii-Gerantietum canariensis</i>	
Formaciones arbóreas	<i>Rhamno crenulatae-Oleetea cerasiformis</i>	<i>Rhamno crenulatae-Oleetalia cerasiformis</i>	<i>Mayteno canariensis-Juniperion canariensis</i>	<i>Junipero canariensis-Oleetum cerasiformis</i> <i>Periploco laevigatae-Phoenicetum canariensis</i>	
	Formaciones arbustivas	<i>Rhamno crenulatae-Oleetea cerasiformis</i>	<i>Rhamno crenulatae-Oleetalia cerasiformis</i>	<i>Echio aculeati-Retametum rhodorhizoidis</i> <i>Euphorbietum atropurpureae</i> <i>Rhamno crenulatae-Hypericetum canariensis</i>	
Bosque termófilo 5830 ha		<i>Micromerio hyssopifoliae-Cistetalia monspeliensis</i>	<i>Micromerio hyssopifoliae-Cistion monspeliensis</i>	<i>Cistetum symphytifolito-monspeliensis</i> <i>Micromerio variae-Globularietum salicinae</i>	

Tabla 2: Formaciones vegetales, superficies y unidades fitosociológicas correspondientes al tipo fisiognómico pastos arbustivos de la isla de Tenerife

Formación vegetal	Clase	Orden	Alianza	Asociaciones
Pastos arbustivos de alta montaña 1355,1 ha	Formaciones arbustivas <i>Chamaecytiso-Pinetea canariensis</i>	<i>Chamaecytiso-Pinetalia canariensis</i>	<i>Spartocytisison supramibii</i>	<i>Echietum auberiani</i>
				<i>Erysimoscoparii-Pterocephalatum lasiospermi Spartocytisetum supramibii</i>
	Formaciones herbáceas <i>Chamaecytiso-Pinetea canariensis</i> <i>Tuberarietea guttatae</i>	<i>Chamaecytiso-Pinetalia canariensis</i> <i>Tuberarietalia guttatae</i>	<i>Spartocytisison supramibii</i> <i>Tuberarion guttatae</i>	<i>Violetum cheiranthifoliae</i>
				<i>Vulpio myuri-Gnaphalietum teydei</i>
Pastos arbustivos seriales de alto nivel evolutivo 10576,2 ha	Formaciones arbustivas <i>Chamaecytiso-Pinetea canariensis</i>	<i>Chamaecytiso-pinetalia canariensis</i>	<i>Cisto-Pimion canariensis</i>	<i>Sideritido solutae-Pinetum canariensis</i>
	Formaciones arbustivas <i>Kleinio-Euphorbietea canariensis</i>	<i>Kleinio-Euphorbietalia canariensis</i>	<i>Aeonio-Euphorbion canariensis</i>	<i>Ceropegio dichotomae-Euphorbietum apyphylae</i> <i>Ceropegio fuscae-Euphorbietum balsamiferae</i> <i>Periploco laevigatae-Euphorbietum canariensis</i>
	<i>Pegano-Salsotea</i>	<i>Forsskaoleo angustifoliae-Rumicetalia lunariae</i>	<i>Launaeo arborescentis-Schizogyinion sericeae</i>	<i>Launaeo arborescentis-Schizogyinetum sericeae</i>
Pastos arbustivos permanentes de zonas costeras áridas y semiáridas 50161,9 ha	Formaciones arbustivas	<i>Forskaleo angustifoliae-Rumicetalia lunariae</i>	<i>Artemisio thusculae-Rumicetum lunariae</i> <i>Rumicion lunariae</i>	<i>Artemisio thusculae-Pantaginetum arborescentis</i>
				<i>Bidentipilosae-Ageratinetum adenophorae</i> <i>Gonospermo fruticosi-Lavateretum acerifoliae</i> <i>Messerchmidio fruticosae-Withamietum aristatae</i>
	<i>Pegano-Salsotea</i>	<i>Nicotiano glaucae-Ricimetalia communis</i>	<i>Nicotiano glaucae-Ricinion communis</i>	<i>Polycarpaeo-Nicotianetum glaucae</i> <i>Tropaeolo majoris-Ricinetum communis</i>

Tabla 3: Formación vegetal, superficie y unidades fitosociológicas correspondientes al tipo fisiognómico pastos herbáceos de la isla de Tenerife

Formación vegetal	Clase	Orden	Alianza	Asociaciones	
Pastizales 720,3 ha	<i>Artemisietea vulgaris</i>	<i>Carthametalia lanati</i>	<i>Bromo-Piptalherion miliacei</i> <i>Urtico piluliferæ-Stylytion mariani</i>	<i>Pipithero miliacei-Foeniculum vulgari</i> <i>Coma maculati-Stylytion mariani</i> <i>Scolymo maculati-Cynaretum ferocissimæ</i>	
	<i>Cardamino hirsutæ-Geramietea pupurei</i>	<i>Cardamino hirsutæ-Geramietalia pupurei</i>	<i>Geranio pusilli-Anthriscion caucalidis</i> <i>Geranio pupurei-Torilidion neglectæ</i>	Comunidad de <i>Arabidopsis thaliana</i> y <i>Myosotis ramosissima</i> . <i>Carduo clavulati-Urticetum stachyoidis</i> <i>Gallo aparines-Torilidatum neglectæ</i>	
	<i>Lygeo-Stipetea</i>	<i>Hyparrhemetalia hirtæ</i>	<i>Hyparrhention hirtæ</i>	<i>Cencho ciliaris-Hyparrhention hirtæ</i>	
	<i>Molinio-arrhenatheretea</i>		<i>Crypsio-Paspaletalia distichi</i>	<i>Paspalo-Polypogonion viridis</i>	<i>Paspalo-Polypogonion viridis</i>
			<i>Holoschoenetalia vulgaris</i>	<i>Molinio-Holoschoenion vulgaris</i>	<i>Scirpo globiferi-Juncetum acuti</i>
			<i>Plantaginietalia majoris</i>	<i>Mentho-Juncion inflexi</i>	Comunidad de <i>Juncus effusus</i> y <i>Epilobium parviflorum</i> .
	<i>Polygono-Poetea annuæ</i>		<i>Polygono arenastri-Poetalia annuæ</i>	<i>Chamaesycon prostratæ</i> <i>Polycarpon tetraphylli</i>	<i>Polycarpo-Alternantheretum</i> <i>Polycarpo tetraphylli-Cotuletum australis</i>
			<i>Aperetalia spicæ-venti</i>	<i>Scleranthon annui</i>	<i>Polycarpo tetraphylli-Coronopodetum squamati</i> Comunidad de <i>Raphanus raphanistrum-Scandix pecler-venensis</i> .
			<i>Chenopodietalia muralis</i>	<i>Chenopodion muralis</i>	<i>Chenopodio muralis-Mabvetum parvifloræ</i>
			<i>Sisymbrietalia officinalis</i>	<i>Mesembryanthemion crystallini</i>	<i>Mesembryanthemetum crystallini</i>
			<i>Solano nigri-Polygonetalia convolvuli</i>	<i>Hordeion leporini</i>	<i>Bromo-Hirscheleidetum incanæ</i>
	<i>Stellarietea medicæ</i>		<i>Solano nigri-Polygonetalia convolvuli</i>	<i>Fumariion virginei-agraricæ</i> <i>Polygono-Chenopodion polyspermi</i>	Comunidad de <i>Sinapis arvensis</i> y <i>Fumaria muralis</i> .
		<i>Thero-Bromeialia</i>	<i>Resedo lanceolatae-Moricandion</i>	<i>Setario verticillatæ-Echinochloetum cruris-galli</i> <i>Iffogo spicatae-Stipetum capensis</i>	
		<i>Tuberarietalia guttatæ</i>	<i>Echio plantaginei-Galactiton tomentosæ</i> <i>Tuberarion guttatæ</i>	<i>Senecioni coronopifoli-Echinetum bonnetii</i> <i>Galactito tomentosæ-Brachypodietum distachyæ</i> <i>Hypochoerido glabrae-Tuberarietum guttatæ</i>	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 203 600 ha de superficie de Tenerife, 122 167 están ocupadas por vegetación natural o espontánea, de ellas 103 409 son Espacios Naturales Protegidos (incluyendo toda la zona de cumbre por encima de los 800-1000 msm) de los que de momento, a la espera de los Planes Rectores definitivos que regulen su actividad, sólo 30 128 ha tienen algún uso ganadero permitido.

El pasto con arbolado denso y ralo (Tabla 1) está representado por tres formaciones vegetales boscosas, la del pino canario, el monteverde (brezales, fayal-brezal, laurisilva) y los bosques termófilos, ocupando en total 52 095 ha, más de una cuarta parte de la superficie de Tenerife. Este área está constituido en su mayor parte por el Parque Natural de la Corona Forestal, el Parque Nacional del Teide y otros Espacios Naturales Protegidos, y aunque en algunos de ellos se permite el pastoreo en determinadas zonas, como es el caso de los Parques Rurales de Anaga y Teno en los extremos nororiental y noroccidental de la isla respectivamente, la mayoría no tienen usos permitidos o lo tienen muy restringido. En Anaga y Teno las zonas de pastizales que son visibles en el mapa, no se corresponden con la formación climax del fayal-brezal o laurisilva (*Trifolio-Geranietea*) sino con comunidades terofíticas de sustitución en áreas desforestadas y favorecidas por el pastoreo, con *Poa bulbosa*, *Trifolium glomeratum*, *Trifolium subterraneum* y *Lolium rigidum* además de otras especies de menor interés pascícola. La intensificación de la ganadería y el abandono del pastoreo están influyendo de forma negativa en la presencia de especies con valor pastoral.

Los pastos arbustivos (Tabla 2) se subdividen en 4 formaciones vegetales arbustivas que ocupan un total de 66 105 ha, de las que también están protegidas las 1355 ha de pastos arbustivos de alta montaña que constituyen el Parque Nacional del Teide, incluyendo Las Cañadas, que como su nombre indica, fue zona de pastoreo tradicional durante los meses del verano (pasto de puerto) hasta 1954 (Sabaté, 2004). Las 10 576 ha de pastos seriales de alto nivel evolutivo son comunidades arbustivas de sustitución, muy evolucionadas, en áreas potenciales de pinar (*Chamaecytiso-Pinetea canariensis*) en sus límites inferiores (serie seca) y borde superior del bosque termófilo (serie semiárida de la *Rhamno crenulatae-Oleetea cerasiformis*). Es una formación vegetal de leguminosas arbustivas con calidad forrajera no despreciable, algunas de las cuales han sido utilizadas de forma tradicional, tanto cortadas y suministrada en pesebre como por ramoneo directo del ganado, de las que se destacan *Adenocarpus viscosus* ssp *viscosus* (codeso), *Teline osyroides* (ssp *osyroides* y ssp *sericea*), *T. stenopetala* ssp *spachiana* y especialmente *Chamaecytisus proliferus* var *angustifolius*, uno de las variedades de escobón de las siete que hay en Canarias y que le da nombre a la formación vegetal: “Escobonal”. De los pastos arbustivos, la formación que mayor superficie ocupa es la de los permanentes de zonas costeras áridas y semiáridas, con una superficie de 50 162 ha (Tabla 2). En esta zona es donde se sitúa la mayor parte de la ganadería caprina de la isla, en su mayoría estabulada, de modo que cuando se practica el pastoreo se hace más como paseo que como una actividad alimenticia; la calidad del pasto es mala, con especies en general poco apetecibles y poco productivas, con alguna excepción como es *Rumex lunaria* (vinagrera) con características interesantes. En este nivel bioclimático hay que mencionar las comunidades herbáceas de *Hyparrhenia hirta* (cerrillo), *Pennisetum cenchroides* y *Aristida coerulea*, acompañadas de diversas leguminosas de los géneros *Medicago* y *Trifolium*, que son pastadas de forma esporádica hasta el espigado de las gramíneas. Es un pasto bastante productivo en biomasa pero de poca “calidad alimenticia”, ocasionalmente se ha

llegado a henificar en Tenerife y el Hierro. Las comunidades de terófitos más extendidas y más comunes en la isla son los herbazales ruderales de influencia antrópica incluidos en la clase *Stellarietea media*, aunque en general están más ligados a zonas de cultivo abandonado, destacando las comunidades de la alianza *Echio-Galactition tomentosae*. Algunas de estas comunidades, como las pertenecientes a la alianza *Hordeion leporini*, de carácter subnitrófilo y con elevado número de especies, caracteriza a diversos biotopos modificados por el hombre distribuidos desde el nivel del mar hasta los 2000 msm.

Al margen de los territorios más antiguos de Teno, Anaga, Adeje y las áreas sometidas a la influencia de los alisios, que han permitido una mayor evolución de los suelos, la isla posee grandes extensiones con suelos poco evolucionados, pedregosos y poco propicios para el desarrollo de pastizales o matorrales forrajeros, al margen de la degradación que la explotación de los bosques causó, por efectos erosivos, en la vegetación natural de interés pascícola.

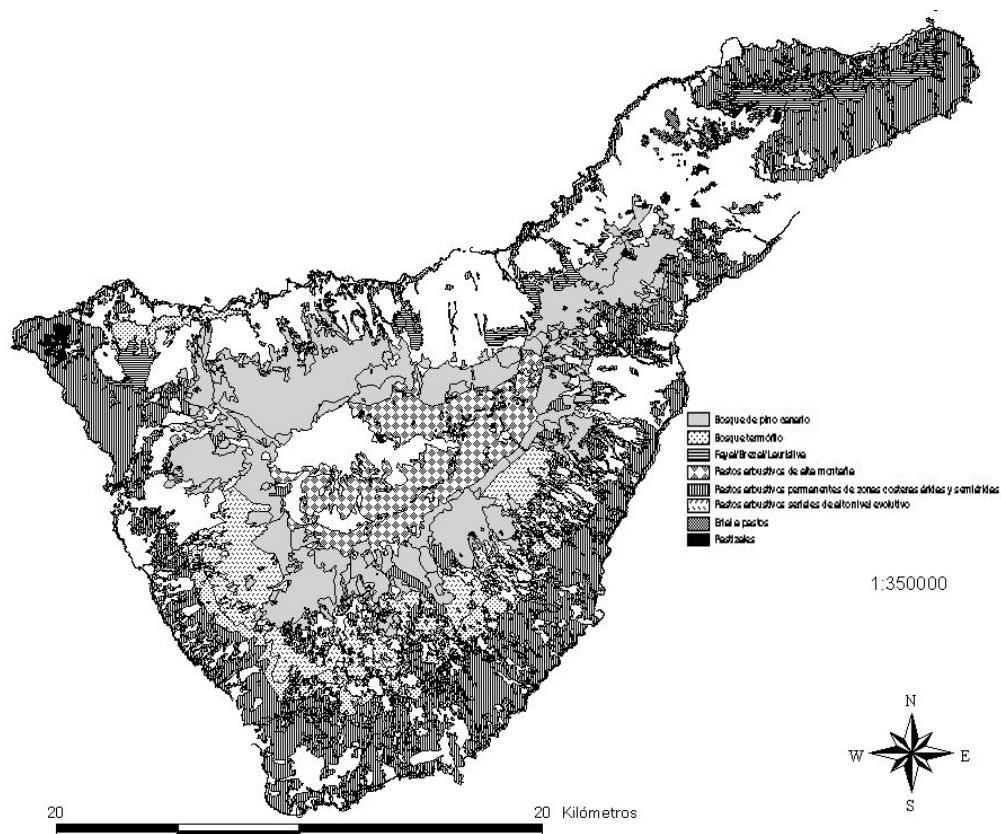


Figura 1: Mapa fitocenológico de los pastos de Tenerife

BIBLIOGRAFÍA

IZQUIERDO, I., MARTÍN, J.L., ZURITA, N., ARECHAVALETA, M. 2001. Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) 2001. *Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente Gobierno de Canarias*.437 pp.

MÉNDEZ, P.; BERMEJO, L.; de NASCIMENTO, L.; SANTOS, A.; MATA, J. 2003. Avance de resultados del proyecto de pastos españoles para la isla de Tenerife. *Pastos, Desarrollo y Conservación: 757-762*. Ed A.B. ROBLES, M.E. RAMOS, M.C. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ, J. BOZA. Junta de Andalucía. Granada.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ-GONZALEZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J; LOIDI, J.; LOUZA, M.; PENAS, A. 2002. Vascular Plants Communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotánica*, **15**(2).

RIVAS-MARTINEZ, S.; WILDPRET-DE LA TORRE, W.; DÍAZ-GONZÁLEZ, T.E.; PÉREZ-DE PAZ, P.L.; DEL ARCO-AGUILAR, M; RODRÍGUEZ-DELGADO, O. 1993. Sinopsis de la vegetación de la isla de Tenerife (Islas Canarias): Guía de la excursión. *Itinera Geobotanica*, **7**: 5-167.

RODRÍGUEZ-DELGADO, O; DEL ARCO-AGUILAR, M.; GARCÍA-GALLO, A.; ACEBES-GINOVÉS, J.A., PÉREZ-DE PAZ, P.L.; WILDPRET-DE LA TORRE, W. 1998. Catálogo sintaxonómico de las comunidades vegetales de plantas vasculares de la Subregión Canaria: Islas Canarias e Islas Salvajes. *Colección Materiales Didácticos Universitarios , Serie Biología/1*.

SABATÉ BEL, F. 2004. Resistir con la paciencia de un cabrero: apuntes sobre belleza, inteligencia y conocimiento, a propósito del pastoreo en el Sur de Tenerife. *Revista Tenique*, 3:63-79.

DETERMINACIÓN DE ZONAS DE DEHESA EN CASTILLA-LA MANCHA MEDIANTE CARTOGRAFÍA DISPONIBLE: RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PROVINCIA DE TOLEDO

C. LÓPEZ-CARRASCO¹ Y P. HOYOS RODRÍGUEZ².

¹C.I.A. "Dehesón del Encinar" 45560 Oropesa. Toledo (España).

²Servicio del Medio Natural de Toledo. Delegación Provincial.
Consejería de Medio Ambiente. J.C. Castilla-La Mancha.

RESUMEN

Dentro del marco del proyecto de ámbito nacional: "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles, (INIA 00T00-037-C17-08 y Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2001-2004) impulsado por la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (S.E.E.P), se estudia la obtención de zonas de dehesa, en función del uso de diferentes fuentes cartográficas, realizando un estudio comparativo para la provincia de Toledo, para lo que se utiliza como fuente de datos: el Mapa Forestal de España, el proyecto CORINE-LAND COVER 2000 e información de los usos y tipos de cultivo, según información catastral.

Palabras clave: S.E.E.P., cartografía de dehesas, proyecto Pastos Españoles.

DETERMINATION OF "DEHESA AREA" IN CASTILLA-LA MANCHA WITH AVAILABLE CARTOGRAPHY: RESULTS IN TOLEDO PROVINCE (SPAIN)

SUMMARY

In the framework of the National Project: "Tipification, Cartography and Evaluation of Spanish Pastures (INIA 00T00-037-C17-08) and Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 2001-2004), promoted by the Spanish Society of Pastures Studies, "dehesas" areas are obtained depending on the uses of different cartographic sources. A comparative analyze has been carried out in Toledo province (Spain). Data used were obtained from the Spanish Forestry Map, the CORINE-LAND COVER 2000 project and Cadastral information.

Key words: S.E.E.P., dehesas cartography, Spanish Pastures Project.

INTRODUCCIÓN

Durante la realización de la cartografía correspondiente al proyecto “Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles”, en el grupo de trabajo de Castilla-La Mancha, se prestó especial atención a la determinación de las zonas de dehesa; para ello, se utilizó el Mapa Forestal de España (MFE) y el mapa CORINE Land Cover 2000 (CLC2000), obteniendo resultados notablemente diferentes al adoptar una u otra cartografía.

En Castilla-La Mancha, la cartografía disponible se resume: en el Mapa Forestal de España, el mapa CORINE Land Cover 2000, la Cartografía Catastral y el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos del MAPA de los años 70.

El Mapa Forestal de España, de Ruiz de la Torre (1990) se realizó entre los años 1986-1996, mediante fotointerpretación de fotografías aéreas y trabajos de campo, transfiriéndose los polígonos fotointerpretados al Mapa Topográfico Nacional (MTN) escala 1:50 000. La base de datos se estructuró en una serie de sesenta y ocho campos para abarcar la complejidad de los datos.

El mapa CLC2000 proviene del proyecto de la Unión Europea I&CLC2000: “Image y CORINE Land Cover 2000” (CORINE: Coordination of Information of the Environment), siendo un mapa de cobertura del suelo a escala 1:100 000, actualizado para el año 2000 (Inst. Geográfico Nacional, 2002) y se realizó mediante teledetección usando imágenes del satélite. La base de datos posee un código asociado a cada denominación de uso de suelo.

La Cartografía Catastral se obtiene mediante ortofotografía a E: 1:5 000, sobre la que se vuelca la delimitación de parcelas. Cada parcela tiene un único identificador según su provincia, término municipal, polígono, parcela y subparcela. La información correspondiente al uso de cada parcela se encuentra aparte en una base de datos alfanumérica.

Al igual que ningún mapa es exacto posicionalmente y esto es entendible por todos, los mapas tampoco son perfectos desde el punto de vista de su contenido temático, dependiendo su aceptación del uso del mismo.

El objetivo de este trabajo se concreta en conocer el grado de coincidencia entre distintas fuentes cartográficas, en relación a la superficie y ubicación de las dehesas en la provincia de Toledo.

MATERIAL Y MÉTODOS.

El área de estudio corresponde a la provincia de Toledo, que tiene una superficie de 1 536 729 ha. Se han utilizado las coberturas correspondientes a la provincia de Toledo del CLC2000, MFE y Cartografía Catastral, todas ellas en formato digital .shp de ESRI. Como información adicional se utilizó un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de 25 m x 25 m de malla y ortofotos digitales a escala 1:10 000.

Para tratar de mejorar la determinación de zonas de dehesa en la provincia de Toledo, se utilizó como tercera fuente cartográfica la Cartografía Catastral Rústica, una vez

enlazada a la información gráfica, la información de uso o aprovechamiento de las parcelas, para lo que se utilizaron cerca de 900 000 parcelas.

La práctica inexistencia de tipología específica de dehesa en las leyendas y clases de uso/vegetación para la cartografía, hizo necesaria la determinación de las clases o agrupaciones de clases que corresponden a la definición de dehesa, en cada una de las cartografías utilizadas. Únicamente en CLC2000 existen dos usos de suelo reconocidos como dehesa.

Primeramente, se seleccionaron los polígonos que en cada mapa atendían a las agrupaciones de clases identificadas como dehesas, que podían ser comparables, para a continuación aplicar un criterio de pendientes y después de una superposición geométrica de los mapas, realizar una comprobación de coincidencias y discrepancias.

1. Selección de las clases:

MFE: A partir del mapa del Proyecto Pastos Nivel 3 (especies arbóreas), se seleccionaron todas aquellas especies del género *Quercus*, diferenciando entre “dehesas densas” y “dehesas normales” en base a la fracción de cabida cubierta, siendo igual o mayor al 35 % en las primeras y entre 5 %-35 % para las segundas. Para distinguir entre dehesa y bosque de Quercíneas, se utilizó el campo “sobrecarga” seleccionando los valores 22 (distribución adhesionada), 23 (árboles dispersos sobre cultivos o cubiertas menores), 26 (matorral arbustivo con herbáceas vivaces, talla 3 m-7 m) y 27(matorral alto con herbáceas vivaces, talla 1,5 m-3 m).

CLC2000 (I.G.N., 2002) y **CATASTRO**: se utilizaron los códigos según la Tabla 1.

Tabla 1. Códificación y descripción de cultivos utilizados según el CORINE 2000 y el CATASTRO.

	Código/Clase	Uso/descripción cultivo
CORINE 2000	24 410	Pastizales adhesionados
	24 420	Cultivos adhesionados
CATASTRO	CE	Labor o labradío con encinas en secano
	FE	Encinar
	FS	Alcornocal
	FG	Robledal

2. Criterio de pendientes: mediante el **MDE** y utilizando el software ArcGis (Environmental Systems Research Institute, 2004) y la extensión Spatial Analyst, se calcularon las pendientes en cada una de las teselas de cada fuente cartográfica, obteniendo para cada una de ellas: la pendiente mínima, máxima y media. Se eliminaron del análisis, las zonas con pendiente superior al 20 %, ya que estas zonas pueden considerarse bosque de Quercíneas (Junta de Extremadura, 2002).

Las teselas de CORINE son las más extensas, en algunas de ellas, a pesar de que la pendiente media era $\leq 20\%$ existían zonas con pendientes mayores y estas zonas fueron eliminadas. Las teselas de MFE en su mayoría tienen pendientes medias $\leq 20\%$, excepto 10 que fueron eliminadas. De CATASTRO se eliminaron 1 014 parcelas con pendiente mayor al 20 %.

3. Superposición geométrica de los mapas: se realizó mediante el software ArcGis 9 desde las tres coberturas individuales (CLC2000, MFE y CATASTRO), para obtener una cobertura resultante con las clases:

1. FOR-COR-CAT: coincidencia total.
2. FOR-CAT: coincidencia entre MFE y CATASTRO.
3. FOR-COR: coincidencia entre MFE y CLC2000.
4. COR-CAT: coincidencia entre CLC2000 y CATASTRO.
5. FOR: No existe coincidencia. Zona de dehesa según MFE.
6. COR: No existe coincidencia. Zona de dehesa según CLC2000.
7. CAT: No existe coincidencia. Zona de dehesa según CATASTRO.

En el Sistema de Información Geográfica (SIG), la cobertura obtenida en la superposición mantiene los datos originales de todas las teselas, sean estas coincidentes o no.

4. Evaluación de las coincidencias entre cada cartografía: mediante tablas de contingencia y calculando el coeficiente Kappa de Cohen (Foody, 1992).

También se analizaron los tipos de vegetación confundidos en los casos de discrepancia.

Para atenuar el efecto de la diferencia de escala, con el catastro, se probó a eliminar todas las parcelas catastrales aisladas e inferiores a 25 ha (no identificables por las otras dos cartografías), pero el grado de coincidencia/discrepancia no aumentó de forma significativa, por lo que se conservaron en el análisis final.

Todos los análisis y geoprosesamientos cartográficos se han realizado utilizando el software ArcGis9 (McCoy, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se expone el mapa de la provincia de Toledo, reflejando el resultado de la superposición, con una leyenda según las siete categorías obtenidas. La superficie resultante de la unión de los tres mapas es de 264 688 ha y la superficie en la que coinciden los tres, es de 53 052 ha, un 20% de la superficie total. Según CLC2000, la superficie de dehesa es de 128 016 ha (8,3 % de la superficie provincial), según MFE es de 151 743 ha (9,87 %) y según CATASTRO 164 897 ha (10,73 %).

Las diferencias se reflejan en las tablas de coincidencia/discrepancia, así como las frecuencias relativas (Tablas 2, 3 y 4) sin tener en cuenta las zonas en las que no tienen presencia ninguno de los mapas.

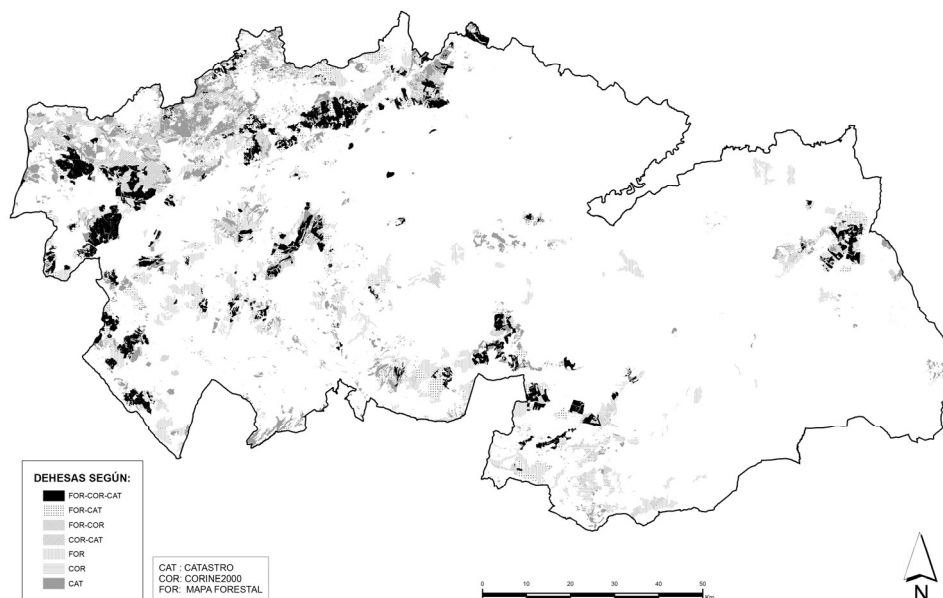


Figura 1. Mapa de zonas de dehesa en la provincia de Toledo en función de las diferentes cartografías.

Tabla 2. Coincidencias y discrepancias entre CLC2000 y MFE.

A: Superficie (ha), B: frecuencias relativas (%).

A	CLC2000			B	CLC2000		
	NO	SI	SUMA		NO	SI	
MFE	NO	1 326 760	58 226	1 384 986	MFE	NO	27,73
	SI	81 953	69 790	151 743		SI	39,03
	SUMA	1 408 713	128 016	1 536 729		SI	33,24

Coefficiente Kappa: 0,45 (grado de acuerdo moderado)

Tabla 3. Coincidencias y discrepancias entre CLC2000 y CAT.

A: Superficie (ha), B: frecuencias relativas (%).

A	CATASTRO			B	CATASTRO		
	NO	SI	SUMA		NO	SI	
CLC2000	NO	1 333 871	74 842	1 408 713	CLC2000	NO	36,89
	SI	37 961	90 055	128 016		SI	18,71
	SUMA	1 372 832	164 897	1 536 729		SI	44,39

Coefficiente Kappa: 0,57 (grado de acuerdo bueno)

**Tabla 4. Coincidencias y discrepancias entre MFE y CAT.
A: Superficie (ha), B: frecuencias relativas (%).**

A	CATASTRO			B	CATASTRO		
	NO	SI	SUMA		NO	SI	
MFE	NO	1 293 254	91 732	1 384 986	MFE	NO	37,68
	SI	78 578	73 165	151 743		SI	30,05
	SUMA	1 371 832	164 897	1 536 729		SUMA	32,27

Coefficiente Kappa: 0,40 (grado de acuerdo moderado)

CLC2000-MFE.

El coeficiente Kappa de los datos de la Tabla 2 es 0,45 (grado de acuerdo moderado). El CLC2000 clasifica 23 727 ha menos que MFE. El 39,03 % de zonas clasificadas en el MFE no son reconocidas por el CLC2000. El 27,73 % de las zonas clasificadas en el CLC 2000 no son reconocidas por el MFE. La clasificación es coincidente en un 33,24 %.

CLC2000-CATASTRO.

El coeficiente Kappa de los datos de la Tabla 3 es de 0,57 (grado de acuerdo bueno). CATASTRO clasifica 36 881 ha más que CLC2000. El 18,71 % de zonas clasificadas por CLC2000 no son reconocidas por CATASTRO. El 36,89 % de zonas clasificadas por CATASTRO no son reconocidas por CLC2000. La clasificación es coincidente en un 44,39 %.

MFE-CATASTRO.

El coeficiente Kappa de los datos de la Tabla 4 es 0,40 (grado de acuerdo moderado). CATASTRO clasifica 13 154 ha más que MFE. El 32,27 % de zonas clasificadas en MFE no son reconocidas por CATASTRO. El 37,68 % de las zonas clasificadas en CATASTRO no son reconocidas por MFE. La clasificación es coincidente en un 30,05 %.

El análisis de las zonas para saber qué clases de vegetación han sido confundidas en cada caso se refleja en las Figuras 2, 3 y 4. Las zonas clasificadas como dehesa sólo por el CLC2000, son clasificadas por el MFE y por el CATASTRO, según se indica en la Figura 2; las zonas clasificadas como dehesa sólo por el MFE, son clasificadas por el CLC2000 y por el CATASTRO, según se indica en la Figura 3; Las zonas clasificadas como dehesa sólo por el CATASTRO, son clasificadas por el CLC2000 y por el MFE, según la Figura 4.

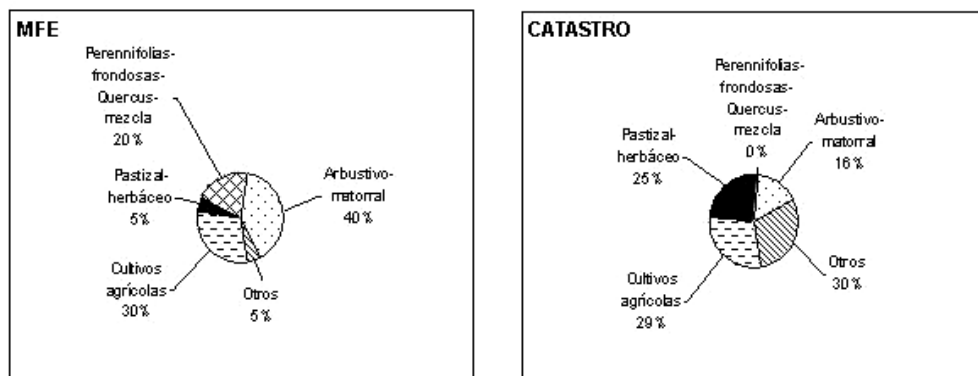


Figura 2. Clasificación del MFE y del CATASTRO de las zonas clasificadas como dehesa sólo por el CLC2000.

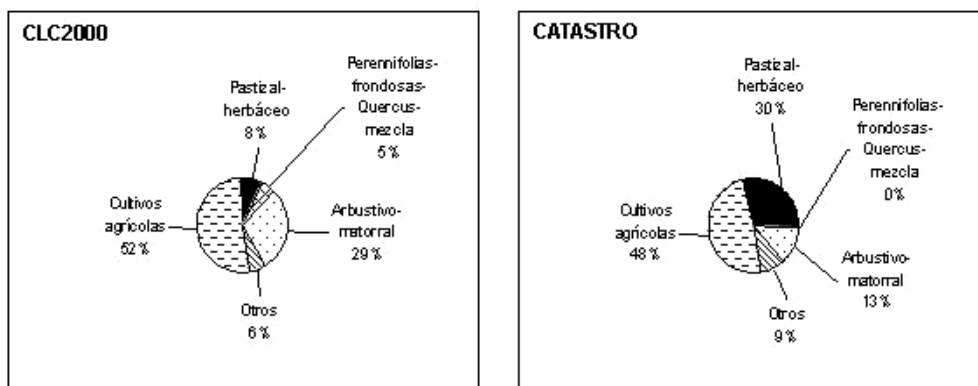


Figura 3. Clasificación del CLC2000 y del CATASTRO de las zonas clasificadas como dehesa sólo por el MFE.

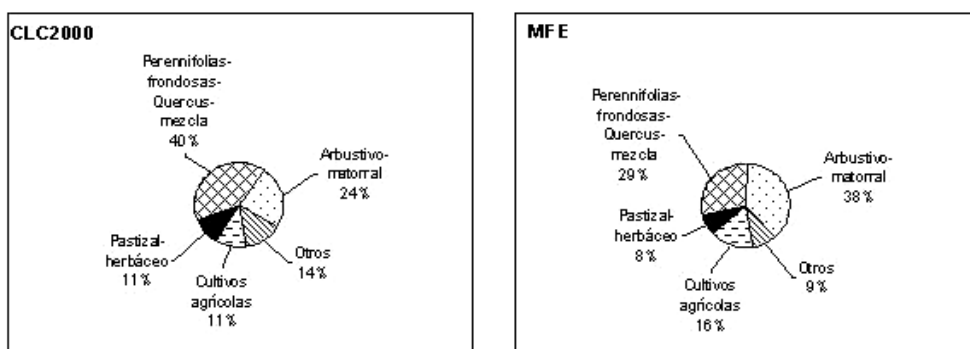


Figura 4. Clasificación del CLC2000 y del MFE de las zonas clasificadas como dehesa sólo por el CATASTRO.

Los datos catastrales, debido a su escala, se ajustan con mayor precisión a la realidad del terreno, si bien su base de datos es simple. En el caso de CLC2000, los campos de la base de datos son dos: código y uso, mientras que el número de clases es amplio. El grado de detalle de estas dos cartografías es el mismo tanto en las zonas agrícolas como forestales, mientras que el MFE, disponiendo de una base de datos compleja, sólo es efectivo en las zonas forestales.

En ningún caso se pretende poner de manifiesto si un mapa es mejor que otro, sino solamente los grados de coincidencia y discrepancia entre ellos.

CONCLUSIONES.

Una vez comparados los tres tipos de cartografía, se observa que el grado de coincidencia entre ellos es bajo. Si bien el dato referido a la superficie, de cada uno de ellos no difiere en demasía (CLC2000: 128 016 ha; MFE: 151 743 ha; CAT: 164 897 ha), diferencia máxima: 36 881 ha (2,4 % de la superficie provincial), sí existen mayores diferencias en su distribución espacial.

Lo que se presenta es un mapa de la provincia de Toledo donde existe total, mayor, menor o nula posibilidad de que una zona corresponda con la definición más extendida de la dehesa, utilizando la cartografía existente.

Mediante un único mapa se puede manejar la información de los tres. En su versión digital, se incluye además, la información de las tres bases de datos.

BIBLIOGRAFÍA

INFORME TÉCNICO I&CLC2000, 2000. Área de Teledetección. Subdirección Gral. de Geomática y Teledetección. Instituto Geográfico Nacional, 15 pp. Madrid.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 2002. CORINE2000, descripción de la nomenclatura del Corine Land Cover al nivel 5°. Área de Teledetección. Subdirección Gral. de Geomática y Teledetección, 62 pp. Madrid.

RUIZ DE LA TORRE, J., 1990. Mapa Forestal de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

JUNTA DE EXTREMADURA, 2002. Metodología para la elaboración de un Mapa de Vegetación y Recursos Forestales a partir del Mapa Forestal de España, 55 pp. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.

FOODY, G., 1992. On the Compensation for Change Agreement In Image Classification Accuracy Assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, **58** (10), 1459-1460.

McCOY, J., 2004. ArcGIS 9, Geoprocessing in ArcGIS. Environmental Systems Research Institute ESRI Inc., 370 pp. Redlands, California.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, 2004. Using ArcGIS, Spatial Analyst. ESRI Inc., 238 pp. Redlands, California.

PASTIZALES DESARROLLADOS EN LOS CULTIVOS ABANDONADOS DE OLIVAR-ALMENDRAL: IDENTIFICACIÓN DE LAS COMUNIDADES Y APROXIMACIÓN A SU VALOR PASTORAL

A. GARCÍA FUENTES, A. CANO ORTIZ, L. RUIZ Y E. CANO.

Departamento de Biología Animal, B. Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. Paraje Las Lagunillas s/n. E-23070 Jaén (España). E-mail: agarcia@ujaen.es

RESUMEN

Los cultivos de olivar-almendral abandonados son bastante frecuentes en Andalucía, sobre todo en los territorios subbéticos mesomediterráneos calizos situados a pie de ladera, con suelos pobres y delgados y con inclinaciones generalmente superiores al 15%. Estas condiciones inhóspitas, junto con la carestía actual de la mano de obra hacen que estos cultivos se encuentren abandonados sin practicárseles ningún tipo de labor agrícola. En ellos se desarrollan unos pastizales de media-baja calidad pero con suficiente biomasa como para alimentar un rebaño transterminante si la superficie del cultivo es suficiente. En caso de no ser aprovechado por ganado esta biomasa supone un fuerte riesgo de incendio cuando llega el estío. En este trabajo se ha tomado una finca localizada en el parque periurbano de Santa Catalina en Jaén que reúne las características descritas. Se han levantado inventarios fitosociológicos para la identificación de las comunidades de pastizal presentes y se les ha calculado su valor pastoral, poniendo de manifiesto su posible aprovechamiento ganadero.

Palabras clave: comunidades arvenses, fitosociología, estimación, zonas marginales.

PASTURES GROWING IN ABANDONED OLIVE AND ALMOND GROVES: IDENTIFICATION OF COMMUNITIES AND APPROACH TO THEIR PASTORAL VALUE ASSESSMENT

ABSTRACT

Abandoned olive and almond groves are common in Andalusia, especially in the Mesomediterranean Subbetic limestone territories at the foot of mountains, with poor, thin soil and slopes with an inclination of usually more than 15%. These unfavourable conditions and the current high cost of labour have meant that these areas are not farmed in any way. If the previously cultivated area is large enough, the pastures, of medium to poor quality, have enough biomass to feed locally trashumant herds. When not used for cattle rearing, this biomass poses a serious risk of fire in summer. This work studies one of these farms located in the periurban park of Santa Catalina, in Jaén. We have made a number of phytosociological relevés to identify these grassland communities and we have assessed their eventual value as pastures for cattle raising.

Key words: arvense communities, phytosociology, value assessment, marginal areas.

INTRODUCCIÓN

Durante la década de los años 60 se roturaron muchos terrenos de ladera de montaña con el fin de instaurar un cultivo mixto de olivos y almendros. Esta práctica se llevó a cabo en gran número de terrenos de media montaña, calizos y con retazos de bosque potencial de encinas o de sus etapas de sustitución (aulagares y tomillares fundamentalmente).

Dada la xericidad (calizas y en algunos casos dolomías), lo abrupto del terreno y el encarecimiento de la mano de obra, estos cultivos fueron abandonados de forma progresiva debido a la escasez de rendimientos que ofrecían. En pocos años estos cultivos de media montaña abandonados desarrollan una cubierta vegetal natural que puede ser aprovechada por ganado trashumante o transterminante de la zona.

Con este estudio pretendemos poner de manifiesto los tipos de pastizal presentes en este cultivo abandonado y su posible aprovechamiento ganadero estimando el valor pastoral de los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La finca estudiada se localiza en el territorio conocido como Parque Periurbano del Castillo de Santa Catalina, localizado en los alrededores de la ciudad de Jaén (Andalucía, sur de España). La superficie aproximada de esta finca es de 10.000 m², con una orientación NW y una altitud de 720 m. Los datos de UTM de la finca son 30S 429129E 4180137N. Al cultivo de olivar y almendros instaurado se le calcula una edad aproximada de 35 años. El suelo es altamente pedregoso y abrupto, con pendientes de más del 15 %; de naturaleza caliza y con suelos de escasa profundidad (litosoles en su mayor parte). En las zonas de mayor profundidad de suelo podemos encontrar retazos de cambisoles cálcicos.

El piso bioclimático en el que nos encontramos es un mesomediterráneo inferior con ombrotipo seco.

Recogida de datos

El estudio de las diferentes asociaciones vegetales se llevó a cabo a través de la metodología fitosociológica (Braun-Blanquet, 1928). Para las cuestiones nomenclaturales y de sintaxonomía de las comunidades vegetales hemos seguido las obras de Rivas-Martínez *et al.* (2001, 2002).

Las superficies muestreadas han sido de 1 m² para pastizales terofíticos, 4 m² para arvenses y 25 m² para matorrales y tomillares. El número total de inventarios levantados en la parcela es de 12. De los cuales 5 corresponden a comunidades de *Phlomidobrachypodietum*, 2 a formaciones de la alianza *Trachynion distachyae*, 3 muestreos de *Medicago-Aegilopetum* y 2 de formaciones de matorral de la alianza *Lavandulo-Genistion boissieri*. Estos inventarios fueron realizados en 2 transectos longitudinales y otros tantos transversales en la parcela estudiada, y fueron tomados en proporción dependiendo del areal que ocupaba cada una de las comunidades en la superficie total de la finca. En tal caso, y con la intención de calcular de forma aproximada la producción total de pastizal en esta hectárea de cultivo abandonado, hemos atribuido un porcentaje en función del número de muestreos levantados para cada comunidad detectada en la zona de estudio, ese porcentaje

estaría relacionado con el número de contactos visuales de cada comunidad a lo largo de los diferentes transectos longitudinales y transversales realizados en la parcela de estudio.

Para la determinación del valor pastoral se siguió la metodología de Daget y Poissonet (1972) y su desarrollo aplicado a los inventarios fitosociológicos (Amella y Ferrer, 1979; Ascaso *et al.*, 1996 y Barrantes *et al.* 2004). Para este cálculo se eligieron aquellos inventarios que reunían mayor número de especies características de asociación y/o unidades sintaxonómicas superiores.

RESULTADOS

Por los inventarios realizados podemos llegar a diferenciar claramente la comunidad de cerveral perteneciente a la clase *Lygeo-Stipetea*, dominada por la especie *Brachypodium retusum* (*Phomido lychnitis-Brachypodietum ramosi*). Se trata de pastizales dominados por gramíneas y labiadas asentadas sobre litosoles, desarrollados en ambientes xerofíticos. Esta comunidad suele aparecer muy ligada a los encinares y coscojares calizos mesomediterráneos, los cuales en este caso particular fueron desforestados para instaurar el cultivo de olivar-almendral. Esta comunidad de cerveral es dominante en cuanto a superficie de toda la finca, y podemos afirmar lo mismo para todo el parque periurbano. Estos cerverales suelen ser pobres en cuanto a calidad y presentan escasa palatabilidad junto con un alto contenido en fibra, pues la especie dominante se suele presentar con altos índices de abundancia-dominancia. No obstante, tal y como afirman otros autores (Cañellas, 1993; San Miguel, 2001), al encontrarse en los pies de encinares, coscojares y/o acebuchares el ganado los consume con avidez, enriqueciéndose la ración diaria al mezclar la dieta con ramoneo de los árboles.

La producción anual de este pastizal es de 675,1 UF ha⁻¹, siendo la primavera la época de mayor oferta porque estas comunidades se enriquecen de terófitos en esa estación (Tabla 1). No obstante, hemos de destacar que en el resto de estaciones la oferta no decrece mucho. Ello es debido a la presencia mayoritaria de la especie directriz (*Brachypodium retusum*) la cual al ser una gramínea hemicriptofítica su oferta es casi continua todo el año.

Respecto a esta comunidad, coincidimos con los resultados obtenidos por Barrantes *et al.* (op. cit.) en el valle del Ebro (Huesca). Estos autores obtienen una producción anual de 699 UF ha⁻¹, coincidiendo igualmente en un pico primaveral de producción.

Hemos realizado cuatro inventarios donde dominan las especies terofíticas de pequeña talla, realizados sobre suelos esqueléticos y con coberturas inferiores al 60%. Las especies dominantes son *Brachypodium distachyon*, *Atractylis cancellata*, *Medicago minima*, *Trifolium scabrum* y *Ononis mollis*; y en algún inventario aparece también la especie *Aegilops geniculata*. Con todos estos datos sólo podemos afirmar que se trata de pastizales terofíticos pertenecientes a la alianza *Trachynion distachyae*. La presencia de *Aegilops geniculata* en estos inventarios puede explicarse a que se corresponden con inventarios levantados sobre rodales que en algún momento han sufrido pastoreo, provocando una eutrofización del suelo, estando en tránsito hacia pastizales subnitrofilos de *Medicago rigidulae-Aegilopetum geniculatae*.

Tabla 1. Inventario medio y cálculo del valor pastoral de los cerverales de *Phlomidio-Brachypodietum retusi*

<i>Phlomidio-Brachypodietum retusi</i>	lab/dom	Cs	Is				Cs x Is			
			I	P	V	O	I	P	V	O
<i>Brachypodium retusum</i>	62,5	49,3	1	1	1	1	49,3	49,3	49,3	49,3
<i>Phlomis lychnitis</i>	15	11,8	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Helichrysum italicum</i> subsp. <i>serotinum</i>	2,5	2,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Teucrium pseudochamaepytis</i>	2,5	2,0	0	1	0	0	0,0	2,0	0,0	0,0
<i>Scorzonera angustifolia</i>	2,5	2,0	0	1	0	0	0,0	2,0	0,0	0,0
<i>Dianthus gaditanus</i>	2,5	2,0	0	1	0	0	0,0	2,0	0,0	0,0
<i>Thymus zygis</i> subsp. <i>gracilis</i>	2,5	2,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scabiosa sicula</i>	2,5	2,0	0	1	0	0	0,0	2,0	0,0	0,0
<i>Avena barbata</i>	2,5	2,0	1	2	1	1	2,0	3,9	2,0	2,0
<i>Ononis repens</i> subsp. <i>australis</i>	0,5	0,4	0	2	0	0	0,0	0,8	0,0	0,0
<i>Argyrolobium zanonii</i>	0,5	0,4	0	2	1	1	0,0	0,8	0,4	0,4
<i>Arrhenatherum album</i>	0,5	0,4	1	2	1	1	0,4	0,8	0,4	0,4
<i>Eryngium campestre</i>	0,5	0,4	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Aegilops geniculata</i>	0,5	0,4	0	2	0	0	0,0	0,8	0,0	0,0
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>maura</i>	0,5	0,4	0	3	0	0	0,0	1,2	0,0	0,0
<i>Dactylis hispanica</i>	0,5	0,4	0	2	1	2	0,0	0,8	0,4	0,8
<i>Biscutella megacarpea</i>	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>Crupina crupinastrum</i>	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>Ononis mollis</i>	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>Trifolium stellatum</i>	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>Pallenis spinosa</i>	0,5	0,4	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>Bellardia trixago</i>	0,5	0,4	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	101,5	80								
Suelo desnudo		20								
$\sum(Cs * Is)$							51,6	68,2	52,4	52,8
$VP = 0,2 \sum(Cs * Is)$							10,3	13,6	10,5	10,6
$UF ha^{-1} = 15VP$							154,9	204,5	157,2	158,4
$UF ha^{-1} año^{-1}$	675,1									

Al encontrarnos una escasez de taxones diferenciales de cualesquiera de las asociaciones de la alianza *Trachynion distachyae*, preferimos dejar a nivel de alianza la identificación de los mismos. En lo que respecta a su valor pastoral, tenemos que comentar que presentan una muy baja oferta forrajera, centrada en primavera al estar formada fundamentalmente por terófitos (Tabla 2).

Tabla 2. Inventario medio y cálculo del valor pastoral de los pastizales terófiticos calizos de *Trachynion distachyae*

<i>Trachynion distachyae</i>	lab/dom	Cs	Is				Cs x Is			
			I	P	V	O	I	P	V	O
<i>Brachypodium distachyon</i>	62,5	38,1	0	1	0	0	0,0	38,1	0,0	0,0
<i>Atractyllis cancellata</i>	15	9,1	0	1	0	0	0,0	9,1	0,0	0,0
<i>Medicago minima</i>	2,5	1,5	0	2	0	0	0,0	3,0	0,0	0,0
<i>Trifolium scabrum</i>	2,5	1,5	0	1	0	0	0,0	1,5	0,0	0,0
<i>Brachypodium retusum</i>	2,5	1,5	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Bellardia trixago</i>	2,5	1,5	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Avena barbata</i>	2,5	1,5	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Echinaria capitata</i>	2,5	1,5	0	1	0	0	0,0	1,5	0,0	0,0
<i>Trifolium stellatum</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Plantago afra</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Thymus zigys</i> subsp. <i>gracilis</i>	0,5	0,3	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Aegilops geniculata</i>	0,5	0,3	0	2	0	0	0,0	0,6	0,0	0,0
<i>Galium parisiense</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Helianthemum hirtum</i>	0,5	0,3	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Anagallis arvensis</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Crucianella angustifolia</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Vulpia myuros</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Bombycilaena erecta</i>	0,5	0,3	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Plantago lagopus</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Bromus matritensis</i>	0,5	0,3	0	2	0	0	0,0	0,6	0,0	0,0
Total	98,5	60								
Suelo desnudo		40								
$\sum(Cs * Is)$							1,5	58,2	1,5	1,5
$VP = 0,2 \sum(Cs * Is)$							0,3	11,6	0,3	0,3
$UF \text{ ha}^{-1} = 15VP$							4,6	174,5	4,6	4,6
$UF \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$	188,2									

También se han levantado inventarios de pastizal subnitrófilo dominado por *Aegilops geniculata* enriquecido con leguminosas y gramíneas terofíticas. Estos pastizales si se pastorean se enriquecen en gramíneas de mayor porte, como las diferentes especies de *Bromus spp.*. En cuanto a su valor pastoral hemos de decir que al igual que en el caso anterior, al ser pastizales terofíticos, son sólo aprovechables en primavera, siendo su valor pastoral bajo (Tabla 3).

Tabla 3. Inventario medio y cálculo del valor pastoral de los pastizales subnitrófilos calizos de *Medicago rigidulae-Aegilopetum geniculatae*

<i>Medicago rigidulae-Aegilopetum</i>	lab/dom	Cs	Is				Cs x Is			
			I	P	V	O	I	P	V	O
<i>Aegilops geniculata</i>	62,5	34,2	0	2	0	0	0,0	68,4	0,0	0,0
<i>Atractyllis cancellata</i>	15	8,2	0	1	0	0	0,0	8,2	0,0	0,0
<i>Medicago minima</i>	15	8,2	0	2	0	0	0,0	16,4	0,0	0,0
<i>Trifolium scabrum</i>	15	8,2	0	1	0	0	0,0	8,2	0,0	0,0
<i>Plantago afra</i>	2,5	1,4	0	1	0	0	0,0	1,4	0,0	0,0
<i>Lagurus ovatus</i>	2,5	1,4	0	1	0	1	0,0	1,4	0,0	1,4
<i>Dactylis hispanica</i>	2,5	1,4	0	2	1	2	0,0	2,7	1,4	2,7
<i>Hippocrepis biflora</i>	2,5	1,4	0	1	0	0	0,0	1,4	0,0	0,0
<i>Ononis mollis</i>	2,5	1,4	0	1	0	0	0,0	1,4	0,0	0,0
<i>Vulpia myuros</i> subsp. <i>sciuroides</i>	2,5	1,4	0	1	0	0	0,0	1,4	0,0	0,0
<i>Bellardia trixago</i>	0,5	0,3	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Thymus zygis</i> subsp. <i>gracilis</i>	0,5	0,3	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scabiosa sicula</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Brachypodium distachyon</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Galium parisiense</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Leontodon longirostris</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Bromus matritensis</i>	0,5	0,3	0	2	0	0	0,0	0,5	0,0	0,0
<i>Blackstonia perfoliata</i>	0,5	0,3	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Omphalodes linifolia</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Silene colorata</i>	0,5	0,3	0	1	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Bombycilaena erecta</i>	0,5	0,3	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
		0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	128	70								
Suelo desnudo		30								
$\sum(Cs*Is)$							0,0	112,9	1,4	4,1
$VP = 0,2 \sum(Cs*Is)$							0,0	22,6	0,3	0,8
$UF ha^{-1} = 15VP$							0,0	338,8	4,1	12,3
$UF ha^{-1} año^{-1}$	355,2									

Asimismo hemos levantado dos muestreos en un pequeño rodal donde todavía quedan restos de vegetación seral, concretamente aulagares de *Ulex parviflorus* que encuadraremos dentro de la alianza *Lavandulo-Genistion boissieri*. Se trata de formaciones de matorral (aulagares fundamentalmente, junto con algún romero y cantuesos) que ofertan pasto durante todo el año, y que en conjunto presentan un buen valor pastoral (Tabla 4).

Tabla 4. Inventario medio y cálculo del valor pastoral de los matorrales seriales calizos de *Lavandulo-Genistion boissieri*.

<i>Lavandulo-Genistion boissieri</i>	lab/dom	Cs	Is				Cs x Is			
			I	P	V	O	I	P	V	O
<i>Ulex parviflorus</i>	62,5	30,1	1	1	1	1	30,1	30,1	30,1	30,1
<i>Brachypodium retusum</i>	37,5	18,1	1	1	1	1	18,1	18,1	18,1	18,1
<i>Helichrysum stoechas</i>	2,5	1,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Thymus zigys</i> subsp. <i>gracilis</i>	2,5	1,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phagnalon rupestre</i>	2,5	1,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Bellardia trixago</i>	2,5	1,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coris monspeliensis</i>	2,5	1,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dactylis hispanica</i>	2,5	1,2	0	2	1	2	0,0	2,4	1,2	2,4
<i>Arrhenatherum album</i>	2,5	1,2	1	2	1	1	1,2	2,4	1,2	1,2
<i>Digitalis obscura</i>	2,5	1,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Carlina corymbosa</i>	2,5	1,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Campanula rapunculus</i>	2,5	1,2	0	1	0	0	0,0	1,2	0,0	0,0
<i>Clematis flammula</i>	2,5	1,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Argyrolobium zanonii</i>	0,5	0,2	0	2	1	1	0,0	0,5	0,2	0,2
<i>Eryngium campestre</i>	0,5	0,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Asparagus albus</i>	0,5	0,2	0	1	0	1	0,0	0,2	0,0	0,2
<i>Hippocrepis scabra</i>	0,5	0,2	0	1	0	0	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Coronilla scorpioides</i>	0,5	0,2	0	1	0	0	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Daphne gnidium</i>	0,5	0,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ononis viscosa</i>	0,5	0,2	0	1	0	0	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Torilis leptophylla</i>	0,5	0,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phlomis lychnitis</i>	0,5	0,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phlomis purpurea</i>	0,5	0,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Polygala monspeliaca</i>	0,5	0,2	0	1	0	0	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>maura</i>	0,5	0,2	0	2	0	1	0,0	0,5	0,0	0,2
<i>Teucrium capitatum</i>	0,5	0,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Andryala integrifolia</i>	0,5	0,2	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Linum suffruticosum</i>	0,5	0,2	0	1	0	0	0,0	0,2	0,0	0,0
Total	135	64								
Suelo desnudo		35								
$\sum(Cs*Is)$							49,4	56,6	50,8	52,5
$VP = 0,2 \sum(Cs*Is)$							9,9	11,3	10,2	10,5
$UF ha^{-1} = 15VP$							148,1	169,7	152,4	157,4
$UF ha^{-1} año^{-1}$	627,6									

Finalmente, en la tabla 5 mostramos los resultados totales de producción en UF, estimados en función del porcentaje de inventarios levantados para cada comunidad en los diferentes transectos realizados en la parcela de estudio.

Tabla 5. Resultados de producción en UF en función del porcentaje de inventarios levantados para cada comunidad en los diferentes transectos realizados al muestrear la parcela de estudio.

Comunidad	n° Inv.	% del total (12)	VP (UF ha ⁻¹ año ⁻¹)	Porcentajes sobre el VP de cada comunidad
<i>Phlomido-Brachypodietum</i>	5	41,67%	675,1	281,3
<i>Trachynion distachyae</i>	2	16,67%	188,2	31,4
<i>Medicago-Aegilopetum</i>	3	25%	355,2	88,8
<i>Lavandulo-Genistion</i>	2	16,67%	627,6	104,6
VP total en la parcela de estudio				506,1

CONCLUSIONES

1. Los cultivos de olivar-almendral abandonados suponen un recurso pastable en los territorios subbéticos calcáreos del sur peninsular, pudiendo mantener una pequeña cabaña ganadera trasterminante que controla el crecimiento de la cubierta herbácea disminuyendo así el peligro de incendio, y a su vez, aportando materia orgánica al suelo y mejorando la calidad del pasto.
2. Las formaciones más comunes detectadas en el territorio de estudio han sido los pastos terofíticos pioneros asentados sobre suelos esqueléticos, los cuales progresan hacia comunidades más estables como son los pastizales subnitrófilos de *Medicago-Aegilopetum* o los vivaces de *Phlomidio-Brachypodietum retusi*. También tienen presencia los restos de matorral serial de *Lavandulo-Genistion boissieri*.

BIBLIOGRAFÍA

- AMELLA, A.; FERRER, C., 1979. *Utilización de un método fitosociológico en la determinación del valor nutritivo de pastos*. Trabajos del I.E.P.G.E., 37. CSIC-Universidad de Zaragoza, 10pp. Zaragoza (España).
- ASCASO, J.; FERRER, C.; MAESTRO, M., 1996. Valoración estacional y anual de los recursos pastables en Maestrazgo de Castellón. En *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 161-166.
- BARRANTES, O. ; REINÉ, R. ; ASCASO, J. ; MENDOZA, A.; BROCA, A.; FERRER, C., 2004. Pastos arbustivos y pastizales del tipo lasto-timo-aliagar de la Depresión del Ebro en la provincia de Huesca. Tipificación, cartografía y valoración. En: *Pastos y Ganadería extensiva*, 601-611. Ed. B. García Criado; A. García Ciudad; B.R. Vázquez de Aldana; I. Zabalgoeazcoa. Salamanca (España).
- BRAUN-BLANQUET, J., 1928. *Pflanzensoziologie*. 330 pp. Berlin.
- CAÑELLAS, I., 1993. *Ecología, características y usos de los coscojares (*Quercus coccifera* L.) en España*. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Montes. Madrid.
- DAGET, P.; POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages*, **49**, 31-39.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; LOUSA, M. Y PENAS, A., 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itin. Geobot.*, **14**, 5-341.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M. y PENAS, A., 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itin. Geobot.*, **15** (1, 2), 5-922.
- SAN MIGUEL AYANZ, A., 2001. *Pastos naturales españoles*. Ed. Fund. Conde del Valle de Salazar y Mundi-Prensa. 320 pp. Madrid.

**VALOR ECOLOGICO Y PASTORAL DE LAS GLERAS CALIZAS
(*Iberidion spathulatae* Br.-Bl. 1948) EN EL PIRINEO ARAGONÉS**

A. MARINAS, R. GARCÍA-GONZÁLEZ, D. GÓMEZ, M. GARTZIA, Y A. CAMPO.

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Apdo. 64, 22700 Jaca (Huesca)

RESUMEN

En los pastos de puerto pirenaicos las gleras o pedrizas ocupan amplias superficies que, a pesar de su baja cobertura vegetal, son frecuentadas por el ganado ovino y los ungulados silvestres. En este trabajo calculamos el valor ecológico y pastoral de estas comunidades glareícolas calizas que se encuadran en la Alianza *Iberidion spatulatae* y entre las que aparece como más extendida en el Pirineo calizo la asociación *Crepidetum pygmaeae*. El valor ecológico (VE) encontrado para estas gleras es muy alto (9,6), en contraposición a la cobertura vegetal (7,7%) y la producción vegetal (4,7 g MS/m²/año) que presentan valores muy bajos. Todas las especies analizadas químicamente muestran altos valores en calcio y magnesio, siendo *Crepis pygmaea* la que presenta mayor contenido de estos minerales (3,5 y 0,7 % respectivamente). Se ha encontrado también una elevada concentración de lignina en las especies analizadas (casi todas mayores al 10%) y destaca en particular la de *Valeriana montana* que alcanza el 16%.

Palabras clave: pedrizas, interés ecológico, producción, pastos supraforestales.

**ECOLOGICAL AND PASTORAL VALUES OF THE CALCAREOUS SCREES
(*Iberidion spathulatae* Br.-Bl. 1948) IN THE ARAGONESE PYRENEES**

SUMMARY

Scree occupies an extensive surface in the Pyrenean high mountain and, in spite of its low plant cover, are frequently walked around by sheep herds and chamois. In this work, we calculate the ecological and pastoral value of these communities which can be included in the Al. *Iberidion spathulatae* and, particularly, the As. *Crepidetum pygmaeae* that appears as the most extended. A high ecological value has been found, quite the opposite to plant cover (7,7%) and plant production (4,7 g MS/m²/año) which showed rather low values. High contents in Ca and Mg have been found, being *Crepis pygmaea* that showed the highest ones (3,5 y 0,7 % respectively). Furthermore, high lignin content has been found in the analyzed plants (almost in all the cases above 10%), among them it should be pointed out *Valeriana montana* which reaches 16%.

Key words: Stony place, ecological interest, production, alpine pastures.

INTRODUCCIÓN

La acción intensa y prolongada de los factores físicos que actúan como agentes erosivos en la alta montaña, en particular el hielo-deshielo, han dado lugar a la formación de laderas de derrubios, muchas veces con pendientes muy pronunciadas, denominadas pedrizas -en Aragón “gleras”- que caracterizan el paisaje de la alta montaña y ocupan superficies muy amplias, sobre todo en los pisos alpino y subalpino. Frente a lo que pudiera sugerir su aspecto, las gleras no constituyen un medio árido; más bien al contrario, la cubierta de piedras protege suelos a menudo bien constituidos, empapados en primavera por el agua de la fusión nival que la retienen hasta bien entrado el verano (Braun-Blanquet, 1948). La principal restricción ecológica de estos ambientes es el movimiento más o menos intenso del sustrato, provocado a su vez por la pendiente y la morfología y volumen de los bloques de piedra. Esta inestabilidad del suelo provoca la rotura de tallos y el desarraigo e impide la colonización a la mayor parte de plantas. Se explica así la baja cobertura vegetal, que en muchas zonas ni siquiera alcanza el 1% y una flora especializada, con adaptaciones conspicuas a la reptación o al rebrote y, en muchos casos, con distribución muy restringida, lo que les confiere una gran singularidad florística y fisionómica (Baudière y Bonnet, 1963).

Los pastos de estas pedrizas calizas de alta montaña, se incluyen en la Alianza *Iberidion spathulatae* Br.-Bl., 1948, dentro de la Clase THLASPIETEA ROTUNDFOLII Br.-Bl., 1947 e incluyen distintas comunidades vegetales en el Pirineo que comparten un amplio cortejo florístico, más algunas especies endémicas que caracterizan las distintas asociaciones; la más abundante y extendida en el Pirineo calizo es el *Crepidetum pygmaeae* Br.-Bl., 1948 que se distribuye también por los Montes Cantábricos (Rivas Martínez, 1977). Estimamos el valor ecológico y pastoral de estas comunidades a partir de datos tomados en los puertos de Aísa y Borau en el Pirineo Occidental de Huesca y analizamos químicamente las principales especies vegetales de esta comunidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

La valoración eco-pastoral de estos pastos se ha realizado siguiendo el protocolo propuesto por Gómez-García *et al.* (2001 y 2002) y García-González *et al.* (2003). El valor ecológico se ha calculado a partir de 39 inventarios de vegetación del *Crepidetum pygmaeae* de todo el Pirineo procedentes de fuentes propias y bibliográficas.

Para el cálculo de los valores de cobertura, producción y análisis químico, se muestrearon a mitad de Agosto de 2004 seis gleras calizas en los puertos de Aísa y Borau (Pirineo occidental de Huesca), entre 1540 y 2140 m de altitud, en orientación sur predominante y en pendientes superiores a 30°. No disponemos de registros climáticos prolongados de la zona de muestreo, pero la temperatura media y la pluviometría durante el mes de agosto es 15,6 °C y 63,5 ml respectivamente (media de 15 años) y durante el periodo de muestreo (Agosto 2004) 15,6 °C y 37,8 ml. Para el cálculo de la producción se utilizó el método del corte en el pico máximo de biomasa, evitando las zonas más fijadas donde aparecen retazos del *Festucion scopariae*. Para calcular la producción y la cobertura en cada parcela, se trazó al azar un transecto longitudinal formando un ángulo de 45° con la pendiente. Su longitud osciló entre 150 y 360 m dependiendo de la extensión de la glera. La cobertura vegetal de cada parcela se obtuvo con el método “line intercept” (Floyd y Anderson, 1987). En los transectos cada 5 m se cortó manualmente la biomasa aérea en un círculo de 1 m². Las muestras se limpiaron, se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C

durante 48 h y se pesaron para determinar la producción. Las siguientes especies características se separaron de las muestras de biomasa para analizarlas químicamente: *Crepis pygmaea* (CRE-PIG), *Nepeta neptella* (NEP-NEP), *Rumex scutatus* (RUM-SCU), *Scrophularia canina* subsp. *crithmifolia* (SCR-CAN), *Silene vulgaris* subsp. *glareosa* (SIL-VUL), *Valeriana montana* (VAL-MON) y *Cirsium eriophorum* (CIR-ERI), esta última más propia de ambientes nitrófilos pero abundante en las zonas de muestreo como indicio del paso de ganado.

La concentración de nitrógeno (N) se determinó mediante el método Kjeldahl. Las proporciones de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD) se determinaron mediante el método secuencial de van Soest (1994) y la digestibilidad in vitro de la materia seca (DMS_e) con el método enzimático propuesto por Aufrère y Michalet-Dorau (1990), utilizando celulasas de *Tricoderma viridae* (ONOUKA R-10 de MERC). La concentración de fósforo (P) se obtuvo por colorimetría del amarillo vanadomolibdofosfórico, la de potasio (K) mediante espectrofotometría de emisión atómica y las de calcio (Ca) y magnesio (Mg) por espectrofotometría de absorción atómica.

Para valorar la significación en la producción y cobertura de las diferentes parcelas se realizaron test no paramétricos de Kruskal-Wallis y U-Mann-Whitney. Para testar la posible relación entre la producción primaria aérea y la cobertura vegetal se hizo una regresión lineal. Para ello se realizó la normalización de los datos con una transformación logarítmica en base 10 de $x+1$ (siendo x los valores de producción y de cobertura).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición florística

En la tabla 1 se muestra el inventario tipo de *Iberidion spathulatae*, con las plantas características y las especies acompañantes. La riqueza específica, obtenida a partir del promedio del número de especies por inventario, ha sido de 14,7 especies. La cobertura vegetal, promedio de los inventarios, es 17% y la inclinación media es 30°. Destaca la fidelidad en la comunidad de *Crepis pygmaea*, *Veronica nummularia*, *Festuca glacialis* y *Pritzelago alpina* entre las especies características y la de *Poa alpina*, *Festuca gautieri* y *Helictotrichon sedenese* entre las acompañantes. Entre las especies más abundantes están *Rumex scutatus*, *Doronicum grandiflorum* y el propio *Crepis pygmaea*.

Valor ecológico

El valor ecológico obtenido es 9,6 que resulta alto en comparación con los de los pastos densos de puerto como *Bromion erecti* (3,8), mientras alcanza valores similares a las comunidades de *Festucion scopariae* (8,5) o pastos densos y muy innivados como los del *Primulion intricatae* (10,5) (Gartzia et al., 2005).

Tabla 2. Inventario tipo de *Iberidion spathulatae* para el cálculo de su Valor Ecológico. Inv. es el % de inventarios en los que aparece la especie; Abu. es la abundancia media de cada especie; Ve, es el valor especie según Gómez-García *et al.* (2001).

Especies características	Inv.	Abu.	Ve	Especies compañeras	Inv.	Abu.	Ve
<i>Crepis pymaeeae</i>	100,0	0,9	2,7	<i>Poa alpina</i>	59,0	0,4	1,7
<i>Veronica numularia</i>	51,3	0,6	3,7	<i>Festuca gautieri</i>	56,4	0,6	2,7
<i>Campanula cochlearifolia</i>	41,0	0,4	2,9	<i>Helictotrichon sedenense</i>	41,0	0,4	2,6
<i>Doronicum grandiflorum</i>	25,6	1,0	2,7	<i>Taraxacum pyrenaicum</i>	38,5	0,2	2,6
<i>Poa minor</i>	10,3	0,3	3,2	<i>Saxifraga aizoides</i>	35,9	0,2	1,8
<i>Festuca glacialis</i>	56,4	0,8	3,7	<i>Thymus praecox</i>	28,2	0,5	1,6
<i>Prtzelago alpina</i>	51,3	0,2	1,9	<i>Silene caulis</i>	25,6	0,3	1,8
<i>Festuca pyrenaica</i>	46,2	0,4	4,0	<i>Arenaria purpurascens</i>	23,1	0,3	3,2
<i>Ranunculus parnassifolius</i>	17,9	0,6	3,8	<i>Leucanthemopsis alpina</i>	17,9	0,1	2,3
<i>Saxifraga praetermissa</i>	15,4	0,9	3,2	<i>Potentilla nivalis</i>	15,4	0,3	3,0
<i>Rumex scutatus</i>	12,8	1,1	1,3	<i>Thymus nervosus</i>	15,4	0,1	3,6
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	12,8	0,5	2,0	<i>Plantago alpina</i>	12,8	0,7	2,2
<i>Ranunculus alpestris</i>	10,3	0,3	3,1	<i>Cystopteris fragilis</i>	12,8	0,3	0,3
<i>Arabis alpina</i>	10,3	0,1	1,1	<i>Sideritis hyssopifolia</i>	12,8	0,3	2,3
<i>Iberis spathulata</i>	2,6	0,1	3,8	<i>Trifolium thalii</i>	12,8	0,3	3,0
<i>Reseda glauca</i>	2,6	0,1	4,0	<i>Erodium foetidum</i>	12,8	0,1	3,2
<i>Carduus carlinoides</i>	66,7	0,6	3,0	<i>Galium marchandii</i>	12,8	0,1	3,6
<i>Galium pyrenaicum</i>	48,7	0,4	3,3	<i>Leontodon pyrenaicus</i>	12,8	0,1	2,8
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	41,0	0,3	1,7	<i>Saxifraga moschata</i>	12,8	0,1	2,0
<i>Linaria alpina</i>	17,9	0,2	2,6	<i>Erigeron uniflorus</i>	10,3	0,1	2,4
				<i>Carduus carlinifolius</i>	10,3	0,1	3,0

Valor pastoral

La producción media obtenida para esta comunidad es 4,7 g MS/m²/año (d.t = 11,8; n = 241) y el máximo y mínimo son 9,3 y 1,9 g MS/m²/año respectivamente. La cobertura vegetal media es 7,7 %, con un rango de variación de 2,7-11%. Gómez y Remón (1993) obtienen una cobertura vegetal para este tipo de gleras similar a la encontrada en este trabajo, pero su producción es mayor. Según Körner (1999) para pastos alpinos rocosos y con baja cobertura vegetal, la producción también es superior a la encontrada en este trabajo (27 g MS/m²/año). Existen diferencias significativas en la producción (p = 0,004) y en la cobertura vegetal (p= 0,019) de las distintas gleras. Las parcelas que tienen menos producción son las que presentan más diferencias significativas con el resto.

En la figura 1 se representa la relación que existe entre la producción y la cobertura vegetal en las gleras calizas muestreadas (r²=0,60; n=33; p<0,001). La ecuación de la regresión que las relaciona es la siguiente: Log (Producción primaria aérea (g MS/m²/año)+1)=-0,016 + 0,81 * Log (Cobertura vegetal (%)+1).

En la tabla 2 se pueden observar los resultados de los análisis químicos de las especies estudiadas. Todas presentan altos valores en lignina, en digestibilidad enzimática de la MS y en concentración de calcio y magnesio. *Valeriana montana* y *Crepis pygmaea* destacan por su bajo contenido en FND, alto en LAD y en DMSe. Estos altos porcentajes de LAD también se han encontrado en otras plantas dicotiledóneas alpinas (García-González *et al.*, 2004; Marinas, 2002). Por el momento no podemos interpretar la alta presencia de lignina, si bien las gleras pueden alcanzar temperaturas estivales muy altas (Körner, 1999) y la presencia de lignina podría estar relacionada con adaptaciones a cierto estrés térmico. También podría considerarse su posible papel antiherbívoro, en un ambiente donde la escasísima cobertura vegetal y un alto tránsito de herbívoros, especialmente ovejas y sarrios, harían particularmente útiles la presencia de metabolitos disuasorios. Hay que reseñar, no obstante, que la lignina tiene una estructura compleja y desconocida y es casi imposible conocer su concentración pura en una planta (Cherney, 2000). La LAD, calculada con el método utilizado de van Soest (1994) mediante el ácido sulfúrico, puede contener cutina y otro tipo de carbohidratos, lo que podría enmascarar su concentración real.

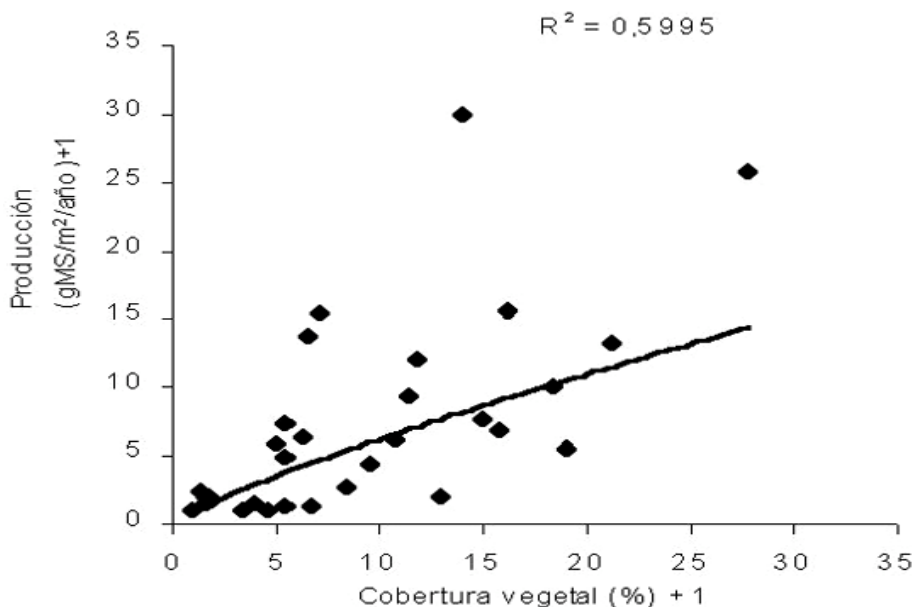


Figura 1.- Relación entre la cobertura vegetal (%) y la producción primaria aérea (g MS/m²/año) de las gleras calizas muestreadas en el Pirineo Occidental de Huesca.

Tabla 3.- Valores medios de la composición química (% de la MS) de las principales plantas de gleras. Fenología de cada especie y número de muestras analizadas (N°).

	CIR-ERI	CRE-PYG	NEP-NEP	RUM-SCU	SCR-CAN	SIL-VUL	VAL-MON
N°	1	6	6	13	4	1	2
Fenología	3	2-3	2-3	4-5	5-6	4-5	1
FND	64,3	42,9	56,2	53,4	47,9	50,5	42,8
FAD	36,7	23,4	33,5	31,8	32,7	25,1	26,4
LAD	14,6	11,1	11,9	11,4	12,3	7,7	16,0
DMSe	67,0	80,2	63,8	61,8	65,5	76,5	76,1
N	2,51	2,19	2,21	2,26	0,97	2,27	1,83
P	0,17	0,13	0,29	0,14	0,06	0,21	0,17
K	2,54	1,33	2,47	2,06	0,92	4,64	1,86
Ca	2,53	3,54	1,89	2,81	1,36	2,29	1,66
Mg	0,48	0,71	0,30	0,68	0,24	0,40	0,37

Fenología: 1, en crecimiento; 2, comienzo de la floración; 3, en flor; 4, inicio de la fructificación; 5, en fruto; 6, con frutos maduros y/o en dehiscencia.

El Valor Pastoral potencial, según el método propuesto por Gómez-García *et al.* (2002), de *Iberidion spathulatae* resultaría igual a 0,1. Esta comunidad, junto a *Saxifragion mediae* presenta los valores más bajos entre las comunidades estudiadas. En el otro extremo, la asociación *Carici graniticae-Festucetum eskiae*, la mezcla *Bromion erecti-Nardion strictae* y las majadas presentan hasta la fecha los valores pastorales más altos (5,6; 5,4 y 5,5 respectivamente) en la zona de estudio (Gartzia *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los estudios de vegetación citados anteriormente, la comunidad glareícola estudiada ha mostrado un alto valor ecológico constituido principalmente por un notable valor florístico, que, a su vez, traduce la abundancia de endemismos y especies de reducida área de distribución y compensa la baja diversidad de estos pastos.

La producción primaria aérea y la cobertura vegetal de las gleras son muy bajas y por tanto su valor pastoral potencial es muy reducido en comparación con los pastos densos de las zonas menos pendientes. Sin embargo, la extensa superficie que ocupan las gleras junto a la presencia de algunas especies de notable valor nutritivo, aconseja considerar estas comunidades a la hora de valorar los puertos y, en particular, las zonas situadas a mayor altitud.

Las altas concentraciones de Ca y Mg observadas, pueden estar muy relacionadas con la naturaleza básica de los suelos en los que abundan estos minerales. Por el momento no podemos interpretar la alta presencia de lignina en las plantas analizadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la ayuda de O. Fernández en los muestreos de campo, de A. Millán y J. Cervantes por su ayuda con los datos de clima y de J. Azorín, E. Ubieto y R. Galindo por la realización de los análisis químicos. Asimismo agradecemos a F. Fillat, B. García Criado, F. Muñoz y a J. Plaixats su asesoramiento para la interpretación de los análisis químicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUFRÈRE, J.; MICHALET-DOREAU, B., 1990. Nouvelles méthodes d'estimation de la valeur alimentaire des fourrages. II Méthodes enzymatiques. *Fourrages*, **122**, 203-217.

BAUDIÈRE, A.; BONNET, A.L.M., 1963. Introduction à l'étude de la végétation des éboulis de la zone alpine des Pyrénées orientales. *Naturalia Monspelienis*, **15**, 13-28.

BRAUN-BLANQUET, J., 1948. La végétation alpine des Pyrénées orientales. Monografía de la Estación de Estudios Pirenaicos, CSIC. Barcelona.

CHERNEY, D. J. R., 2000. Characterization of forages by chemical analysis. En: *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*, 281-300. Ed. GIVENS, D. I. et al. CABI Publishing, Wallingford, UK.

FLOYD, D. A.; ANDERSON, J. E., 1987. A comparison of three methods for estimating plant cover. *Journal of Ecology*, **75**, 221-228.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; GÓMEZ, D., 2003. Comparación de métodos de valoración pastoral en especies pascícolas pirenaicas. En: *Pastos, desarrollo y conservación (S.E.E.P.)*, 437-442. Ed. ROBLES CRUZ, A. B., et al. Granada.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; GARCÍA CRIADO, B.; GARCÍA CIUDAD, A.; ALVERA, B., 2004. Comparación interanual de la composición química de las especies pascícolas pirenaicas. En: *Pastos y ganadería extensiva (SEEP)*, 209-214. Ed. GARCÍA CRIADO, B. et al. Salamanca.

GARTZIA, M.; MARINAS, A.; CAMPO, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ-GARCÍA, D., 2005. Valoración eco-pastoral de los pastos del puerto de Aísa (Pirineo Occidental). *XLV Reunión Científica de la SEEP*. Gijón. (este volumen)

GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; ALDEZABAL, A., 2002. An eco-pastoral index for evaluating Pyrenean mountain grasslands. En: *Multi-Function Grasslands: Quality Forages, Animal Products and Landscapes (European Grassland Federation)*, 922-923. La Rochelle, Francia.

GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; REMÓN, J. L., 2001. Una valoración ecológica de los pastos del Pirineo. *XLI Reunión Científica de la SEEP.*, 201-207. Alicante.

GÓMEZ-GARCÍA, D.; REMÓN, J. L., 1993. Tipificación, cartografía y producción de los pastos supraforestales en el Pirineo Occidental español: objetivos y métodos. En: *Nutri. de rumi. en zonas áridas y de montaña y su relación con la cons. del medio nat.*, 35-47. Granada.

KÖRNER, C., 1999. *Alpine plant life*. Springer, 338 pp. Berlin, Alemania.

MARINAS, A., 2002. *Valoración nutritiva de especies de pastos pirenaicos*. Informe inédito Instituto de Estudios Altoaragones. Huesca.

RIVAS MARTÍNEZ, S., 1977. La vegetación de los pedregales de los Pirineos (*Thlaspietea rotundifolii*). *Phytocoenologia*, 4: 193-196.

VAN SOEST, P. J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2d/Ed. Cornell Uni. New York.

VALORACIÓN ECO-PASTORAL DE LOS PASTOS DEL PUERTO DE AÍSA (PIRINEO OCCIDENTAL)

M. GARTZIA, A. MARINAS, A. CAMPO, R. GARCÍA-GONZÁLEZ Y D. GÓMEZ.

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Apdo.64, 22700 Jaca (Huesca)

RESUMEN

Aplicando un método de valoración ecológica y pastoral desarrollado en trabajos previos, en este trabajo procedemos a la valoración de un puerto concreto (Puerto de Aísa) ubicado en el Pirineo occidental. Utilizamos un mapa de vegetación digitalizado (escala 1:5000), al que superpusimos una capa de distribución del ganado. Las comunidades vegetales de *Primulion intricatae* e *Iberidion spathulatae* son las que poseen un mayor valor ecológico. Las comunidades de *Festucion eskiae*, *Bromion erecti* y majadas son las que presentan mayor valor pastoral potencial. Ambos índices están inversamente correlacionados. Atendiendo a su superficie, el Puerto de Aisa posee un valor ecológico considerablemente mayor que su valor pastoral, lo cual hace recomendable su inclusión en alguna figura de protección.

Palabras clave: valor ecológico, valor pastoral, pastos de puerto

ECO-PASTORAL VALUATION OF AÍSA SUMMER PASTURES (WESTERN PYRENEES)

SUMMARY

An eco-pastoral valuation of a particular summer range in western Pyrenees (Puerto de Aisa) has been carried out applying a method developed by the authors in previous studies. We used a digitized vegetation map (1:5000) of the study area overlapped to a livestock distribution layer. Plant communities of *Primulion intricatae* and *Iberidion spathulatae* have the greatest ecological value. *Festucion eskiae*, *Bromion erecti* and livestock resting places show the greatest pastoral value. Both indices are inversely correlated. Regarding its surface the study area has an ecological value substantially greater than their pastoral value. This fact suggests the convenience to consider this area for some legal protection form.

Key words: ecological value, pastoral value, alpine pasture, summer range.

INTRODUCCIÓN

Los territorios pastorales están sujetos a un creciente proceso de uso y explotación por diversas actividades humanas (urbanismo, turismo, caza). Al igual que para otro tipo de ecosistemas, cada vez se hace más necesario para gestores y usuarios de estos espacios, disponer de herramientas precisas para evaluar el impacto de dichas actividades. En trabajos anteriores propusimos un sistema de evaluación para espacios pastorales basado en una doble valoración ecológica y pastoral (Gómez *et al.*, 2001; Gómez *et al.*, 2002). El índice eco-pastoral (VEP) propuesto, se basa en la cuantificación de las variables que lo componen. Se pretende con ello utilizar un método contrastable y evitar valoraciones subjetivas, tal como puede suceder con otros índices (por ej. Daget y Poissonet, 1972). Otra propiedad de VEP es que permite la valoración, tanto desde el punto de vista ecológico (valor de conservación) como pastoral o productivo. De esta forma se facilita la evaluación desde esta doble perspectiva, lo cual puede ayudar a la toma de decisiones en situaciones de conflicto.

Varios espacios pastorales han sido valorados con esta metodología (Gañan *et al.*, 2003; Mendizábal *et al.*, 2004). En este trabajo se realiza la valoración de otra unidad pastoral (Puerto de Aisa) en el Pirineo occidental. El objetivo es conocer las comunidades pascícolas más valiosas en este territorio, comparar su valoración con otros espacios y proporcionar una herramienta para planes de gestión, ordenación y mejora de pastos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Puerto de Aisa es una unidad pastoral situada en el Pirineo occidental español, con una superficie de 1241 ha y un rango altitudinal de 1550 a 2680 m. El puerto es utilizado por ovejas y vacas, y la carga ganadera actual es de 0,94 UGM/ha durante los tres meses de verano (García-González *et al.*, 1990). La vegetación corresponde a la típica de los pastos de puerto calizos pirenaicos, con un mosaico muy diverso de comunidades de cobertura vegetal variable (Remón y Gómez, 1989). Para esta zona se disponía ya de un mapa de vegetación a escala 1:10.000 (García-González *et al.*, 1991), que ha sido reelaborado y digitalizado a partir de una ortofoto pancromática a escala 1:5000 y verificaciones en campo. Las comunidades identificadas en dicho mapa, junto con la superficie que ocupan, han servido de base para el cálculo de los índices. Para este estudio se han considerado 16 unidades de vegetación constituidas por comunidades simplificadas y sus mezclas.

El valor eco-pastoral (VEP) es un binomio compuesto por el valor ecológico (VE) y el valor pastoral (VP). Ambos oscilan en un rango aproximado de 0 a 10. El valor ecológico (VE) se basa en las características de distribución, rareza, diversidad y estatus de protección de las especies y comunidades vegetales consideradas (Gómez-García *et al.*, 2001). El VE de cada comunidad se ha calculado utilizando la base de datos realizada por el grupo de pastos del Instituto Pirenaico de Ecología. Para las unidades de vegetación mixtas su VE se ha calculado promediando el VE de las comunidades de base. El VE de todo el puerto se ha calculado mediante una media simple del VE de las comunidades presentes. Para su representación gráfica los valores de VE de cada comunidad se han estandarizado en cuatro clases (clase 1: $VE < 5$; clase 2: VE entre 5 y 7; clase 3: VE entre 7 y 9; clase 4: $VE > 9$).

El valor pastoral (VP) se basa en tres parámetros estimadores de la producción, la calidad (contenidos en nitrógeno, fósforo y digestibilidad de la materia seca) y la

selectividad de la comunidad vegetal por parte de los herbívoros (Gómez-García *et al.*, 2002). La mayoría de los valores utilizados se han tomado de la base de datos anteriormente mencionada. La producción se ha obtenido de García-González *et al.* (2002), excepto para la comunidad *Iberidion spathulatae* (Marinas *et al.*, 2005) y leñosas (Lieth y Whittaker, 1975). La selectividad para ovejas, vacas y sarríos (*Rupicapra pyrenaica*) la calculamos mediante el índice de Jacobs (IJ) (Krebs, 1989; Gañan *et al.*, 2003). En este índice la disponibilidad es la superficie de cada comunidad en toda el área de estudio, y el uso, la superficie de la misma comunidad en el área de distribución en pastoreo de cada especie animal (ver Fig. 1). Estas últimas se han tomado de García-González *et al.* (1990) adaptadas con la nueva ortofoto pancromática.

Para calcular el VP realizamos varias aproximaciones. El VP potencial (VPp) no tiene en cuenta la selección herbívora y se define como $VPp = [Pr * (N+P) * (DMS)] / 10.000$. Para su representación gráfica los valores cada comunidad se han estandarizado en cuatro clases (clase 1: VP < 1,4; clase 2: VP entre 1,4 y 2,8; clase 3: VP entre 2,8 y 4,2; clase 4: VP > 4,2). Además del VPp, calculamos tres VP específicos teniendo en cuenta los índices de selección (IJ) para cada especie animal: vacas (VPv), ovejas (VPO) y sarríos (VPs). En este caso, $VP = [Pr * (N+P) * (DMS) * (1+IJ)] / 10.000$ nos proporciona la valoración de un territorio para una especie ganadera determinada. Los VP para todo el puerto se han calculado mediante la media del VP de las comunidades presentes ponderada por la superficie de cada una de ellas. Contrariamente a lo que sucede con el VE, en donde es suficiente la presencia de una comunidad (valiosa o no), para la valoración pastoral es importante considerar también su extensión.

Con los valores estandarizados de VE y VPp hemos realizado dos mapas de la zona de estudio, para conocer las zonas de mayor o menor valor ecológico y pastoral. Para la superposición de capas y elaboración de mapas se ha utilizado el programa ArcGIS. Los valores de VE y Vp se han comparado mediante correlaciones de Spearman y Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los valores ecológicos y pastorales de las unidades de vegetación diferenciadas en los pastos del Puerto de Aísa. *Primulion intricatae* e *Iberidion spathulatae* son las comunidades que presentan mayor VE, mientras que *Bromion erecti* e higrófilas son las que presentan valores más bajos. Las comunidades de *Carici graniticae-Festucetum eskiae*, majadas y *Bromion erecti-Nardion strictae* son las que presentan mayor VP potencial, mientras que los valores más bajos son para las comunidades de roquedos (*Saxifragion mediae*), gleras (*Iberidion spathulatae*) y los pastos pedregosos de *Festucion scopariae*. Ello se debe en parte a que el nivel de producción afecta mucho al índice, mientras que desde el punto de vista de la calidad las comunidades presentan valores más homogéneos. Estos resultados son concordantes con los obtenidos por Ferrer *et al.* (1991) en los pastos de puerto de Benasque.

El valor pastoral específico varía dependiendo del tipo de ganado, ya que cada especie tiene preferencias diferentes (Tabla 1). Una preferencia total (IJ = +1) duplicaría el valor potencial, la ausencia de selección lo dejaría igual y un rechazo total (IJ = -1) lo anularía. Así por ejemplo, los pastos de *Festuca eskia* y *Nardus stricta* tiene un valor potencial alto por su alta productividad, pero baja cuando se considera la selectividad por las vacas, sube para las ovejas (tienen mayor capacidad para entresacar *Trifolium alpinum* que crece entre *F. eskia*), y vuelve a disminuir para los sarríos que apenas los utilizan.

Contrariamente, los pastos de *Primulion*, de elevada altitud, apenas son utilizados por las vacas por su difícil accesibilidad, mientras que son muy frecuentados por los sarrios que se mueven por los roquedos. El VP específico de algunas comunidades de escasa superficie (majadas, higrófilas, *F. paniculata*) probablemente está sobreestimado, debido a que las áreas de pastoreo de los animales tienen un nivel de precisión más grosero que el de la vegetación (Fig. 1).

Tabla 1. Porcentaje de superficie ocupada (Superf. %), valor ecológico (VE) y valores pastorales (potencial (VPp), para las vacas (VPv), para las ovejas (VPo) y para los sarrios (VPs)) de las comunidades vegetales en los pastos del Puerto de Aísa.

Comunidad	Superf. (%)	VE	VPp	VPv	VPo	VPs
<i>Carici graniticae-Festucetum eskiae</i>	1,5	7,3	5,6	3,3	6,0	0,1
<i>Rumicion pseudoalpini</i> y <i>Polygonion</i> (majadas)	2,6	6,1	5,5	9,0	7,5	0,0
<i>Bromion erecti-Nardion strictae</i>	1,1	6,4	5,4	8,5	7,7	0,0
<i>Bromion erecti</i>	8,0	3,8	4,9	8,8	6,0	0,0
<i>Nardion strictae</i>	8,1	5,8	4,6	0,8	6,3	0,0
<i>Caricion davallianae</i> y <i>C. nigrae</i> (higrófilas)	0,5	4,8	4,0	7,1	5,1	0,0
<i>Nardion strictae-Primulion intricatae</i>	4,7	8,4	3,9	0,8	5,0	2,6
<i>Hieracio hoppeani-Festucetum paniculatae</i>	0,3	7,5	3,6	5,1	3,4	0,0
<i>Primulion intricatae</i>	3,8	10,5	3,0	1,7	2,3	4,4
<i>Primulion intricatae-Festucion scopariae</i>	1,8	10,4	1,8	0,0	2,3	2,1
<i>Saxifragion mediae-Primulion intricatae</i>	2,0	9,0	1,5	0,0	2,0	0,7
<i>Juniperion nanae</i> (leñosas)	4,5	6,0	1,5	2,3	1,6	0,1
<i>Festucion scopariae</i>	13,9	8,5	0,8	0,7	0,9	0,6
<i>Iberidion spathulatae-Festucion scopariae</i>	6,4	9,9	0,5	0,2	0,4	0,0
<i>Saxifragion mediae</i> (roquedos)	20,8	7,2	0,1	0,0	0,0	0,1
<i>Iberidion spathulatae</i> (gleras)	20,2	9,6	0,1	0,0	0,0	0,1
Valor medio del puerto*		7,6	1,7	1,5	2,0	0,5

*Para VE media simple; para VPp, VPv, VPo y VPs media ponderada por la superficie.

El VE total del puerto de Aísa es relativamente alto (7,6). Valores más bajos se han encontrado en los puertos de Góriz, en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (6,5; Gañán *et al.*, 2003), aunque las diferencias no son significativas ($P > 0,05$; t de Student). También tienen menor valor ecológico los pastos del País Vasco (media 5,3; Mendizabal *et al.*, 2004). Sin embargo el VPp del área de estudio es bastante bajo (1,7), debido básicamente a que las comunidades de bajo VP (gleras, roquedos) ocupan amplias superficies (Tabla 1). El VPp medio (media simple) de las comunidades del Puerto de Aísa también es bajo (2,9). Calculando la producción con el método del pico máximo de biomasa, en lugar de con el de los incrementos de biomasa verde (García-González *et al.*, 2002), obtendríamos un valor medio para el Puerto de Aísa de 4,2, significativamente inferior al obtenido en Ordesa (6,6) con el primer método (Gañán *et al.*, 2003).

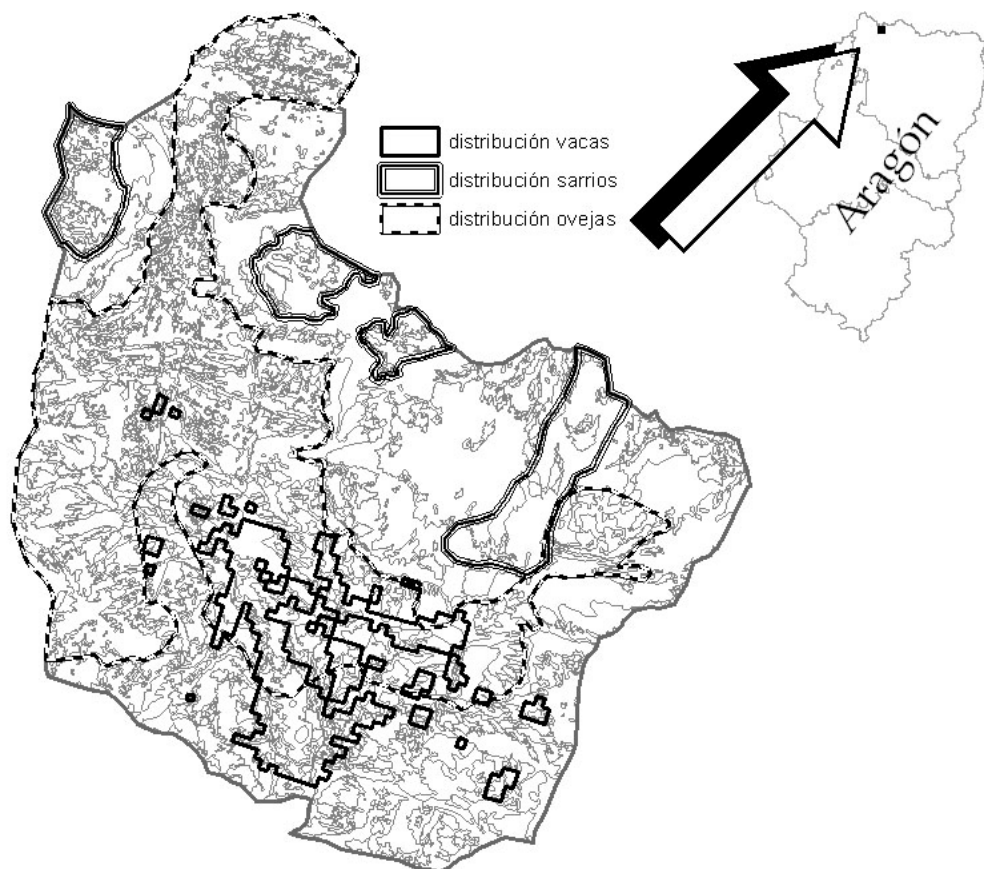


Fig. 1. Mapa de vegetación del área de estudio y áreas de distribución en pastoreo de vacas, ovejas y sarrios.

Los VP específicos medios, aun siendo también bajos, nos indicarían que este puerto es más apropiado para ovejas que para vacas. El bajo valor medio para los sarrios (VPs) no indicaría falta de idoneidad, sino que en el verano la presencia de los domésticos desplaza a estos caprinos salvajes hacia los lugares más altos e inaccesibles, en donde predominan las comunidades de bajo valor pastoral (Fig. 1). La comparación con los Puertos de Góriz (Gañán *et al.*, 2003) resulta más dificultosa debido a que, en ese trabajo, los VP específicos se calcularon para las áreas de ocupación de cada especie y no para todo el puerto.

En la figura 2 se sectoriza el área de estudio según un gradiente para VPp y VE a partir de las escalas descritas en material y métodos. El VE del puerto es alto, ya que el 75% de su superficie tiene un valor de 3 o 4 en esa escala ($VE > 7$). Sin embargo, el VPp es bastante bajo, ya que solo el 30% del área está comprendida entre los valores 3 o 4 de su escala ($VP > 2,8$). La integración de estos datos en un sistema de información geográfica, permite conocer muy detalladamente el valor de cada unidad superficial (píxeles) respecto a las variables consideradas. Esta información puede resultar de gran utilidad en la ordenación y gestión pastoral de la zona.

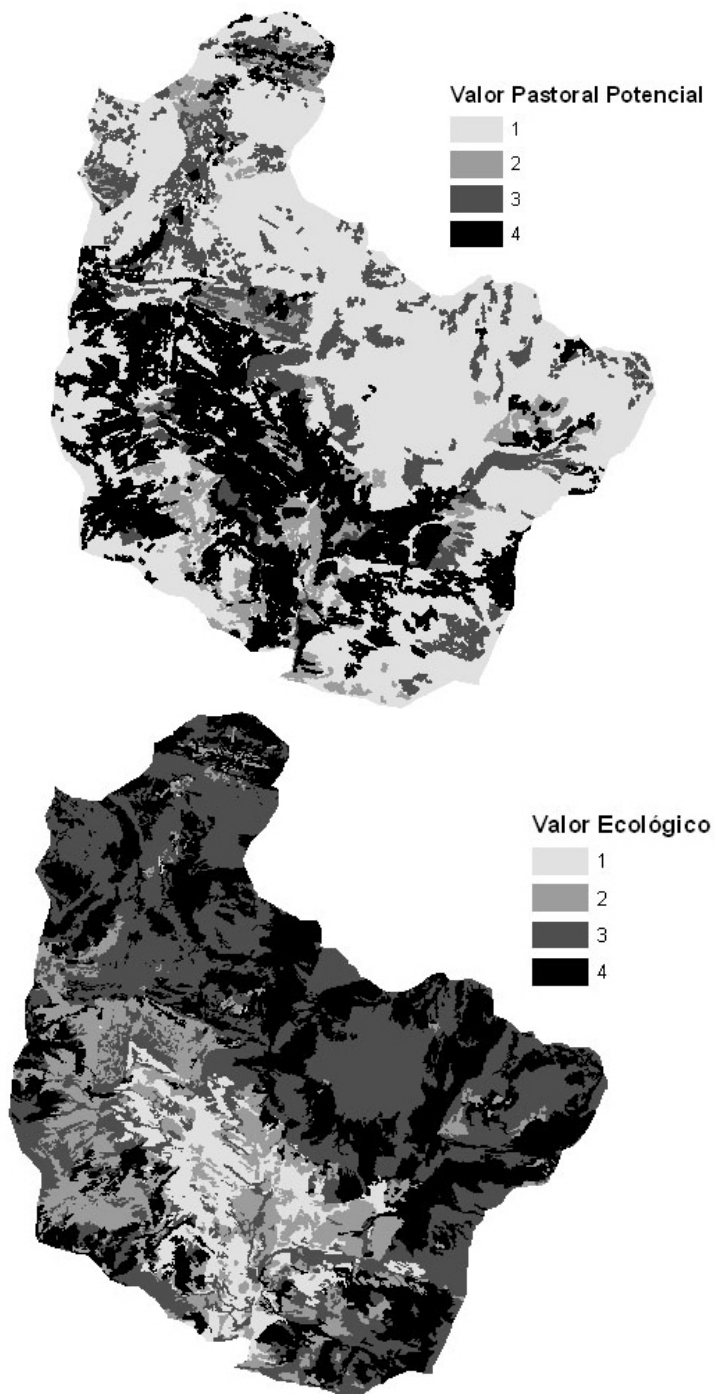


Fig. 2. Mapa de valor ecológico y de valor pastoral potencial del Puerto de Aísa. El índice 1 indican un valor bajo y el 4 un índice alto.

En la figura 2 también puede observarse que las zonas con bajo valor pastoral suelen tener alto valor ecológico y viceversa, al igual que lo observado en otros trabajos (Gañán *et al.*, 2003; Mendizabal *et al.*, 2004). Las correlaciones entre VE y VP son significativas ($p < 0,05$). En el caso del VPP, VPv y VPo la correlación es inversa: lugares de alto interés ecológico presentan un menor interés desde el punto de vista productivo y nutritivo para ovejas y vacas. Sin embargo, en el caso de los sarríos VE y el VP se correlacionan positivamente, ya que este ungulado silvestre ocupa zonas de roquedos, pedrizas y pequeñas manchas de *Primulion intricatae*, de alto valor ecológico.

CONCLUSIONES

Las comunidades vegetales de *Primulion intricatae* e *Iberidion spathulatae* son las que poseen un mayor valor ecológico. Las comunidades de *Festucion eskiae*, *Bromion erecti* y majadas son las que presentan mayor valor pastoral potencial. Ambos índices están inversamente correlacionados. Atendiendo a su superficie, el Puerto de Aisa posee un valor ecológico considerablemente mayor que su valor pastoral, lo cual hace recomendable su inclusión en alguna figura de protección.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado gracias a la ayuda de los proyectos REN2002-03827 del Plan Nacional I+D+I y 059/2002 del Organismo Autónomo de Parques Nacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAGET, P.; POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. *Fourrages*, **49**: 31-39.

FERRER, C.; ASCASO, J.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A., 1991. Evaluación de pastos de montaña (Pirineo Central): fitocenología, valor pastoral, producción y calidad. *XXXI Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 189-196. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Murcia (España).

GAÑÁN, N.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ-GARCÍA, D.; ALDEZABAL, A.; MARINAS, A., 2003. Valoración eco-pastoral de los puertos de Góriz en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 431-436. Ed. A.B. ROBLES *et al.* Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Granada (España).

GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; HIDALGO, R.; MONTSERRAT, C., 1990. Patterns of time and space use by livestock in the Pyrenean summer ranges: a case study in the Aragon valley. *Mountain Research and Development*, **10**: 241-255.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GOMEZ, D.; REMÓN, J.L., 1991. Application of vegetation maps to the study of grazing utilization: a case in the Western Pyrenees. *Phytocoenology*, **3**: 251-256.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; GÓMEZ-GARCÍA, D.; ALDEZABAL, A.; REMÓN, J.L., 2002. Revisión bibliográfica de la producción primaria neta aérea de las principales comunidades pascícolas pirenaicas. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 245-250. Ed. C. CHOCARRO *et al.* Universitat de Lleida. Lleida (España).

GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; REMÓN, J.L., 2001. Una valoración ecológica de los pastos de montaña de los Pirineos. En: *Biodiversidad en Pastos*, 201-208. Ed. CIBIO. Generalitat Valenciana. Alicante (España).

GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; ALDEZABAL, A., 2002. An eco-pastoral index for evaluating Pyrenean mountain grasslands. *Proc. 19th General Meeting European Grassland Federation*, 922-923. La Rochelle (Francia).

KREBS, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. HarperCollins. New York (EEUU).

LIETH, H. 1975. Primary Production of the Major Units of the World. En: *Primary Productivity of the Biosphere*. Ed. H. LIETH y R.H. WHITTAKER. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg and New York.

MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; GARTZIA, M.; CAMPO, A., 2005. Valor ecológico y pastoral de las gleras calizas (*Iberidion spathulatae* Br.-Bl. 1948) en el Pirineo aragonés. En: *Actas XLV Reunión Científica de la SEEP*. Gijón (en este volumen).

MENDIZABAL, M.; ALDEZABAL, A.; GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 2004. Estimación del valor ecológico de los pastos de las montañas cantábricas (sector vasco): datos preliminares. En: *Pastos y ganadería extensiva*, 139-145. Ed. B. GARCÍA-CRIADO *et al.* SEEP-IRNASA. Salamanca (España).

REMÓN, J.L.; GÓMEZ, D., 1989. Comunidades vegetales y su distribución altitudinal del Puerto de Aisa. *Acta Biologica Montana*. **9**: 283-290.

**INVENTARIO DE LAS ZONAS DE PASTOREO MÁS FRECUENTADAS
EN LA MONTAÑA DE SESA (PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y
MONTE PERDIDO, PUÉRTOLAS) Y LA INFLUENCIA DEL
PASTOREO EN LA DINÁMICA DE LOS PASTOS**

F. FILLAT, G. BUENO, M.GARTZIA, D. GÓMEZ Y J. AGUIRRE.

Instituto Pirenaico de Ecología, Apdo 64 E-22700 Jaca

RESUMEN

Desde el nuevo paradigma de la ecología se considera al pastor y su ganado como un componente más de la dinámica natural del propio ecosistema y por ello la secuencia temporal y la intensidad del pastoreo condicionan los cambios entre las comunidades vegetales implicadas. Los aportes de fertilidad, el pisoteo y la propia herbivoría priorizan unas secuencias de cambio entre comunidades que resultan fáciles de detectar. En el piso subalpino del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, las comunidades vegetales más frecuentadas por el ganado son unas diez y, el majadeo, el ritmo diario de pastoreo o el abandono interrelacionan claramente a cinco de ellas. Se presenta un muestreo de la vegetación realizado durante el verano de 2004 y se estudia con detalle una zona cartografiada a escala 1:5000. Simultáneamente se inventarían los caminos y zonas más frecuentadas por el ganado y se correlacionan con las manchas de vegetación estudiadas con detalle en San Vicenda-Plana Canal-La Fueva. En base a los datos presentados se hipotetizan unas relaciones dinámicas entre las comunidades vegetales siguiendo las diferencias en aspectos topográficos y de uso ganadero.

Palabras clave: comunidad vegetal, relaciones dinámicas, montañas, Pirineos

**SAMPLING OF THE MOST FREQUENTED GRAZING ZONES OF SESA
GRASSLANDS (ORDESA AND MONTE PERDIDO NATIONAL PARK,
PUERTOLAS) AND THEIR INFLUENCE ON THE PASTURE DYNAMICS**

SUMMARY

The new concept of ecosystem considers the shepherd and his flock as a component else of the ecosystem natural dynamics. Because that the temporal sequence and the grazing intensity determine the different changes of the plant communities involved. The fertility supplies, trampling and herb ivory facilitate some change sequences between communities that are easy to detect. About ten plant communities of the sub alpine belt of the Ordesa and Monte Perdido National Park are the most frequently used by the animals; five of them are clearly interrelated with the resting point, the daily rhythm of grazing or the abandonment. A vegetation sampling was made during the summer of 2004, simultaneously the animal ways and the most frequented zones were controlled on the map(scale 1:5000) making several correlations with the vegetation spots. Some hypothesis are exposed explaining dynamic relationship between plan communities, topography and animal behaviour.

Key words: plant communities, dynamic relationship

INTRODUCCIÓN

Desde los años 1965-70 los sistemas tradicionales de gestión de pastos han sufrido cambios importantes y en muchos casos la vigilancia directa de los vaqueros se ha convertido en un control a turnos por parte de los propios ganaderos; sólo los pastores de ovino han mantenido el cuidado directo de los rebaños. Los senderos generados y transitados por los animales pastando en libertad (vacas y yeguas principalmente) durante los últimos 20 años, contienen información sobre la utilización del territorio que se puede interpretar gracias a la fotografía aérea de gran escala (1:5000) y con el apoyo de fotografías directas sobre el terreno. Se trata de una actividad seguida por los animales sobre un tapiz vegetal sometido también a condicionantes geológicos, climáticos y topográficos de manera que las comunidades resultantes son la expresión de esas interacciones ambientales y de pastoreo. Estudiamos el desarrollo del pastoreo en 2004 en una zona del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, teniendo en cuenta estos tipos de información e interpretando las interacciones más relevantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio es la Montaña de Sesa (0° 04' longitud Este, 47° 37' latitud Norte; 1700-2400 m de altitud. Ayuntamiento de Puértolas, Provincia de Huesca) considerando principalmente las vertientes al río Vellos (827 ha). Los materiales geológicos son del Eoceno y del Cretácico Superior. Los pastos proceden de las talas históricas del piso subalpino de pino negro (*Pinus uncinata*). Desde la ampliación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido hacia el Cañón de Añisclo en 1982, la zona quedó incluida en el Parque. La gestión ganadera tradicional se distribuía en 15 majadas, dos de vacas y el resto de ovejas. Los máximos históricos podrían rondar los 18 000-22 000 ovinos y 400 bovinos (Aldezabal, *et al.* 1992). Hacia 1950 aún subían unas 12 000 ovejas en 10 rebaños y 400 vacas (J.M. Chistau, com. personal) mientras en 1991-92 las cifras eran de 5300 ovinos en dos rebaños, 296 bovinos adultos y 14 equinos (Aldezabal *et al.*, 1992). En 2002 las cifras fueron de 1284 ovinos, 553 bovinos y 91 equinos (MSA I+D S.L., 2003).

Las sendas del ganado se identificaron en las fotografías aéreas (E: 1:5000) de la zona (Gestión del Territorio, Gobierno de Aragón, hoja 179, fotografías, 14, 15, 22, 23, 30 y 31) con la ayuda de 10 panorámicas tomadas desde distintas orientaciones durante los meses de julio, agosto y setiembre de 2004. Se realizó la cartografía vegetal del área de estudio a escala 1: 5000, con el apoyo de 30 inventarios fitosociológicos realizados en el verano de 2004. Toda la información se resumió en capas de información en ArcGis 8.3 para su tratamiento estadístico y su representación gráfica.

RESULTADOS

Mapa general de utilización

En la Fig.1 se presenta la distribución general de la vegetación, los recorridos ganaderos y las tres grandes zonas seguidas por los vaqueros (Plana Canal, San Vicenda, La Fueva) hacia 1950 (J.M. Chistau, com. personal). En la Tabla 1 se especifican las principales características de las tres zonas ganaderas.

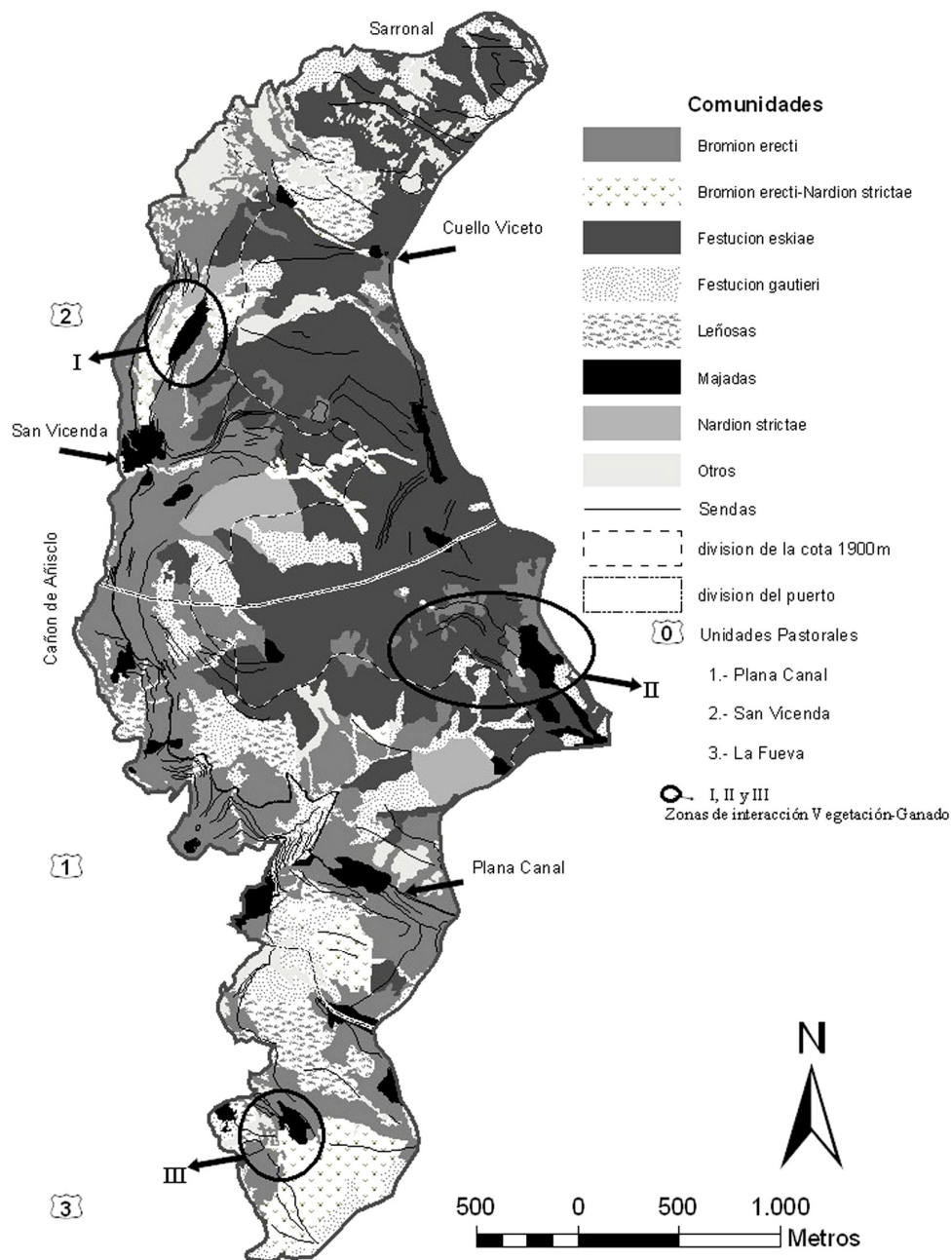


Fig.1 Distribución general de la vegetación, los recorridos ganaderos y las tres grandes zonas seguidas por los vaqueros (Plana Canal, San Vicenda, La Fueva) hacia 1950 (J.M. Chistau, com. personal).

Tabla 1 Características generales de la zona

	<i>Plana Canal</i>		<i>San Vicenda</i>		<i>La Fueva</i>	
Refugios	R. de Plana Canal		R. de San Vicenda		1: Las Sayetas	
Mallatas (1)	5: Fraxins, Carduso, Malla Basa, Corral de las Vacas, Plana Canal		4: Las Carriatas, Foradiello, San Vicenda, Cantal			
Fechas de utilización	14 junio -17 julio		18 julio - 15 agosto		1-8 setiembre	
Superficies (ha)	340,2		392,5		96,8	
Sendas identificadas (nº y m)	65 - 15.470		41 - 14.998		14 - 4186	
Sendas/superficie (m/ha)	45		38		43	
<u>Unidades de vegetación:</u>	ha	%	ha	%	ha	%
Comunidades:						
<i>Bromion</i>	115,5	<u>33,94</u>	77,6	<u>19,77</u>	26,4	<u>27,28</u>
<i>Bromion – Nardion</i>	10,3	3,03	15,9	4,06	25,9	<u>26,76</u>
<i>Festucion eskiae</i>	111,6	<u>32,80</u>	182,1	<u>46,39</u>	0,0	0,0
<i>Festucion gautieri</i>	45,0	13,21	40,7	10,37	14,3	14,77
<i>Nardion</i>	9,1	2,70	17,4	4,43	0,0	0,0
Otros	12,9	3,79	35,6	9,07	6,4	6,61
Leñosas	17,2	5,06	12,4	3,16	19,2	19,83
Majadas (zona reposo)	18,6			2,75	4,6	4,75
		5,47	10,8			
<u>Superficie pastoral:</u>						
<i>Bromion</i> + ½ <i>Bromion-Nardion</i> + ¼ <i>F. eskiae</i> + ¼ <i>F. gautieri</i> + ¼ <i>Nardion</i> + Otros + Majadas	115,5	+ 5,1 + 27,9 + 11,2 + 2,3 + 12,9 + 18,6 = 193,5 ha	77,7	+ 8,0 + 45,5 + 10,2 + 4,3 + 35,6 + 10,8 = 192,1 ha	26,4	+ 13,0 + 0,0 + 3,7 + 0,0 + 6,4 + 4,6 = 54,1 ha
Superficie pastoral / superficie total (%)	56,90		48,94		55,89	

(1) (Aldezabal *et al*, 1992)

Se observa que la gestión del vacuno se realizaba fundamentalmente desde los dos grandes refugios de Plana Canal y San Vicenda, con apoyo de la mallata de Las Sayetas, hoy en día derruida. Las fechas de utilización de las dos primeras zonas son de aproximadamente un mes en cada una, mientras en la tercera sólo pastaban una semana y las superficies relativas expresan bien esas relaciones ya que las dos primeras zonas tienen una superficie aproximadamente de cuatro veces mayor que la de la tercera zona. Las sendas identificadas y las longitudes totales o las referentes a los metros recorridos por cada hectárea, corroboran también esas proporcionalidades ya que son recorridos muy parecidos (45, 38 y 43 m/ha, respectivamente). En Plana Canal, las superficies de *Bromion* y de *Festucion eskiae* son parecidas mientras en San Vicenda, *F. eskiae* duplica a *Bromion* y en La Fueva no hay *F. eskiae* siendo *Bromion* y *Bromion-Nardion* los tipos más importantes. Si consideramos una aproximación visual, obtenida de los recorridos efectuados durante los

muestreos en los que, anotamos bajos consumos de *F. eskiae*, *Festucion. gautieri* y *Nardion* y, en cambio, un buen consumo de *Bromion*, obtenemos una combinación (“superficie pastoral”, ver tabla1) que nos da prácticamente las mismas superficies en las dos grandes zonas (193,5 ha y 192,1 ha). Si las consideramos respecto a las superficies totales, resulta un ordenamiento de utilización que coloca Plana Canal en primer lugar, La Fueva en segundo y San Vicenda en tercer lugar.

Características generales de la vegetación

En la Tabla 2 se recogen las características topográficas en función de altitud, exposición y pendiente de las comunidades vegetales presentes.

Tabla 2. Características topográficas de la vegetación

Comunidad	Altitud media (m) (mínima-máxima)	Exposiciones dominantes	Pendiente media en %
<i>Bromion</i>	1786 (1643-2078)	SO-O	18
<i>Bromion – Nardion</i>	1814 (1679-1997)	N	21
<i>Festucion. eskiae</i>	1987 (1699-2386)	SO-S	21,5
<i>Festucion. gautieri</i>	1897 (1651-2386)	NO	25
<i>Nardion</i>	1850 (1756-2003)	NO-N	25,1
<i>Leñosas</i>	1810 (1596-2076)	SO	23
<i>Majadas</i>	1824 (1621-2127)	SO-O	13

La altitud de 1900 m separa prácticamente la zona de *Bromion* y *Bromion-Nardion* del resto, siendo las leñosas y las majadas un tanto independientes de esa divisoria

Por debajo de la cota altitudinal media de 1900m tenemos:

Bromion: presenta bajos porcentajes de pendiente media, lo que le permite conservar los suelos profundos que le caracterizan (San Miguel, 2001), presenta la menor cota altitudinal, en contacto con el bosque y con ligera orientación al Sur.

Bromion-Nardion: Se distribuye en clara exposición Norte, con cierta pendiente, dado el carácter colonizador de la especie dominante del *Nardion* (*Nardus stricta* L.) (Villar *et al*, 2001)

Nardion: Comunidad con tendencia acidófila. Está presente en esta zona de litologías básicas, por el lavado que realiza la nieve en su fusión (San Miguel, 2001), con orientación clara hacia el Norte.

Leñosas: Comunidad favorecida por el abandono del pastoreo, presenta cotas bajas (caso de *Echinospartum horridum* Rothm) o algo más altas (*Calluna vulgaris* Hull) y con preferencia por orientaciones Sur.

Majadas: Comunidad vinculada al aporte de fertilidad, pisoteo y herbivoría del ganado, se establece en los lugares de descanso del mismo, pendiente escasa o nula y suelo profundo.

Por encima de la cota de 1900 m:

Festucion eskiae: pasto adaptado a la crioturbación, que escoge claramente las orientaciones Sur y soporta, dado su carácter colonizador, cierto grado de pendiente. (Villar *et al*, 2001).

Festucion gautieri: Comunidad también adaptada a la crioturbación, que prefiere exposiciones Norte y soporta las mayores pendientes.

Vegetación en interacción con el ganado: estudio en detalle de 3 zonas.

A continuación se localizan tres zonas en las que hay una presencia clara del ganado, dado que son próximas a una comunidad de majada y son recorridas por varias sendas. En dichas zonas hemos identificado varias comunidades que no encajan en la descripción topográfica de las comunidades anteriormente comentadas. Tomamos esta circunstancia como una modificación de la dinámica de estos pastos por el uso ganadero, en detalle:

Zona I: A ambos lados de la majada señalada por el primer círculo, encontramos dos comunidades situadas en orientación Norte predominante y por lo que corresponde a su altitud y pendiente deberían pertenecer a una comunidad de *Nardion*, como sucede unos metros más al norte. En cambio encontramos un pasto de *Bromion*, en la margen derecha de la majada y *Bromion-Nardion* en la izquierda.

Zona II: En esta altitud y con poca inclinación, *Festucion eskiae* se hace dominante. No obstante, tanto bordeando la zona superior de esta majada como unos pocos metros más al Oeste encontramos comunidades de *Bromion*, rompiendo el tapiz de *F. eskiae*, en una zona recorrida por sendas de ganado que se dirigen a otra majada próxima.

Zona III: Hallamos una majada en ligera pendiente con orientación Norte en un continuo de *Bromion-Nardion*; es de observar que en los bordes inferiores de la majada tenemos un pasto de *Bromion*, pasto que parece modificar la dominancia del *Bromion-Nardion*.

En los tres casos, es de observar una clara tendencia al *Bromion* con el uso ganadero, en los dos primeros casos está tendencia acontece dado que ambas comunidades crean tapices vegetales densos que el ganado rompe, añadiendo además un aporte de nitrógeno (excrementos), el cual crea condiciones donde el *Bromion* se desarrolla mejor. El último caso trata de una comunidad intermedia entre el *Nardion* y el *Bromion*, donde que la intensidad de pastoreo hace favorecer al *Bromion* frente a la comunidad de *Nardion* menos flexible a las perturbaciones ganaderas.

DISCUSIÓN

La división tradicional del puerto de Sesa en tres unidades de gestión, proporcionales a las superficies y tiempos de utilización, se corrobora con la información de los recorridos del ganado; además, la superficie realmente utilizada por el ganado es muy parecida en los tres casos y la importancia que dichas superficies representan respecto a las superficies totales respectivas, nos permite una ordenación que está de acuerdo con la opinión de los ganaderos consultados.

En lo que respecta a las comunidades vegetales menos pastoreadas, aquellas menos productivas y palatables para el ganado (*Nardion* y *F. eskiae*), su transformación a comunidades de *Majadas*, pasa por romper el tapiz continuo y cerrado de sus especies dominantes, en este caso, *Nardus stricta* L. y *Festuca eskia* Ramond. Dicho proceso se realiza por la acción combinada del pisoteo (ruptura física del tapiz), el aporte de fertilidad, (ruptura química del continuo) (Sánchez *et al*, 2004), y la herbivoría, entendida como un debilitamiento de las especies más competitivas. Como resultado de estas acciones, el efecto es la oportunidad de colonización de otras especies pioneras, que aumentan a la par, la calidad del pasto y su diversidad.

CONCLUSIONES

El *Bromion* es la comunidad más cercana a la majada, en cuanto a las condiciones topográficas, especies coincidentes y condiciones del suelo. Dada esta conclusión nuestra hipótesis defiende que en una comunidad vegetal de *Nardion* o *F. eskiae* si el efecto del ganado es gradual, la zona afectada se transformará en *Bromion* primero y después en majada, quedando como *Bromion* donde el efecto del ganado sea más moderado.

AGRADECIMIENTOS

A los ganaderos de Tella, Puértolas y Bestué y especialmente a las explicacions de J.M. Chistau, pastor en San Vicenda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDEZABAL ,A.; BAS, J.; FILLAT, F.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.;GARÍN, I.;GÓMEZ, D.;SANZ, J.L. 1992. *Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*, Convenio CSIC-ICONA: 142 pp

MSA I+D S.L. (2003). *Plan de Ordenación Pastoral del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Huesca, Ente Autónomo de Parques Nacionales: 88 pp

SAN MIGUEL, A., 2001.*Pastos naturales españoles*. Fundación Conde del Valle de Salazar, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 320 pp. Madrid (España)

SÁNCHEZ, J.R.; FILLAT, F.; AGUIRRE, J.; BADÍA, D.; MARTÍ, C, 2004. Soil/vegetation relationship in Spanish Pyrenean summer pastures: the case of animal resting areas. En: *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions*: 834-836. Ed. A. LÜSCHER; B. JEANGROS; W. KESSLER; O. HUGUENIN; M. LOBSIGER; N. MILLAR ; D. SUTER. Swiss Grassland Society. Luzern (Suiza)

VILLAR, L; SESE, J.A. ; FERNANDEZ, J.V., 2002. *Atlas de la Flora del Pirineo Aragonés. Vol II (Pyrolaceae-Orchidaceae. Sintesis)*. Instituto de Estudios Altoaragoneses, Consejo de Protección de la Naturaleza. 790 pp. Angüés (España)

CARACTERIZACIÓN DE PASTOS HERBÁCEOS MONTANOS EN LA TRANSICIÓN ATLÁNTICO-MEDITERRÁNEA DE NAVARRA

V. FERRER LORÉS¹, A. IRIARTE¹ Y J.M^a MANGADO².

¹ V.F. Consultoría de Estudios y Proyectos de Pastos.

C/Batondoa 3. Entrepanta B. 31006 Burlada Navarra (España).

² I.T.G. Ganadero. Avda. Serapio Huici, 22 Edif. Peritos. 31610 Villava Navarra (España)

RESUMEN

Se estudiaron las características florísticas, edáficas y productivas de tres pastos herbáceos montanos basófilos del Parque Natural de la Sierra de Urbasa y Andía, considerados como representativos del área transición geográfica atlántico-mediterránea: mesofíticos de *Festuca rubra* y *Agrostis capillaris*; xerofíticos de *Festuca ovina*, y mesoxerofíticos de *Festuca rubra* y *Festuca ovina*. Los factores ecológicos afectan a la composición florística de forma directa, estableciendo diferencias significativas en el porcentaje de cobertura de las familias botánicas y en las especies que participan en el espectro florístico de cada tipo de pasto. Estos factores implican en última instancia diferencias importantes en el valor pastoral, en la producción y calidad. Los pastos mesofíticos se muestran como los más productivos (1800 kg MS/ha) y de mayor aportación energética (1565 UF/ha). Los incluidos en el *Xerobromion* son los de menor producción (940 kg MS/ha) y valor nutritivo (790 UF/ha). Los pastos mesoxerofíticos representan una transición entre los dos anteriores en cuanto a la flora y caracteres productivos (1200 kg MS/ha; 1065 UF/ha).

Palabras clave: composición florística, suelos, valor pastoral, producción, calidad.

CARACTERIZATION OF MOUNTAINOUS HERBACEOUS GRASSES IN THE ATLANTIC-MEDITERRANEAN TRANSITION OF NAVARRA (SPAIN)

SUMMARY

The aim of this study was to analyze the floristic and productives characteristics of three typical pastures of the Natural Park of Urbasa and Andia Mountain (900-1100 m.). Also, the soil characteristic of these pastures were studied. These pastures are: mesofitics pastures (*Festuca rubra* and *Agrostis capillaris*), xerofitics pastures (*Festuca ovina*) and meso-xerofitics pastures (*Festuca rubra* and *Festuca ovina*). Significant differences had been observed in the percentage of botanic families and species that compound each pasture. These differences carry on important differences in the production and quality characteristics of pastures. The most productive pasture accompanied the better quality are the mesofitic pastures, and the poorer pastures are the xerofitics ones.

Key words: floristic composition, pastoral value, production, nutritive value.

INTRODUCCIÓN

Los pastos naturales tienen una indudable importancia en Navarra ya que, además de ocupar del orden de una tercera parte de la superficie total de la Comunidad, desempeñan un papel fundamental en los diversos sistemas de explotación de ovino, vacuno y caballar, suponen una importante fuente de ingresos para los Entes Locales y constituyen fitocenosis de alto valor ecológico. En este sentido, cabe señalar que muchos de ellos están considerados como hábitats de interés o prioritarios en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE sobre conservación de los hábitats; de hecho, una parte muy importante de la superficie de pastos naturales queda incluida en alguno de los 42 Lugares de Importancia Comunitaria (LICs) propuestos en Navarra. Por tales motivos, existe un interés creciente en el estudio y valoración de estos recursos que se ha plasmado en diversas iniciativas entre las que cabe citar el proyecto de “Tipificación, valoración y cartografía de los recursos pastables de Navarra” del Dto. de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra.

Como complemento a dicho proyecto, y con la finalidad de establecer los criterios para llevar a cabo una gestión racional y sostenible de los pastos, se ha realizado un estudio con el objetivo de caracterizar desde un punto de vista florístico, edáfico y productivo los pastos montanos más representativos de Navarra, y ello, tanto por su aprovechamiento ganadero como por su extensión geográfica. En el presente trabajo se señalan los resultados obtenidos en pastos de la zona de transición geográfica atlántico-mediterránea.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio

El trabajo se ha desarrollado en el Parque Natural de Urbasa y Andía (porción occidental de Navarra), y más concretamente en la Sierra de Andía. Se trata de un cordal montañoso orientado de este a oeste de 4372,8 ha, cuyas altitudes quedan comprendidas entre 900 m.s.n.m y 1000 m.s.n.m., que constituye una transición entre la región atlántica, húmeda y lluviosa, y la mediterránea, soleada y con sequía estival. El régimen térmico es frío-templado con una temperatura media anual de 8,4 °C que oscila entre 1,7 °C en enero y 16,0 °C en julio y agosto. La pluviométrica media anual es elevada, de 1275 mm, con máximos invernales y mínimos estivales. Las precipitaciones en forma de nieve se dan entre noviembre a abril y las nieblas son muy comunes a lo largo de todo el año. El sustrato litológico está formado por materiales duros (dolomías y calizas marmóreas del Paleoceno inferior) que conforman un relieve de típicas formas kársticas de disolución (lapiaces, dolinas, uvalas, etc.), con un importante desarrollo de la red de circulación subterránea.

Pastos estudiados

Se seleccionaron los tres tipos de pasto herbáceo más representativos de la Sierra en base a la caracterización y cartografía de los pastos del Parque Natural realizada por Ferrer y Canals (2001). Estos pastos son:

- Pastos mesofíticos de *Festuca rubra* y *Agrostis capillaris* (*Cynosurion cristati*): pastos densos con recubrimiento total del suelo, localizados en torno a 1100 m de altitud,

sobre sustratos básicos con suelos profundos algo lavados, en laderas cóncavas con pendiente suave, zonas llanas y fondos de dolina.

- Pastos xerofíticos de *Festuca ovina* (*Xerobromion*): pastos poco densos y de corta talla, situados entre 1000 y 1100 m de altitud. Se localizan sobre sustratos básicos en exposiciones en solana, sobre suelos someros, esqueléticos, de elevada pedregosidad y escasa retención hídrica. Son propios de crestas y laderas con fuerte pendiente donde aflora la caliza en lastras horizontales.

- Pastos mesoxerofíticos de *Festuca rubra* y *Festuca ovina* (*Bromion erecti*): pastos que se ubican en altitudes comprendidas entre 900 y 1000 m sobre sustratos básicos, en relieves ondulados de pendiente suave, en los que se alternan suelos someros y pedregosos con otros de mayor profundidad.

Muestreos

En cada tipo de pasto se escogieron tres parcelas control (5 x 5 m) representativas de sus características ecológicas. Los muestreos sobre la vegetación se realizaron por medio de transectos lineales (dos líneas de lectura de 5 m por parcela). Éstos se llevaron a cabo al inicio del estudio, antes de fecha de entrada del ganado en la Sierra (mayo). A partir de los porcentajes de cobertura de las especies que componen el pasto se obtuvo el índice de valor pastoral (VP) según el método de Daget y Piossonet (1972).

Para la toma de muestras de suelos se utilizó una barrena que explora los ocho primeros centímetros del perfil. En cada parcela se hicieron 30 perforaciones que, mezcladas, constituyeron la muestra analítica individual. Los parámetros analizados son: pH, materia orgánica oxidable, nitrógeno total, densidad, fósforo, potasio, Ca asimilable, Mg asimilable, CIC. Los controles de producción se efectuaron mediante la instalación de nueve jaulas de exclusión (una por parcela) de 1 x 0,5 m. En cada una de ellas, durante tres años, y sobre la misma superficie, se cortó la biomasa herbácea a ras de suelo en primavera y otoño. Cuando fue posible se hizo un tercer corte en verano. Las muestras cosechadas se pesaron en verde y se enviaron al laboratorio para su análisis químico determinándose las siguientes variables: % MS; % PB, % FB, % FADM, % FAD, % FND, % P, % Ca; y % Cenizas. Para el cálculo de la energía metabolizable se siguieron los criterios del INRA.

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron mediante el test de Duncan, para lo que se utilizó el paquete estadístico SPSS 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características edáficas (tabla 1): el pH oscila entre 5,74 en los pastos mesoxerofíticos y 6,49 en los xerofíticos. Éste factor no se corresponde con lo esperado atendiendo a las precipitaciones habituales. El lavado de cationes se ve contrareestado por la meteorización de la roca madre, de naturaleza caliza, siendo esto más evidente en los suelos de los pastos xerofíticos debido a su poco desarrollo y presencia de afloramientos y pedregosidad en superficie.

En los tres tipos de suelo se encuentran niveles muy altos de materia orgánica oxidable, concordantes con el importante uso ganadero de estos pastizales. El contenido en los suelos de los pastos mesofíticos es significativamente superior a los otros dos tipos

debido a que la mayor producción y calidad de los pastos que soporta aquel lo hacen más atractivo para el ganado, permaneciendo sobre ellos durante más tiempo en el periodo de pastoreo e incrementando, por tanto, la aportación de materia orgánica y nutrientes aportados a través de las deyecciones. No obstante, dadas las condiciones ambientales en las que se desarrollan estos pastos, la tasa de mineralización es baja, acumulándose materia orgánica pero con baja disponibilidad para la nutrición vegetal. La relación C/N varía entre 11,31 y 12,89 no existiendo diferencias significativas para este parámetro entre los tres tipos de suelo. Su tasa, baja para suelos no sometidos a laboreo, puede deberse a un alto contenido en nitrógeno orgánico procedente de los altos niveles de materia orgánica acumulada en estos suelos.

Tabla 1. Valores medios de las variables edáficas analizadas

	Mesofíticos (<i>Cynosurion</i>)	Xerofíticos (<i>Xerobromion</i>)	Mesoxerofíticos (<i>Bromion</i>)
pH	6 a	6,49 b	5,74 a
Materia orgánica oxidable. (%)	16,72 b	13,13 a	12,05 a
C/N	12,89	11,31	11,69
Densidad (kg/l)	0,729 a	0,796 ab	0,85 b
P (mg/l)	9,16 b	8,03 b	5,91 a
K (mg/l)	203,3	260,68	199,88
Ca asimilable (mg/kg)	4613 ab	5524 b	3592 a
Mg asimilable (mg/kg)	354 b	286 ab	266 a
CIC (meq/100 g)	26,92 a	33,01 a	20,89 b

En la misma fila valores seguidos por distinta letra difieren significativamente ($p < 0,05$). Duncan

La densidad de estos suelos y su contenido en materia orgánica presentan una relación inversa. Esto puede deberse a la presencia en los suelos de los pastos más xerófilos de restos directos de la meteorización de la roca madre.

Los niveles de fósforo son muy bajos en los tres casos, aunque es ligeramente superior en los suelos de los pastos xero y mesoxerofíticos. Esta característica, que se repite sistemáticamente en los suelos de pastos montanos de la España atlántica, es uno de los factores limitantes fundamentales de la producción de dichos pastos y de primer orden ante cualquier planteamiento de mejora de su productividad. Los niveles de contenido en potasio son medios en todos los tipos de suelo y acordes con la restitución de éste elemento al suelo a través de las deyecciones del ganado. La CIC alcanza valores medios, sin duda más debido a su alto contenido en materia orgánica que a su contenido en arcilla. Es de destacar que el catión Ca^{++} supone prácticamente el 85 % de saturación en los tres tipos de suelo y, junto con Mg^{++} , se llega al 96 % de saturación en los suelos tipo mesico y mesicoxericos. Este bloqueo a la adsorción de otros cationes limita las posibilidades nutricionales de los vegetales que se asientan sobre estos suelos.

Composición florística (tabla 2): la composición del pasto por familias botánicas pone de manifiesto que en todos los casos las gramíneas son dominantes. La aportación de leguminosas y compuestas es significativamente mayor en los pastos mesofíticos respecto a los otros dos tipos, lo que parece deberse a los mayores niveles de fertilidad edáfica derivados de la mayor presencia del ganado en estos pastos. Las características topográficas

y edáficas que definen el área de distribución de los tres tipos de pasto se traduce en diferencias sustanciales en lo que se refiere al espectro florístico y el porcentaje de cobertura de los taxones que caracterizan a cada uno de ellos. Los mesofíticos están constituidos por gramíneas vivaces cespitosas, siendo frecuentes además ciertas especies características de los pastos acidófilos del *Violion*, y cuya presencia se explica por la lixiviación de cationes (*Danthonia decumbens*, *Potentilla montana*, *Carex caryophyllea*, *Luzula campestris*, etc.). En los pastos del *Xerobromion* dominan las especies termófilas (*Festuca ovina*, *Bromus erectus*, *Koeleria vallesiana*, *Avenula mirandana*), destacando además la presencia de caméfitos rastreros (*Helianthemum canun*, *Thymus polytrichus*), y de ciertas graminoides xerófilas (*Carex humulis*). Los pastos mesoxerofíticos muestran características florísticas intermedias entre los dos anteriores. También en este caso son frecuentes las sufructuosas rastreras.

Valor pastoral: el índice de valor pastoral presenta diferencias significativas entre los tres tipos de pasto (tabla 2). En los mesofíticos, en los que la abundancia relativa de leguminosas y de otros taxones de interés pascícola es importante, se obtiene el mayor valor (VP = 33). En los xerofíticos el índice VP medio es de 18, valor que en términos relativos puede considerarse como bajo, y que se explica por la dominancia de especies de escasa palatabilidad y digestibilidad y, consecuentemente, de índices específicos de calidad bajos o nulos. El VP en los pastos mesoxerofíticos resulta ser intermedio (VP = 25), lo cual es del todo lógico si se tiene en cuenta que representan una transición entre los meso y xerofíticos en cuanto a la composición florística y dominancia de especies.

Tabla 2. Porcentaje medio de cobertura de las familias botánicas y de las especies más representativas de los pastos estudiados y valor pastoral

	Mesofíticos (<i>Cynosurion</i>)	Xerofíticos (<i>Xerobromion</i>)	Mesoxerofíticos (<i>Bromion</i>)
FAMILIAS			
Gramíneas	40,55	48,09	45,66
Leguminosas	18,88 a	7,59 b	4,88 b
Compuestas	15,42 a	6,71 b	5,16 b
ESPECIES			
<i>Agrostis capillaris</i>	11,37 a	1,25 b	15,24 a
<i>Avenula mirandana</i>	0 a	6,17 b	0 a
<i>Bromus erectus</i>	0,24 a	11,79 b	4,39 a
<i>Carex caryophyllea</i>	5,92 a	2,61 a	12,5 b
<i>Danthonia decumbens</i>	3,71 a	0 b	0,67 b
<i>Festuca ovina</i> gr	0 a	20,95 b	19,19 b
<i>Festuca rubra</i> gr	17,31 a	1,19 b	6,17 c
<i>Koeleria vallesiana</i>	0 a	6,45 b	0 a
<i>Lotus corniculatus</i>	3,92	3,1	1,78
<i>Luzula campestris</i>	1,79 a	0,45 ab	0 b
<i>Thymus polytrichus</i>	5,86 a	19,76 b	13,33 ab
<i>Trifolium repens</i>	13,07 a	0,42 b	3,1 b
Valor pastoral (Daget-Poissonet)	33 a	18 b	25 c

En la misma fila valores seguidos por distinta letra difieren significativamente ($p < 0,05$). Duncan

Producción y calidad (tabla 3): las producciones medias anuales obtenidas para los tres tipos de pasto durante los tres años en los que se realizó el estudio, oscilaron entre 900 kg MS/ha y 1850 kg MS/ha. Estos valores son inferiores a los citados por diversos autores para pastos de composición florística similar (Celaya *et al*, 2004; Alfageme *et al*, 1996; Albizu, *et al*, 1996). Ello podría deberse a las condiciones edáficas, con suelos someros de escasa retención hídrica y limitada fertilidad, y al propio carácter climático de transición de la zona de estudio.

Tabla 3. Valores medios de producción y de los parámetros de calidad

	Mesofíticos	Xerofíticos	Mesoxerofíticos
kg MS/ha-año	1847 a	937 b	1207 b
Kg ms/ha-primavera	916	530	713
Kg ms/ha-otoño	690 a	298 b	359 b
% Cenizas sms	14,57	14,03	13,03
% PB sms	17,13	15,17	14,83
% FB sms	21,33	23,23	22,83
UF/ha-año	1565 a	791 b	1065 b
UF/ha-primavera	822	483	657
UF/ha-otoño	555 a	224 b	303 b

En la misma fila valores seguidos por distinta letra difieren significativamente ($p < 0,05$). Duncan

Los más productivos son los mesofíticos, cuyo rendimiento difiere significativamente del obtenido en los xero y mesoxerofíticos. Este hecho es citado también por Alfageme *et al* (1996) en pastos de Cantabria. Las mejores condiciones edáficas y el mayor nivel de utilización por parte del ganado de los pastos mesofíticos conduce, tal como indica Celaya (2004) citando a diversos autores, a la menor presencia de materia muerta y a un mayor reciclaje de nutrientes que favorecen el incremento de la producción. Por el contrario, las características edáficas y topográficas en las que se desarrollan los xero y mesoxerofíticos, con laderas de fuerte pendiente en el caso de los xerofíticos, implican unas condiciones poco favorables para el desarrollo de la vegetación; son comunidades que adquieren una estrategia más de supervivencia que productiva a costa de especies xerófilas y oligotrofas. La influencia negativa de la pendiente sobre la producción también ha sido citada por Ascaso *et al* (1991) en pastos del Pirineo.

En los tres tipos de pasto estudiados, la mayor cantidad de biomasa se produce en primavera, la cual supone entre el 50 % y 60% de la total anual. Los datos que se disponen en la actualidad no permiten establecer conclusiones claras sobre la producción estival, aunque la tendencia es que en verano el pasto no produzca, o si lo hace, lo sea en cantidad muy baja. El rebrote otoñal representa del orden de una tercera parte de la producción anual, con diferencias apreciables entre los pastos mesofíticos respecto a los otros dos tipos. Tanto los valores de producción como el modelo de distribución estacional mostraron diferencias importantes entre años, que parecen estar asociadas a las condiciones meteorológicas anuales.

En cuanto a los parámetros de calidad resulta que los tres tipos de pasto tienen porcentajes altos y similares en PB (16 %-17 %) y ello, pese a las diferencias significativas respecto a la contribución de leguminosas. Los contenidos en FB varían entre 21,33 % y 23,23 %, no presentando diferencias significativas entre ellos. La aportación energética media interanual, estimada a partir de los datos analíticos mediante la metodología del INRA, oscila entre 791 UF en los pastos xerofíticos y 1565 UF en los mesofíticos.

CONCLUSIONES

Los pastos estudiados presentan diferencias florísticas asociadas a factores topográficos, climáticos y edáficos que, en último término, ocasionan variaciones en la producción y calidad de la biomasa herbácea. Los pastos mesofíticos de *Festuca rubra* y *Agrostis capillaris* muestran las mejores cualidades productivas frente a los xerofíticos de *Festuca ovina* y los mesoxerofíticos de *Festuca rubra* y *F. ovina*.

BIBLIOGRAFÍA

ALBIZU, I.; ZUBIAUR, A.; RODRÍGUEZ, M.; BESGA, G.; DOMINGO, M.; ONAINDÍA, M., 1996. Estructura y productividad de pastos naturales y mejorados en el macizo de Gorbea en Bizkaia. En Actas de la XXXVI Reunión Científica de la S.E.E.P., 217-220. La Rioja (España).

ALFAGEME, L.A.; FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ-ARANGO, B.; BUSQUÉ, J.; SARMIENTO, M.; GÓMEZ, A., 1996. Caracterización productiva de pastos de montaña de montes comunales de Cantabria. En Actas de la XXXVI Reunión Científica de la S.E.E.P., 231-234. Centro de Investigación, Gobierno de La Rioja. Logroño (España).

ASCASO, J; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A., 1991. Producción y calidad de pastos de montaña de alto valor pastoral. En XXXI Reunión Científica de la S.E.E.P., 241-248. Consejería de agricultura, Ganadería y Pesca. Murcia (España).

CELAYA, R.; GARCÍA, P.; FERNÁNDEZ PRIETO, E.; OLIVÁN, M.; OSORO, K.; 2004. Producción de pastos de puerto dominados por *Festuca rubra* y *Agrostis capillaris* en la Cordillera Cantábrica. En Actas de la XLIV Reunión Científica de la S.E.E.P., 393-397. Salamanca (España).

DAGET, Ph.; POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages*, 49, 31-39.

FERRER, V; CANALS, R.M^a., 2001. Tipificación, valoración forrajera y cartografía de los recursos pascícolas de las Sierras de Urbasa y Andía y el Monte Común de las Améscoas. Gobierno de Navarra. Sección de Suelos y Climatología. Inédito.

COLONIZACIÓN DE PASTOS POR *Abies alba*, *Pinus sylvestris* Y *Pinus mugo* EN EL PARQUE NATURAL DEL MONTSENY

J. BARTOLOMÉ¹, M. BOADA², D. SAURÍ³, S. SÁNCHEZ² Y J. PLAIXATS¹.

²Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA). Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra (Spain). ³Departament de Geografia. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193. Bellaterra. ¹Grup de Recerca en Remugants Departament de Ciència Animal i dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra.

RESUMEN

En el Parque Natural del Montseny se observa en las zonas por encima de 1.500 msm un proceso de invasión por dos especies foráneas de coníferas, *Pinus sylvestris* y *Pinus mugo* procedentes de plantaciones establecidas en la década de los años sesenta y por la especie nativa *Abies alba* que hay que indicar que se encuentra en regresión en muchas partes de Europa. En este trabajo se han identificado 265 individuos en las pendientes del pico más alto (Turó de l'Home, 1707 msm) en una superficie de pastos de 82 ha. Este proceso de invasión-colonización parece ser estimulado por una combinación de factores natural y humanos incluyendo diferencias entre la vegetación, cambios en el uso del suelo debidos a prácticas de conservación (prohibición de quemas), el establecimiento de plantaciones así como el efecto protector de las especies arbustivas (*Calluna vulgaris* y *Juniperus communis* ssp. *nana*)

Los resultados obtenidos indican que *P. sylvestris* es la especie invasora más importante en toda el área estudiada. *P. mugo* se distribuye cerca de la plantación y *A. alba* aparece en la cara Este a pesar de que el foco de emisión se encuentra en la cara Norte. Este proceso parece estar relacionado con la dominancia de las especies arbustivas *C. vulgaris* y *J. communis* ssp. *nana* y con el bajo valor de diversidad registrados en la pendiente Este.

Palabras clave: bioinvasión, uso del suelo, montaña mediterránea

COLONIZATION OF PASTURES BY *Abies alba*, *Pinus sylvestris* AND *Pinus mugo* IN THE MONTSENY NATURAL PARK

SUMMARY

Subalpine heathlands above 1.500 m a.s.l. in the Montseny Natural Park, are being invaded by non native coniferous species such as *Pinus sylvestris* and *Pinus mugo* coming from two plantations established during the 1960s. and by the native *Abies alba*, which is in regression in many places of Europe. In 82 ha of a subalpine environment, a total number of 265 individuals have been identified on the slopes of the highest peak (Turó de l'Home, 1707 m.a.s.l.). This invasion-colonisation appears to be stimulated by a combination of natural and human factors including differences between vegetation components, changes in land use due to conservation practices (i.e. fire suppression), the creation of plantations mentioned above as well as the nursing role played by accompanying dwarf shrubs (*Calluna vulgaris* and *Juniperus communis* ssp. *nana*). The results of this study showed *P. sylvestris* as the most successful invading species in the whole of this area. *P. mugo*

invasion was distributed mainly near to the plantation in the Southern face and *A. alba* appeared to be colonizing mostly the Eastern face but the foci of propagule emission are located in the Northern face. This process seems to be related with the dominance of dwarf shrubs *C. vulgaris* and *J. communis* ssp. *nana* and the low values of diversity and species richness recorded in the Eastern slope.

Key words: bioinvasión, land use, Mediterranean mountains

INTRODUCCIÓN

En los últimos 100 años se ha observado un rápido proceso de bioinvasión por especies de coníferas en muchas partes del mundo produciendo impactos ambientales de importancia (Richardson, 1998). La bioinvasión puede ser considerada como un aspecto negativo del cambio ambiental global dado que puede representar una amenaza para la conservación de los ecosistemas (Wolf *et al.*, 2003).

En términos de cambio de uso del suelo, el éxito de la invasión por coníferas, particularmente de pinos, ha sido ampliamente descrito (Villar *et al.*, 1993). Existen registros históricos que demuestran que el abandono de prácticas de manejo como quemas y pastoreo ha inducido la dominancia de coníferas en distintos ecosistemas (Mast *et al.*, 1997). Las características ecológicas de las superficies invadidas (suelo, especies y estructura) tienen un importante papel facilitando el proceso de invasión. Por otra parte las especies arbustivas pueden actuar como protectoras en la supervivencia de coníferas. Así el control de plántulas de estas especies por la acción de los animales en pastoreo puede ser limitado (Bartolomé *et al.*, 1998).

La invasión por coníferas depende de la proximidad del foco de emisión y de factores como temperatura, humedad, orientación y dirección del viento. Las semillas y el polen de las coníferas están dotadas de un sistema muy eficiente de dispersión. Richardson and Bond (1991) demostraron que el límite de distribución de pinos está controlado en gran medida por las interacciones entre plántulas y una amplia variedad de organismos con una gran influencia de los factores climáticos.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar las características del proceso de invasión de coníferas en el Montseny y sus implicaciones sobre la conservación de este inusual ecosistema de montaña dada su extrema situación meridional.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Montseny (1.707 msm.) está situado en el Nordeste de la península Ibérica en la región mediterránea. Sin embargo el clima en los puntos más elevados es templado con una temperatura media anual de 7°C y precipitación media anual de 1000 mm.

El área de estudio incluye las 82 hectáreas de vegetación subalpina situada alrededor del pico más alto, Turó de l'Home, distribuida en tres pendientes (Tabla 1). Tradicionalmente esta área ha sido pastoreada por 2 rebaños de ovejas (600 y 350 animales respectivamente) y 1 rebaño de vacas (30 animales). Los pastos son dominados por *Calluna vulgaris* y *Juniperus communis* ssp. *nana* en las pendientes N y E.

Tabla 1. Características las pendientes estudiadas alrededor del pico Turó de l'Home (Parque Natural del Montseny).

Orientación pendientes	Localización	Superficie (hectáreas)	Número de árboles	Densidad (árboles/ha)
N	Passavets-Briançó	35,50	35	0,99
E	Pendiente Turó de l'Home	12,12	94	7,76
S	Coll de Vent-Plana Amagada	34,80	136	3,93

En cada pendiente se registró individualmente cada árbol invasor y sus características: especie, densidad, distancia de la plantación original y especies acompañantes. Se realizaron transectos de 2 m alrededor del dosel de proyección de cada árbol. Las especies que cubrían más del 75% de esta superficie se registraron como especies acompañantes. La distribución de especies en cada pendiente se determinó midiendo la cobertura de todas las especies a lo largo de 18 transectos lineales (6 réplicas aleatorias en cada pendiente) de 10 m de longitud y cada 10 cm. Para la caracterización de la diversidad de especies se aplicó el índice de Shannon-Wiener. El análisis estadístico se realizó sometiendo los resultados al análisis de la varianza utilizando el procedimiento ANOVA (one way) y las diferencias se determinaron por el test HSD Tukey del paquete estadístico SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de individuos han sido reclutados a una distancia menor de 100 m del núcleo original pero algunos árboles llegan más allá de los 100 m de la plantación. En la Tabla 2 se puede observar que *P. sylvestris* es la especie con mayor éxito en colonizar seguida por *P. mugo*. Ello confirma la naturaleza prolífica de ambas especies y su rápido crecimiento especialmente en zonas de pastos (Hunter and Douglas, 1984). *P. sylvestris* bajo condiciones de pastoreo actúa como mejor invasor en pastos arbustivos y espacios abiertos que en bosques (Jorritsma *et al.*, 1999). *P. mugo* no tolera la sombra y en consecuencia su expansión se ve favorecida por el aclareo de la vegetación por los

Tabla 2. Número y densidad de individuos invasores de cada especie.

Especies	Número de individuos				Densidad (individuos/ha)
	N	E	S	Total	
<i>Abies alba</i>	1	36	3	40	0,5
<i>Pinus mugo</i>	2	0	86	88	1,1
<i>Pinus sylvestris</i>	31	57	33	121	1,5
Indeterminado	1	1	14	16	0,13
TOTAL	35	94	136	265	3,2

animales en pastoreo (Kienast *et al.*, 1999). Su área de invasión se distribuye principalmente en la cara sur y no lejos de la plantación. *Abies alba* aparece como un invasor local a partir de la población natural. Esta especie nunca ha sido citada anteriormente como invasora de pastos si no más bien se considera en declive en Europa (Camarero *et al.*, 2002). De acuerdo con Senn and Sutter (2003), *A. alba* es la conífera más sensible al pastoreo por ungulados salvajes aunque su población depende también de otros factores. En nuestra área de estudio su proliferación obedece a la ausencia de ungulados salvajes, características de la pendiente y del efecto protector de los arbustos dominantes *Juniperus communis* spp. *nana* y *Calluna vulgaris*.

Tabla 3. Fisonomía de la vegetación del área de estudio en el Parque Natural del Montseny.

Orientación	N	E	S
Riqueza de especies (n)	23 a	13 c	21 b
Diversidad (H)	3,24 a	2,40 b	2,96 a, b
Abundancia relativa (%)			
<i>Juniperus communis</i>	25,95 a	14,15 b	0 c
<i>Calluna vulgaris</i>	8,46 b	42,65 a	7,96 b
Graminoides	39,98 a	33,27 b	52,42 a
No graminoides	25,50 a	8,46 b	34,17 a
Sin cobertura	0,11	1,47	5,46

Medias en la misma fila con distinta letra son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

La mayor densidad de árboles se detectó en la pendiente de la cara este con casi 8 individuos por hectárea, siendo *A. alba* la especie con más éxito debido probablemente a la mayor proximidad del núcleo natural, a la mayor abundancia de los arbustos dominantes (Tabla 3) que alcanzan más del 75% como especies acompañantes (Figura 1) y por la baja presencia de especies graminoides (Casper and Jackson, 1997).

En la cara norte se ha registrado una densidad de tan solo un individuo por hectárea siendo *P. sylvestris*, la que presenta mayor capacidad de propagación. La moderada invasión puede ser debida a la comunidad *Calluna vulgaris-Juniperus communis* ssp. *nana*. Su mayor valor de diversidad y riqueza en especies (Tabla 3) sugiere que es más resistente al proceso de invasión.

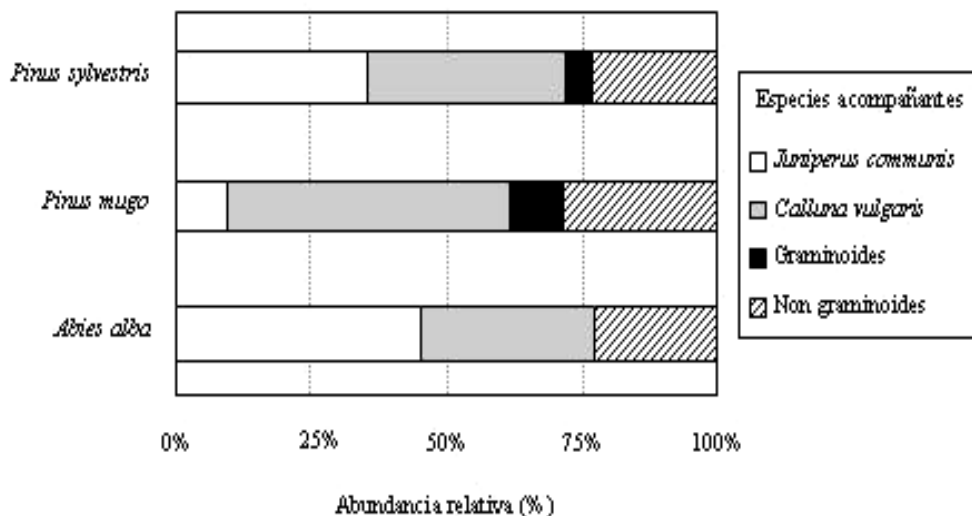


Figura 1. Abundancia relativa de las especies acompañantes de cada especie conífera en el Parque Natural del Montseny.

En la cara sur la densidad llega a 4 individuos por hectárea. La especie dominante es *P. mugo* debido a la cercana plantación de Plana Amagada. Ésta dominancia es compartida con *P. sylvestris*. La menor abundancia de arbustos y la mayor presencia de especies herbáceas (Tabla 3) junto con las condiciones más cálidas de la cara sur podrían explicar la ausencia de *A. alba*.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que *P. sylvestris* es el mayor invasor en el área estudiada (46% de individuos). *A. alba*, aparece como una especie invasora nativa lo cual es relevante dado que no había sido descrita hasta el momento. Las superficies más pobres en riqueza de especies en las pendientes sur y este han sido más invadidas (87% de individuos) que las de la cara norte. La abundancia de *J. communis* sugiere que los animales prefieren pastar en pastos abiertos reduciendo así el posible control de las coníferas invasoras. Las especies *J. communis nana* y *C. vulgaris* actúan como protectores de las plántulas de coníferas siendo el enebro la especie dominante. La prohibición de quemas y el control de la actividad ganadera establecidos en su día para la protección del parque, podrían haber contribuido a este proceso de invasión por lo que sería necesaria su consideración. Es necesario además indicar que los factores naturales como el aumento de la temperatura media registrada desde 1940 pueden haber contribuido también al proceso de invasión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTOLOMÉ, J.; FRANCH, J.; PLAIXATS, J., 1998: Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heath-woodland range, *Journal of Range Management*, **51**, 383-391.

CAMARERO, J.J.; MARTÍN, E.; PADRÓ, A.; GIL, E., 2002. Aproximación dendroecológica al decaimiento del abeto (*Abies alba* Mill.) en el Pirineo Aragonés. *Montes*, **70**: 26-33.

CASPER, B.B.; JACKSON, R.B. 1997. Plant Competition Underground. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **28**, 545-570.

HUNTER, G.G., DOUGLAS, M.H. 1984: Spread of exotic conifers on South Island Rangelands, *New Zealand Journal of Forestry*, **29**, 78-96.

JORRITSMA, I.T.M.; VAN HESS, A.F.M.; MOHREN, G.M.J. 1999. Forest development in relation to ungulate grazing: modeling approach. *Forest Ecol. and Management*, **120**:23-34.

KIENASTA, F.; FRITSCHIB, J.; BISSEGGERA, M.; ABDERHALDENC W., 1999. Modeling successional patterns of high-elevation forests under changing herbivore pressure: responses at the landscape level. *Forest Ecology and Management*, **120**: 35-46

KILGORE, J. S.; TELEWSKI, F.W., 2004. Reforesting the jack pine barrens: a long-term common garden experiment. *Forest Ecology and Management*, **189 (1-3)**: 171-187

MAST, J.N.; VEBLEN, T.T.; HODGSON, M.E., 1997. Tree invasion within a pine/grassland ecotone: an approach with historic aerial photography and GIS modelling. *Forest Ecology and Management*, **93(3)**, 181-194.

RICHARDSON, D.M.; BOND, F., 1991 "Determinants of plants distribution: evidences from pine invasions". *American Naturalist* **137**:639-668.

RICHARDSON, D.M. 1998. Forestry trees as invasive aliens. *Biol Conservation* **12(1)**, 18-26

SENN, J.; SUTER, W., 2003. Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba*) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. *Forest Ecology and Management*, **181**: 151-164.

VILLAR, L.; ROMO, A.M.; PERDIGÓ, M.T., 1993. The beechwoods of the central Pyrenees (Spain). A preliminary survey for conservation. *Biol Conservation*, **66(2)** 85-93.

WOLF, J.J.; BEATTY, S.W.; CAREY, G., 2003: Invasion by sweet clover (*Melilotus*) in montane grasslands, Rocky Mountain Natural Park. *Annals of the Association of American Geographers*, **93(3)**, 531-543.

VARIABILIDAD EN LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE PRATENSES EN ECOSISTEMAS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MONFRAGÜE

T. BUYOLO¹, L. FERNÁNDEZ-POZO², D. PATÓN¹, F. M. VENEGAS¹,
C. CRISÓSTOMO¹ Y J. CABEZAS¹.

¹Área Ecología. Dpto. Física. Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n 06071 Badajoz. ²Área de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n. 06071. Badajoz.

RESUMEN

En el total de las 16 unidades de vegetación o ecosistemas, delimitadas en la Reserva de la Biosfera de Monfragüe, se han determinado los siguientes parámetros referidos a la vegetación herbácea desarrollada en cada uno de ellos: Riqueza de especies (S), Diversidad específica (H') y producción de Materia Seca (MS). Al realizar el análisis estadístico no paramétrico para determinar las diferencias entre ecosistemas, se obtienen como resultados diferencias significativas en la MS (KS=31,14, p=0,01) y H' (KS=25,47, p=0,04). Por el contrario, S no mostró diferencias significativas entre unidades de vegetación (KS=18,59, p=0,23). Para el ecosistema de encinar adhesionado se obtuvo el valor máximo de MS con 2992,80 kg/ha, mientras que el mínimo correspondió al madroñal con 631,60 kg/ha. Por otro lado, los valores máximo de H' se obtuvieron en el encinar con *Retama sphaerocarpa* (L.), con 1,96 bits, mientras que el mínimo se calculó para la mancha de *Pistacia lentiscus* L. (0,80 bits). El valor promedio máximo de S se obtuvo en las márgenes arboladas (12,67 especies/m) y el mínimo en encinar con *Phyllirea angustifolia* L. (5,00 especies/m). Esto confirma la baja correlación de la MS con S (r=0,09) y H' (-0,06).

Palabras Clave: producción herbácea, riqueza florística, diversidad.

SPRING GRASSLAND BIODIVERSITY OF 16 ECOSYSTEMS FROM MONFRAGÜE BIOSPHERE RESERVE (SOUTHWESTERN SPAIN)

SUMMARY

In the 16 ecosystems of Monfragüe Biosphere Reserve the Richness (S), Shannon's diversity (H') and Dry Matter yield (MS) have been analyzed during Spring season. Differences in MS (KW=31,14, p=0,01) and H' (KW=25,47, p=0,04) tested by Kruskal-Wallis tests are significant. Nevertheless, S do not shows statistical differences (KW=18.59, p=0,23). Open evergreen oak ecosystem shows highest value of MS (2992,80 kg/ha) in contrast to *Arbutus unedo* L. ecosystems (631,60 kg/ha). On other hand, maximum values of H' were for mixed formations of *Quercus rotundifolia* Lam. and *Retama sphaerocarpa* L. (1,96 bits) whereas minimum H' was in *Pistacia lentiscus* L. shrublands (0,80 bits). Maximum S was in River Forests (12,67 species/m) and minimum in *Quercus rotundifolia* Lam. forests with *Phyllirea angustifolia* L. shrublands (5,00 species/m). MS show low correlations with S (r=0,09) and H' (-0,06).

Key words: herbaceous production, richness, diversity.

INTRODUCCIÓN

Definimos una unidad de vegetación como un tipo particular de formación vegetal, de especies leñosas y herbáceas, que se asocia a determinadas características ecológicas (climáticas, edáficas, etc.) (Buyolo, 1999; Escudero, 1977). Para el correcto análisis y exhaustivo conocimiento de estas unidades de vegetación o ecosistemas, es necesario disponer, junto con los datos correspondientes a variables abióticas (suelo, clima), estimaciones de las producciones de biomasa vegetal que se producen en ellos (González-Hernández *et al.*, 1998), así como datos relativos a sus composición florística y biodiversidad (Jurko *et al.*, 1981). Estos análisis proporcionan información sobre la disponibilidad de biomasa consumible en cada uno de los hábitats, lo que marcará el potencial pastoreo que los animales realizarán sobre ella (Loudon, 1987; González-Hernández *et al.*, 1993; González-Hernández, 1994), siendo necesario por tanto conocer cómo responde dicha vegetación a esta perturbación continua y qué patrones estacionales se establecen (Leslie *et al.*, 1984). El objetivo de este estudio es conocer la situación estacional de primavera, época de mayor desarrollo de la vegetación herbácea en un clima estacional como es el mediterráneo (González-Hernández *et al.*, 1998), del estrato herbáceo que acompaña a los ecosistemas más representativos del Parque Natural de Monfragüe, con el fin de establecer no sólo una base metodológica para estudios posteriores, sino también un conjunto de datos iniciales que permitan ampliar el conocimiento sobre la estructura, composición y productividad de estas unidades de vegetación, ampliamente utilizadas por la fauna silvestre en su alimentación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se ha realizado en la Reserva de la Biosfera del Parque Natural de Monfragüe (Cáceres, España), representante principal en Extremadura de bosques y matorrales mediterráneos. En el área que ocupa el Parque Natural y zonas de influencia, se han establecido una serie de unidades de vegetación, estimadas en base a fotografías aéreas (Buyolo, 1999) y a la clasificación en base a la vegetación leñosa mediante el programa TWINSPAN (Patón *et al.*, 2004).

En cada una de estas unidades de vegetación, se está llevando a cabo un seguimiento de la vegetación herbácea con el objetivo de conocer sus composiciones florísticas, las variaciones cuantitativas a lo largo del año y la producción de biomasa. La valoración estacional se ha estimado mediante muestreos de “point quadrat” (Egan *et al.*, 2000; Scurlock *et al.*, 2001), contabilizándose el fitovolumen, número total de contactos, de cada especie. Se realizaron tres transectos en cada una de las unidades de vegetación, y en cada uno de ellos se cosechó la biomasa de un sector de 50x50 cm. Este material vegetal fue picado y desecado en estufa de aire forzado durante 48 h a 65° C. A partir de estas mediciones se obtiene el conjunto de especies presentes en cada uno de los sistemas así como la abundancia de cada una de ellas, contabilizada como el número de contactos detectados.

Sobre este conjunto de datos, se ha llevado a cabo el cálculo de los siguientes índices (Magurran, 1989): Riqueza florística (número de especies contabilizadas) y Diversidad específica (calculada a partir del Índice de Shannon (1949)) (Tabla 1).

Se han establecido comparaciones estadísticas mediante test no paramétricos de los valores de riqueza florística y diversidad específica junto con los datos de MS para cada

una de las unidades de vegetación, determinando si existen o no diferencias significativas en el conjunto de ecosistemas (Tabla 2). A su vez, también se realizaron correlaciones entre los tres factores para establecer las posibles relaciones entre ellos (Tabla 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados recogidos en la Tabla 1, muestran cómo el ecosistema de encinar adhesado presenta la máxima producción de biomasa herbácea correspondiente al inicio de la primavera (2992,80 kg/ha), destacando notablemente de la siguiente unidad de vegetación más productiva, mancha de *Pistacia lentiscus* L., que con 1971,07 kg/ha registra una tonelada menos en la biomasa desarrollada.

Tabla 1.- Valores de producción de biomasa seca (MS), riqueza florística (S) y diversidad específica (H'), en cada uno de las unidades de vegetación seleccionadas en la Reserva de la Biosfera de Monfragüe

	MS (kg/ha)	S	H'
Encinar adhesado	2992,80	7,67	1,23
Mancha de <i>Pistacia lentiscus</i> L.	1971,07	9,67	0,80
Cumbres	1766,67	10,33	1,62
Encinar con <i>R.etama sphaerocarpa</i> (L.)	1620,67	10,67	1,96
Márgenes arboladas	1414,53	12,67	1,83
Mancha de <i>Phyllirea angustifolia</i> L.	1395,87	11,77	1,72
Retamar	1332,80	8,33	1,37
Brezal	1236,13	8,00	1,00
Jaral	1163,20	10,50	1,76
Encinar con <i>Cistus ladanifer</i> L.	1074,67	12,33	1,94
Umbría baja	933,47	10,67	1,54
Alcornocal con matorral	856,67	10,33	1,54
Encinar con <i>Phyllirea angustifolia</i> L.	834,67	5,00	0,88
Alcornocal	728,93	8,67	1,58
Umbría alta	716,93	10,00	1,46
Madroñal	631,60	8,67	1,51

La Tabla 1 muestra en orden descendiente, la MS contabilizada para el total de 16 unidades de vegetación, todas ellas con diferencias significativas ($p < 0,05$) (Tabla 2) entre sus producciones, es decir se pueden considerar como unidades de vegetación independientes en cuanto a la cantidad de biomasa herbácea que producen.

Los ecosistemas que registran valores de MS inferiores a una tonelada corresponden a umbría baja, alcornocal con matorral, encinar con *Phyllirea angustifolia* L., alcornocal, umbría alta y madroñal. Estos sistemas presentan un estrato arbóreo y arbustivo muy desarrollado, lo que provoca un efecto negativo de sombreado sobre la cubierta herbácea que hace que ésta se desarrolle con menor intensidad respecto a otras unidades con vegetación leñosa menos densa. En este momento del año, inicio de la primavera, uno de los factores más limitantes en el crecimiento de la vegetación herbácea es la luz y no tanto la disponibilidad hídrica, ya que el otoño y el invierno coinciden con el período de lluvias y las temperaturas máximas no han llegado aún a ser lo suficientemente elevadas como para limitar el desarrollo herbáceo.

Por el contrario, se comprueba cómo los sistemas con una cubierta leñosa menos densa mantienen las máximas producciones de biomasa en sus estratos inferiores (González-Hernández *et al*, 1998), coincidiendo además todos ellos con una localización en las caras de solana de las sierras en las que se han localizado y registrando menores pendientes.

Tabla 2.- Valores del test de Kruskal-Wallis (KS) para el establecimiento de diferencias significativas (p*) o no significativas (p) en cada uno de los parámetros estudiados y valores de correlación para cada par de ellos. Los parámetros correlacionados están marcados con *

	KS	p	correlación
MS	3,14	0,008*	-0,064 (MS-H')
S	18,59	0,23	0,092 (MS-S)
H'	25,47	0,04*	0,78* (S-H')

En cuanto a la riqueza florística (S), es decir, el número medio de especies que se han recolectado en cada ecosistemas estudiado (Tabla 1), muestra un rango de valores entre cinco especies contabilizadas en el encinar con *P. angustifolia* L. y 12,67 especies contabilizadas en las márgenes arboladas. Aún así, el test no paramétrico KS, no muestra diferencias significativas entre ecosistemas respecto al parámetro S ($p > 0,05$) (Tabla 2). En general, la riqueza florística es muy similar, ya que el 56,2% de las unidades de vegetación consideradas, superan las 10 especies y el resto quedan muy próximas a este valor, a excepción del encinar con *P. angustifolia* L.

El último parámetro analizado corresponde a la diversidad específica, H', que a diferencia de los valores de S, si muestra diferencias significativas entre ecosistemas ($p < 0,05$) (Tabla 2). Como el parámetro H' aúna la información que aporta no sólo S sino también la abundancia relativa de cada una de las especies contabilizadas, la diferencia no significativa que se contabiliza para S, es decir, no existen diferencias entre los distintos ecosistemas en cuanto a número de especies presentes, no se corresponde con lo obtenido para H' que sí muestra diferencias significativas, es decir, la abundancia de las especies no es igual en las diferentes unidades de vegetación. Pueden desarrollarse idéntico número de especies, pero las características ecológicas de cada sistema, presencia de arbolado más o menos denso, presencia o no de matorrales fijadores de N atmosférico, mayor o menor

pendiente, humedad edáfica o grado de iluminación, hacen que dichas especies estén representadas con mayor o menor número de individuos, lo que se traduce también en una mayor o menor productividad (MS).

El valor máximo de H' se corresponde con el ecosistema de encinar con *Retama sphaerocarpa* (L.), 1,96 bits, muy próximo a lo contabilizado para otro sistema de encinar, en este caso encinar con *Cistus ladanifer* L., 1,94 bits, y para márgenes arboladas, con 1,83 bits. Los valores mínimos se han registrado en la mancha de *P. lentiscus* L., con 0,80 bits, y como en el caso de S, en el encinar con *P. angustifolia* L., 0,88 bits.

Se han establecido también, las posibles correlaciones entre los tres parámetros analizados (Tabla 2), obteniéndose que no existe correlación entre la MS y los dos factores restantes, S y H' , es decir, una mayor o menor S o H' no implican una mayor o menor producción de MS. Esto se debe principalmente al efecto de selección que ejerce el pastoreo sobre la cubierta herbácea, disminuyendo los valores de S, ya que el estrato herbáceo se enriquece en unas determinadas especies que pasan a ser muy abundantes, fundamentalmente gramíneas y leguminosas (Metzger, 2005).

Riqueza florística y diversidad específica sí muestran correlación positiva (Tabla 2), aspecto lógico ya que, como se ha comentado anteriormente, el índice de diversidad engloba tanto el valor de riqueza florística como la abundancia relativa de cada una de ellas.

CONCLUSIONES

De los 16 ecosistemas delimitados en la Reserva de la Biosfera de Monfragüe, los correspondientes a encinar adhesado, mancha de *P. lentiscus* L., cumbres, encinar con *R. sphaerocarpa* (L.), márgenes arboladas, mancha de *P. angustifolia* L., retamar, brezal, jaral y encinar con *C. ladanifer* L., son los que registran mayores cantidades de MS en su cubierta herbácea de primavera, superando la tonelada de producción y siendo el valor máximo de 2992,80 kg/ha en el encinar adhesado.

Por el contrario, las unidades de vegetación que cuentan con una mayor cubierta leñosa, umbría baja, alcornocal con matorral, encinar con *P. angustifolia* L., alcornocal, umbría alta y madroñal, son las que registran menores producciones, correspondiendo el valor mínimo al madroñal con 631,60 kg/ha.

Respecto a los valores de S y H' , no presentan coincidencias en sus máximos y mínimos con los obtenidos para la MS, es decir, los ecosistemas más ricos o más diversos no son los de máxima producción. Este aspecto queda confirmado al calcular la correlación de ambos parámetros con la producción de MS, obteniendo como resultado la falta de dicha correlación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Director del Parque de Monfragüe D. Ángel Rodríguez, al Biólogo Conservador D. Amalio Toboso y a los Guardas Félix Gordo y Juan Salguero las facilidades prestadas para la realización de este trabajo. Este estudio ha sido financiado con cargo al proyecto CICYT REN 2003-05062 / GLO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUYOLO, T. 1999. *Procesos evolutivos del paisaje y complejos ambientales del actual Parque Natural de Monfragüe*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura, 148 pp. Badajoz (España).

EGAN, S.; SMITH, A.; ROBERTSON, D.; WATERHOUSE, A. 2000. Estimation of Heather Biomass Using Ground Based Methods for the Calibration of Remotely Sensed Data. *Aspects of Applied Biology* **58**, 1-9.

ESCUADERO, J.C. 1977. *Comparación de las estructuras de Biocenosis animales y vegetales en relación con el medio físico en el área del embalse Conde de Guadalhorce (Málaga)*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, 231 pp. Sevilla (España).

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P. 1994. *Estudio de las formaciones arboladas arbustivas como base para su aprovechamiento cinegético*. Tesis Doctoral. Univ. de Santiago de Compostela.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J.; CARDELLE CAMPOS, M. 1993. Aprovechamiento cinegético de algunas especies del monte gallego: valor nutritivo y capacidad de carga. IV. In: SILVA-PANDO, F.J., VEGA, G. (Eds.), *Actas del I Congreso Forestal Español, Lourizán*, 1993, pp. 93-98.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J.; CASAL JIMÉNEZ, M. 1998. Production patterns of understory layers in several Galician (NW Spain) woodlands seasonality, net productivity and renewal rates. *Forest Ecology and Management* **109**, 251-259.

JURKO, A.; FERDINAND, K.; LADISLAV, S. 1981. Ecological and production characteristics of the undergrowth of mountain forest. *Folia. Geobot. Phytotax.* **16**, 153-179.

LESLIE, D.M.; STRAKEY, E.E.; VAVRA, M. 1984. Elk and deer diets in old-growth forests in western Washington. *Journal of Wildlife Management* **48(3)**, 762-775.

LOUDON, A.S.I. 1987. The influence of forest habitat structure on growth, body size and reproduction in Roe deer (*Capreolus capreolus* L.). In: WEMMER, C.M. (Ed.), *Biology and Management of the Cervidae*, Washington.

MAGURRAN, A.E., 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral, 200 pp. Barcelona (España).

METZGER, K.L.; COUGHENOUR, M.B.; REICH, R.M.; BOONE, R.B. 2005. Effects of seasonal grazing on plant species diversity and vegetation structure in a semi-arid ecosystem. *Journal of Arid Environments.* **61**, 147-160.

PATON, D.; BUYOLO, T.; FERNÁNDEZ, L.; CABEZAS, J. 2004. Determinación de unidades de vegetación mediante el programa TWINSpan en áreas cinegéticas de Extremadura. 93-97. En: *Pastos y Ganadería Extensiva (XLIV Reunión Científica de la SEEP)*, Salamanca (España).

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. 1949. *The mathematical theory of communication*.

SCURLOCK, J.M.O.; ASNER, G.P.; GOWER, S.T. 2001. *Worldwide Historical Estimates of Leaf Area Index, 1932-2000*. 1-34. Oak Ridge National Laboratory.

PRIMERA APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS PASTIZALES COMO BIOINDICADORES EDÁFICOS EN EL OLIVAR (ANDALUCÍA, ESPAÑA)

A. CANO-ORTIZ, A. GARCÍA-FUENTES, J. A. TORRES Y E. CANO.

Dpto. Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Área de Botánica. Universidad de Jaén. Campus Universitario. Las Lagunillas s/n. 23071 Jaén. ecano@ujaen.es

RESUMEN

Se estudian algunos pastizales presentes en los olivares de las provincias de Jaén y Córdoba, para ello se levantan 20 inventarios fitosociológicos por comunidad y otros tantos muestreos edáficos, para establecer a continuación un análisis de correspondencias canónicas, con el fin de averiguar qué parámetros edáficos son los que condicionan la presencia de estos pastizales. Con este estudio hemos iniciado un nuevo método para elaborar un listado de bioindicadores edáficos que pueden tener una gran importancia para la gestión agrícola y ganadera. La pobreza en nutrientes es alta para los suelos de pH inferior a 7, con bajos valores en bases de cambio, fósforo, materia orgánica; pero con % de arena elevado, siendo éste el medio edáfico óptimo para el dominio de *Raphanus raphanistrum*. El resto del territorio con suelos de margas, en los que dominan pastizales dominados por *Sinapis mairei*, *Diplotaxis virgata*, *Chrysanthemum coronarium*, *Malva neglecta*, es fundamentalmente el contenido en materia orgánica lo que condiciona la presencia de una u otra comunidad.

Palabras clave: Bioindicador, comunidad de herbáceas, edafología, fitosociología, pastizal.

AN INTRODUCTION TO THE STUDY OF GRASSLANDS AS EDAPHIC BIOINDICATORS IN OLIVE GROVES (ANDALUSIA, SPAIN)

SUMMARY

This paper deals with the grasslands of olive groves in the provinces of Jaén and Córdoba. In order to find the edaphic parameters conditioning the occurrence of these grasslands, a total of 20 phytosociological relevés per community and the same number of edaphic samples were taken to analyse the canonical correspondences. The survey applies, for the first time, a new method for obtaining a list of highly important edaphic bioindicators for farming and livestock management. Soils with a pH value lower than 7 are poor in nutrients and have small values of exchangeable bases, phosphorus and organic matter. But their percentage of sand is high and this is the best edaphic substrate for *Raphanus raphanistrum*. In the rest of the territory, with marl soils in which grasslands dominated by *Sinapis mairei*, *Diplotaxis virgata*, *Chrysanthemum coronarium*, *Malva neglecta* are dominant, it is the content of organic matter that determines the occurrence of one community or another.

Key words: bioindicator, herbaceous community, edaphology, phytosociology.

INTRODUCCIÓN

En el momento actual y como consecuencia de la revolución agrícola de 1970, los avances científico-tecnológicos han incentivado la producción de los diferentes cultivos, entre los que se encuentra el olivar; si bien se ha producido un incremento en la producción, no tanto en la calidad. Por otra parte los análisis previos realizados (García Fuentes *et al.*, 2003; García Fuentes *et al.*, 2004), revelan la existencia de una fuerte modificación florística en los pastos del olivar, disminuyendo la abundancia de determinadas especies y aumentando otras más resistentes a los herbicidas. Esta problemática ha provocado que se incentiven los cultivos ecológicos, siendo necesaria la investigación de estos, por lo que es preciso crear herramientas, cuyo uso potencie el desarrollo de este tipo de cultivo, muy demandado por la sociedad. En el trabajo de investigación que presentamos sobre bioindicadores edáficos, se conjuga el estudio fitosociológico y edafológico, cuyo objetivo es averiguar el estado nutricional del suelo, mediante la presencia de determinadas fitocenosis. El estudio se inicia con cinco tipos de pastos, que se ampliarán en el futuro esperando obtener un listado de comunidades de herbáceas que actúen como bioindicadoras del suelo; iniciamos así una nueva línea de trabajo que puede aportar herramientas de gran interés para los agricultores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado un estudio de cinco fitocenosis de pastos que aparecen frecuentemente en los cultivos de olivar de la provincia de Jaén y Córdoba (Andalucía, España), tratando de correlacionar la presencia de estas comunidades vegetales con determinados parámetros del suelo. La finalidad última de este experimento es poder utilizar la presencia de estas especies como bioindicadores edáficos, sin necesidad de realizar análisis edáficos previos. Para ello se seleccionaron veinte parcelas de cada uno de los pastos estudiados. Al mismo tiempo que se realizó el inventario fitosociológico de la comunidad, y se toman los datos propios del inventario como: superficie, altitud, cobertura vegetal, altura media de las especies dominantes, inclinación, orientación, nº de especies e índices de abundancia-dominancia para cada especie (Braun-Blanquet, 1979), y por otro se toman muestras de suelo en los primeros 30-40 cm de profundidad, teniendo en cuenta la del sistema radicular de las especies dominantes, extrayéndose un peso aproximado de un kilogramo, para analizar en laboratorio los parámetros edáficos más importantes, posteriormente se aplicó el análisis multivariante (análisis de correspondencias canónicas) para buscar algún tipo de correlación entre la presencia de estos diferentes tipos de pastos y los 16 parámetros edáficos analizados, de los cuales resaltamos : Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.), M_g de cambio, K de cambio, P asimilable, Salinidad, Materia orgánica oxidable, N_2 total, Textura, p^F 15 atmósferas y pH.

Los suelos dominantes en la zona se corresponden, según, Aguilar *et al.* (1987) con cambisoles crómicos, cambisoles cálcicos, fluvisoles calcáreos, litosoles calcáreos, luvisoles cálcicos, luvisoles crómicos, regosoles calcáreos, soloncharck órticos y vertisoles. El estudio edafológico del olivar demuestra que la mayor parte del cultivo se localiza en suelos de margas y margas gípsicas, con pH básico y en menor medida en suelos neutros y ácidos procedentes de areniscas, pizarras y granitos. El territorio presenta un dominio del ombrotipo seco inferior y seco, con termotipo termomediterráneo superior y mesomediterráneo inferior y con bioclima mediterráneo pluviestacional oceánico y

pertenece al sector Hispalense de la provincia biogeográfica Bética (Rivas Martínez y Loidi, 1999a; Rivas Martínez y Loidi, 1999b)

En el momento actual el territorio se dedica en su mayoría al cultivo del olivar y algo menos a cereal; habiendo disminuido en los últimos años el área de este último cultivo a favor del olivar.

Las cinco comunidades de pastos en las que hemos trabajado son las siguientes: a) *Papaveri rhoeadis-Diplotaxietum virgatae*; b) *Fedio cornucopiae-Sinapietum mairei*; c) *Urtico urentis-Malvetum neglectae* d) *Resedo albae-Chrysanthemetum coronarii* y e) comunidad de *Raphanus raphanistrum*, las cuatro primeras con rango de asociación, y la última que mantenemos por el momento como comunidad. (Rivas Martínez *et al.*, 2001).



Figura 1. Localización del área de estudio. Valle del alto Guadalquivir (Córdoba, Jaén)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros resultados nos indican que las variables que más influencia ejercen en la presencia de un determinado tipo de pastizal se corresponden con la textura del suelo, la p^F a 15 atmósferas y otros elementos relacionados con la presencia de arcillas como la capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica oxidable, bases de cambio, etc. En el análisis edáfico se puede comprobar que al incrementarse el porcentaje de arena, disminuye de forma drástica el valor de p^F 15 atmósferas, para el caso concreto de la comunidad dominada por *Raphanus raphanistrum*, lo que significa que la capacidad de retención de agua (CR) por el suelo es menor, que en los casos donde el contenido de arena disminuye; así mismo la baja cantidad de materia orgánica, junto a bajos porcentajes de

arcilla hace que la capacidad de intercambio catiónico también lo sea, presentándose también unos valores muy bajos en cuanto a las bases de cambio y al fósforo asimilable; sin embargo en el resto de comunidades, si bien existen diferencias edáficas entre ellas, forman un grupo común al presentar valores similares en cuanto a textura arcilla, arena, limo, capacidad intercambio, materia orgánica y valor de p^F (Tabla 1 a, b). Se puede admitir por tanto que la comunidad de *Raphanus raphanistrum* es indicadora edáfica de la pobreza de suelos, mientras que el resto son indicadoras de un buen estado nutricional (Cano Ortiz, 2004). En el análisis multivariante se establece una correspondencia clara entre los pastos y el valor de determinados parámetros ecológicos. Por ello, las comunidades dominadas por *Raphanus raphanistrum* se encuentran en suelos con textura arenosas, que además coinciden con un pH neutro, mientras que *Diplotaxis*, *Sinapis*, *Chrysanthemum* y *Malva* necesitan mayor cantidad de arcilla en el suelo, con una capacidad de intercambio catiónico mayor (Figura 2).

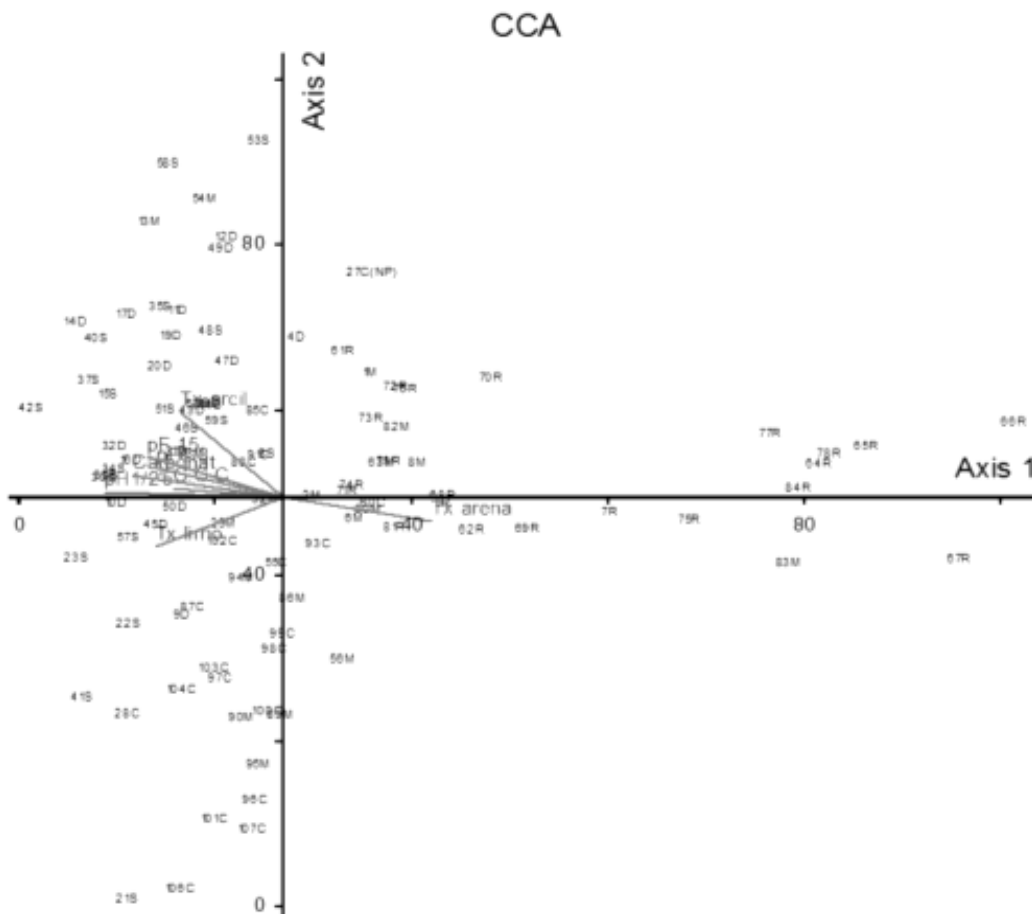


Figura 2. Análisis CCA. Parámetros edáficos más influyentes

La asociación *Fedio cornucopiae-Sinapietum mairei*, se localiza frecuentemente en ambientes cálidos, margosos e incluso con algo de yeso, lo que se pone de manifiesto en la Tabla 1a, puesto que el valor de salinidad es de 0,60 mmhos/cm, siendo éste bastante más elevado que en el resto de comunidades; si bien el valor de las bases de cambio, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ no son bajos, si presenta un valor relativamente bajo de P asimilable. Sin embargo, las asociaciones *Papaveri rhoeadis-Diplotaxietum virgatae* y *Resedo albae-Chrysanthemetum coronarii* se desarrollan en suelos con menor salinidad y con unas bases de cambio y fósforo asimilable similares. Es de destacar la alta cantidad de fósforo que presentan los suelos sobre los que se asienta la comunidad de *Urtico-Malvetum neglectae* (Tabla 1a), pero con una capacidad de intercambio catiónico no demasiado alta, lo que puede deberse a un valor bajo de arcilla, sólo compensado por la alta cantidad de materia orgánica. Los pastos dominados por *Raphanus raphanistrum*, son realmente curiosos, puesto que además de localizarse en suelos arenosos, los bajos valores en bases de cambio y en fósforo asimilable, hace que estemos en una situación muy diferente de los casos anteriores, lo que podría haber sido provocado por un lavado, ya que la cantidad de materia orgánica y de arcilla es baja, no siendo retenidas las bases de cambio. La baja cantidad de fósforo en el suelo es una de las causas de baja producción (Fuentes Yagüe, 1989), encontrándose este elemento en el suelo de dos formas, bien como fósforo orgánico el 20-60% del fósforo total del suelo, el cual se transforma en inorgánico por bacterias y hongos, este fósforo inorgánico puede encontrarse de varias formas, bien como fosfato de calcio que tiene una gran importancia en agricultura, ya que como fosfato monocálcico y bicálcico si es asimilado por la planta, pero no como fosfato tricálcico que es insoluble, al igual que los fosfatos de hierro y aluminio, debiendo procurarse que la relación carbono, nitrógeno, fósforo esté en 100:10:1. Queda patente (Tabla 1a) que la mejor relación C/N/P se encuentra en los suelos que mantienen al *Resedo-Chrysanthemetum* y al *Urtico-Malvetum*, mientras que la más alejada de 100:10:1 se encuentra en los suelos que sostienen a la comunidad de *Raphanus raphanistrum*.

Esto hace que los pastos de *Raphanus raphanistrum* sean indicadores de suelos oligótrofos, siendo bajos los valores de nutrientes y humedad, por lo que es necesario el abonado cálcico y fosfórico fundamentalmente, sin embargo el resto son indicadores de la eutrofia de los suelos, por ello los nutrientes y humedad del suelo son óptimos para el cultivo del olivar, lo que se puede poner de manifiesto mediante la producción, no siendo preciso añadir los abonos anteriormente mencionados. (Tabla 2).

Tabla 1a. Valores medios de diversos parámetros para cada una de las comunidades estudiadas

	C.I.C Meq./100gr	M.O. %	N ₂ Total %	P asimi.	Relación C/N/P	K cambio	M _g cambio
<i>Fedio-Sinapietum</i>	11,86	1,01	0,08	08,83	101:8:0,08	0,76	2,28
<i>Papaveri-Diplotaxietum</i>	13,98	1,01	0,08	13,00	101:8:0,10	0,98	2,23
<i>Resedo-Chrysanthemetum</i>	10,72	1,25	0,10	13,72	125:10:0,13	1,07	2,58
<i>Urtico-Malvetum</i>	09,72	1,30	0,11	26,77	130:11:0,26	0,90	1,57
<i>Co. R. raphanistrum</i>	06,49	0,67	0,06	04,48	67:6:0,04	0,26	0,83

Tabla 1b. Valores medios de diversos parámetros para cada una de las comunidades estudiadas

	Textura arcilla %	Textura arena %	Textura limo %	C.R.	P ^F 15 atmós.	Salinidad	pH
<i>Fedio-Sinapietum</i>	34,63	23,83	41,10	Alta	18,47	0,60	8,05
<i>Papaveri-Diplotaxietum</i>	38,76	20,68	40,51	Alta	18,63	0,27	8,08
<i>Resedo-Chrysanthemetum</i>	22,23	37,99	37,66	Media	12,99	0,40	7,94
<i>Urtico-Malvetum</i>	20,21	47,47	31,95	Media	12,11	0,47	7,84
Co. R. <i>raphanistrum</i>	17,95	64,84	17,03	Baja	07,45	0,23	6,86

Tabla 2. Comunidades de pastizal como bioindicadoras edáficas de nutrientes y humedad

Asociaciones	Nutrientes	Humedad
<i>Fedio-Sinapietum</i>	Media	Alta
<i>Papaveri-Diplotaxietum</i>	Media	Alta
<i>Resedo-Chrysanthemetum</i>	Alta	Media
<i>Urtico-Malvetum</i>	Alta	Media
Co. R. <i>raphanistrum</i>	Baja	Baja

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se concluye que cada tipo de pasto está condicionado por unos determinados parámetros, siendo la textura, materia orgánica oxidable, pH, entre otros, los que más influyen en la presencia de las comunidades estudiadas; actuando como indicador de pobreza edáfica el herbazal dominado por *Raphanus raphanistrum*, que como hemos visto se localiza en suelos arenosos con baja capacidad de retención de agua (CR), baja cantidad de nitrógeno y de bases de cambio y de P asimilable; mientras que de la riqueza edáfica son bioindicadores los herbazales dominados por *Diplotaxis virgata*, *Sinapis mairei*, *Chrysanthemum coronarium*, *Malva neglecta*. Por ello proponemos para los territorios cuyos suelos son de pH inferior a 7, riqueza en arena superior al 50%, la incorporación de materia orgánica y de compuestos fosfóricos que puedan ser absorbidos por la planta, así como la aplicación de abonos sulfurados, puesto que estos provocan una ligera disminución del pH, lo que favorece la movilización del fósforo.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado con cargo al convenio entre la Universidad de Jaén y Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía para la realización de la "Cartografía de flora y vegetación del Parque Natural Sierra Mágina y su entorno".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR RUÍZ, J.; DELGADO, G.; DELGADO, R.; DELGADO RODRÍGUEZ, M.; FERNÁNDEZ, I.; NOGALES, R.; ORTEGA, E.; PÁRRAGA, J.; SAURA, I.; SIERRA, C. & SIMÓN TORRES, M., 1987. *Memoria del mapa de suelos de la provincia de Jaén (E. 1:200.000)*. Excma. Diputación Provincial de Jaén, 253 pp. Jaén (España).

BRAUN-BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. Blume, 819 pp. Madrid (España).

CANO ORTIZ, A., 2004. *Bioindicadores edáficos del olivar*. Trabajo Tutelado. Universidad de Jaén. 50 pp. (inéd). Jaén (España).

GARCÍA FUENTES, A.; TORRES, J.A.; CANO ORTIZ, A.; MONTILLA, R.J.; RUIZ, L.; SALAZAR, C.; CANO, E. (2003). Modificaciones florísticas de los herbazales del valle del Guadalquivir. *XIX Jornadas de Fitosociología. "Biodiversidad y Gestión del Territorio"*, 81. La Laguna (Tenerife) España.

GARCÍA FUENTES, A.; RUIZ, L.; CANO ORTIZ, A.; MONTILLA, R.J., SALAZAR, C., CANO, E. (2004). Cambios de la composición florística en las fitocenosis de pastizal del alto valle del Guadalquivir (Jaén, sur de España). En: *Pastos y Ganadería Extensiva*, 41-46. Ed. B. GARCÍA CRIADO, A. GARCÍA, B.R. VAZQUEZ, I. ZABALGOGEAZCOA. Salamanca. España.

FUENTES YAGÜE, J., 1989. *El suelo y los fertilizantes*. Ed. Mundi-Prensa. 276 pp. Madrid.

RIVAS MARTÍNEZ, S.; LOIDI, J. 1999 a. Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobotanica*, **13**, 41-47.

RIVAS MARTÍNEZ, S.; LOIDI, J. 1999b. Biogeography of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobotanica*, **13**, 49-67

RIVAS MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; LOUSA, M. & PENAS, A., 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*, **14**, 5-341.

RELACIÓN SUELO – VEGETACIÓN HERBÁCEA EN ECOSISTEMAS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MONFRAGÜE

L. FERNÁNDEZ-POZO¹, J. CABEZAS², T. BUYOLO², F. M. VENEGAS², D. PATÓN²
Y C. CRISÓSTOMO².

¹Área de Edafología y Química Agrícola. ²Área de Ecología. Facultad de Ciencias.
Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n. 06071. Badajoz. España.

RESUMEN

En la Reserva de la Biosfera de Monfragüe se han delimitado 16 unidades de vegetación. En cada una de ellas se han analizado 11 parámetros edáficos con el objetivo de situar las condiciones de los suelos en cada formación vegetal y establecer la fertilidad física y química de cada unidad de vegetación, para identificar las posibles limitaciones en cuanto al desarrollo de la vegetación. Mediante un Análisis Canónico de Correspondencias (ACC) se han analizado las posibles relaciones entre suelo y vegetación herbácea. Los cuatro primeros ejes del ACC recogen más del 55% de variación, mostrando diversos grupos de unidades de vegetación. Los parámetros de suelo más relevantes que discriminan herbáceas son: contenido en materia orgánica, Mg^{++} , Ca^{++} y pH.

Palabras clave: reacción del suelo, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, ciervo.

SOIL-PLANT RELATIONSHIPS IN ECOSYSTEMS OF BIOSPHERE RESERVE OF MONFRAGÜE (SOUTH WESTERN SPAIN)

SUMMARY

Eleven parameters of the soils from 16 ecosystems of Biosphere Reserve of Monfragüe (South western Spain) have been studied. Physicals and Chemical fertility, soil condition and limiting factors have been analyzed. Using a Canonical Correspondence Analysis (ACC) the main groups of soils and the possible relations between soil and ecosystems were determined. ACC in the four main axes explain 55% of the observed variability, explained specially by Organic Matter Content (MO), Mg^{++} , Ca^{++} and pH.

Keywords: soil reaction, cationic exchange capacity, organic matter, deer.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural no renovable receptor de las actividades humanas, resultando un componente crítico de la biosfera (Glanz, 1995). La vida en nuestro planeta depende, en gran medida, del correcto cumplimiento de sus funciones; producción vegetal, filtro de fluidos y regulación de los ciclos biogeoquímicos. La principal causa de degradación de un ecosistema es la rotura del balance de energía y nutrientes (Doran y Parkin, 1996). Constanza *et al.* (1992) indican que un ecosistema se encuentra en buen estado si es activo, mantiene su organización y autonomía a lo largo del tiempo y es resiliente al estrés, por tanto cualquier actividad debe realizarse de forma que posibilite su funcionalidad (Rodenburg, 1992; Bakkes *et al.*, 1994), ya que su degradación es un proceso que empieza con la pérdida de biodiversidad, sigue con la pérdida de cobertura vegetal y termina afectando al suelo.

El mantenimiento de los ecosistemas y el uso racional de los recursos, es esencial en el desarrollo de las regiones, debiendo comparar el nivel de los indicadores medioambientales con los considerados óptimos o de calidad. Este nivel de referencia es difícil de situar, puesto que no todos los ecosistemas presentan los mismos grados de calidad ni deben reflejarse éstos con idénticos valores en otros. De ahí que hayamos optado por estudiar un ecosistema que goza de valores óptimos, como es el caso de la Reserva de la Biosfera de Monfragüe. Con este estudio pretendemos establecer parámetros edáficos que puedan ser utilizados de indicadores de fertilidad física y química en un ecosistema, a priori, que goza de elevado grado de calidad, así como identificar las limitaciones impuestas por éstos frente al desarrollo de la vegetación.

MATERIAL Y MÉTODOS

La Reserva de la Biosfera de Monfragüe se localiza en el tercio central de la provincia de Cáceres. En un estudio anterior han sido establecidas sus formaciones vegetales (Patón *et al.*, 2004). En cada una de ellas se tomaron, en primavera de 2004, tres muestras de suelo en los 30 primeros cm, analizándose propiedades físicas (granulometría), físico-químicas (capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica y pH), químicas (fósforo, Na, K, Ca y Mg) y biológicas (materia orgánica y nitrógeno total). Los métodos utilizados fueron los oficiales del Instituto de Edafología José María Albareda (1973). Las posibles relaciones entre suelo y vegetación herbácea se han analizado mediante un Análisis Canónico de Correspondencias (R Development Core Team, 2003) para discriminar entre las distintas unidades de vegetación y los parámetros edáficos causantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los promedios de las propiedades edáficas estudiadas. Los suelos poseen una textura franca, con tendencia a arenosa. Los porcentajes de arcilla oscilan del 5 al 14%, presentándose los menores contenidos en encinares adhesados, brezales, madroñales y umbrías bajas; por el contrario, en encinares con *Retama sphaerocarpa* L., cumbres, jarales y manchas de *Pistacia lentiscus* L. es mayor. El contenido de limo oscila del 19 al 51%, con gran variabilidad entre las formaciones; los mayores se dan en encinares con *Retama sphaerocarpa* L., cumbres, encinares con *Phillyrea angustifolia* L. jarales y

retamares, mientras que encinares adhesados y madroñales presentan los menores. Por último, el porcentaje de arena oscila del 35 al 76%, mayor en encinares adhesados y madroñales y menor en encinares con *Retama sphaerocarpa* L., retamares y cumbres.

Tabla 1.- Resultados promedio de las propiedades edáficas estudiadas.

MUESTRA	Ac	L	Ar	pH	Ce	CIC	Mg	Ca	K	Na	Nut.	P	MO	N	C/N	Tx
	%				dS/m	Cmol/Kg						ppm	%	%		
MAA	7,00	36,33	56,68	5,14	0,21	12,48	1,77	5,69	0,57	0,78	8,82	25,83	9,30	0,38	19,03	FAr
MAM	7,49	31,80	60,71	5,55	0,10	8,43	0,98	4,74	0,21	0,81	6,74	11,00	7,10	0,20	22,49	FAr
MBR	6,04	33,01	60,96	5,70	0,13	8,07	0,84	4,55	0,29	0,49	6,17	8,83	4,29	0,15	24,29	FAr
MCM	13,82	41,94	44,25	4,48	0,13	14,43	0,73	3,29	0,28	0,90	5,20	92,17	11,03	0,40	17,58	F
MEA	5,08	18,61	76,31	5,15	0,10	3,87	0,60	2,58	0,24	0,88	4,30	28,00	2,17	0,14	11,28	FAr
MEP	9,01	43,78	47,21	5,46	0,29	11,84	1,39	8,84	0,18	0,46	10,87	15,83	4,70	0,15	34,03	F
MER	14,44	50,60	34,96	5,65	0,27	13,88	1,45	8,22	1,11	0,84	11,62	86,33	5,27	0,32	9,44	FL
MEJ	10,94	43,02	46,03	5,17	0,20	12,64	1,49	6,01	0,52	0,75	8,77	16,58	5,37	0,34	10,55	F
MJR	12,66	36,82	50,53	4,91	0,12	11,20	0,91	2,61	0,27	0,77	4,56	9,78	3,33	0,18	11,30	F
MMA	8,95	34,24	56,82	5,47	0,08	10,39	1,34	4,95	0,17	0,85	7,31	6,33	6,00	0,15	27,65	FAr
MMD	5,44	19,86	74,70	5,40	0,31	7,14	1,07	8,40	0,30	0,79	10,56	39,00	8,22	0,25	24,17	FAr
MML	12,82	31,09	56,09	5,45	0,23	11,82	1,97	6,76	0,26	0,88	9,87	11,67	4,12	0,19	13,22	FAr
MMP	7,77	35,04	57,20	5,25	0,15	6,73	1,09	5,33	0,19	0,72	7,33	7,67	4,05	0,12	21,49	FAr
MRT	11,98	44,37	43,65	5,18	0,29	7,70	1,04	3,96	0,54	0,57	6,11	25,33	3,30	0,19	10,45	F
MUA	7,31	32,39	60,31	5,48	0,07	10,16	1,01	4,96	0,51	0,71	7,19	40,83	5,86	0,33	11,14	FAr
MUB	6,94	35,34	57,73	5,15	0,14	11,36	0,83	6,28	0,33	0,61	8,05	14,67	6,05	0,26	14,17	FAr

MAA (Alcornocales adhesados); **MAM** (Alcornocales con matorral); **MBR** (Brezales); **MCM** (Cumbres); **MEA** (Encinares adhesados); **MEP** (Encinares con *Phillyrea angustifolia* L.); **MER** (Encinares con *Retama sphaerocarpa* L.); **MEJ** (Encinares con *Cistus ladanifer* L.); **MJR** (*Cistus ladanifer* L.); **MMA** (Márgenes arboladas); **MMD** (Madroñales); **MML** (*Pistacia lentiscus* L.); **MMP** (*Phillyrea angustifolia* L.); **MRT** (*Retama sphaerocarpa* L.); **MUA** (Umbrias altas); **MUB** (Umbrias bajas).
Ac (Arcilla); **L** (Limo); **Ar** (Arena); **Ce** (Conductividad eléctrica); **CIC** (Capacidad de intercambio catiónico); **Nut** (Nutrientes); **P** (Fósforo); **MO** (Materia orgánica); **N** (Nitrógeno total); **C/N** (Relación Carbono-Nitrógeno); **Tx** (Textura).
FAr (Textura franco arenosa); **F** (Textura franca); **FL** (Textura franco limosa).

Los resultados indican suelos equilibrados con buenas condiciones de aireación y desarrollo radicular. Dentro de las formaciones de encinares, los adhesados van a situarse en un extremo (textura franco arenosa), los encinares con *Retama sphaerocarpa* L. ocupan el opuesto (textura franco limosa) y los encinares con *Phillyrea angustifolia* L. se sitúan entre ambos (textura franca). Cumbres, jarales, y retamares poseen textura franca, y en alcornocales, brezales, madroñales, umbrias, márgenes arboladas y manchas de *Pistacia lentiscus* L. y *Phillyrea angustifolia* L. es franco arenosa.

La reacción del suelo condiciona la flora, ya que el pH influye sobre la fertilidad y la actividad biológica, interviniendo en la asimilabilidad de los nutrientes del suelo. Los valores de pH oscilan de 4,5 a 5,7, ácido y ligeramente ácido respectivamente, no siendo óptimos para la disponibilidad de la mayoría de nutrientes. Las más ácidas son cumbres y jarales; las más alcalinas brezales y encinares con *Retama sphaerocarpa* L. A pesar de que prácticamente las diferencias de pH son de sólo una unidad, las implicaciones sobre otros parámetros son muy evidentes. De este modo, podemos comprobar que las formaciones de cumbres son las de mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC), fósforo (P), materia orgánica (MO) y nitrógeno total (NT).

La CIC es una propiedad íntimamente relacionada con la fertilidad y nutrición de las plantas, depende del contenido y naturaleza de las arcillas y el contenido en MO. Los cationes se liberan a la solución del suelo para ser absorbidos por las raíces. Las posibles limitaciones en el desarrollo de la vegetación se deben a la presencia y disponibilidad de nutrientes, aspectos estos que nos vienen marcados por la mineralogía, MO y reacción del suelo. Las unidades estudiadas poseen una CIC baja, presumiblemente debido al contenido de arcilla, ya que el nivel de MO es bueno-alto. Esta condición es clave en cuanto al desarrollo de la vegetación, la cual va a estar determinada por las aportaciones de nutrientes orgánicos y sus transformaciones. Precisamente, las cumbres poseen la mayor CIC (14,4 cmol/kg), el mayor contenido en MO (11,0%), en P (92,2 ppm), en NT (0,40%), pero es una de las unidades con menor contenido de nutrientes (5,20 cmol/kg) y menor pH. En estas condiciones de acidez, la MO es difícil de biodegradar, de ahí que sea elevada, más por la acidez del suelo que por la cantidad de nutrientes aportados por la vegetación. En ellas la acidez provoca un elevado contenido de nutrientes, pero de escasa disponibilidad, acumulándose en el suelo.

Los encinares con *Retama sphaerocarpa* L. se sitúan tras las cumbres en cuanto a CIC (13,9 cmol/kg). Ambas unidades son muy similares, excepto en pH (5,65), contenido en nutrientes (11,6 cmol/kg) y MO (5,27%). Estas condiciones provocan un mayor grado de mineralización de la MO, de contenido en nutrientes y de disponibilidad de éstos. Atendiendo a ello, las cumbres poseen una escasa fertilidad mientras que es superior en los encinares con *Retama sphaerocarpa* L. Los nutrientes que marcan estas diferencias son K, Ca y Mg.

Los encinares adhesados, con una CIC de tan sólo 3,9 cmol/kg, presentan las peores condiciones de fertilidad, ya que poseen menor contenido de nutrientes (4,3 cmol/kg), de MO (2,2%) y NT (0,14%). Con características similares a esta unidad también están las formaciones de *Phillyrea angustifolia* L., madroñal y *Retama sphaerocarpa* L.

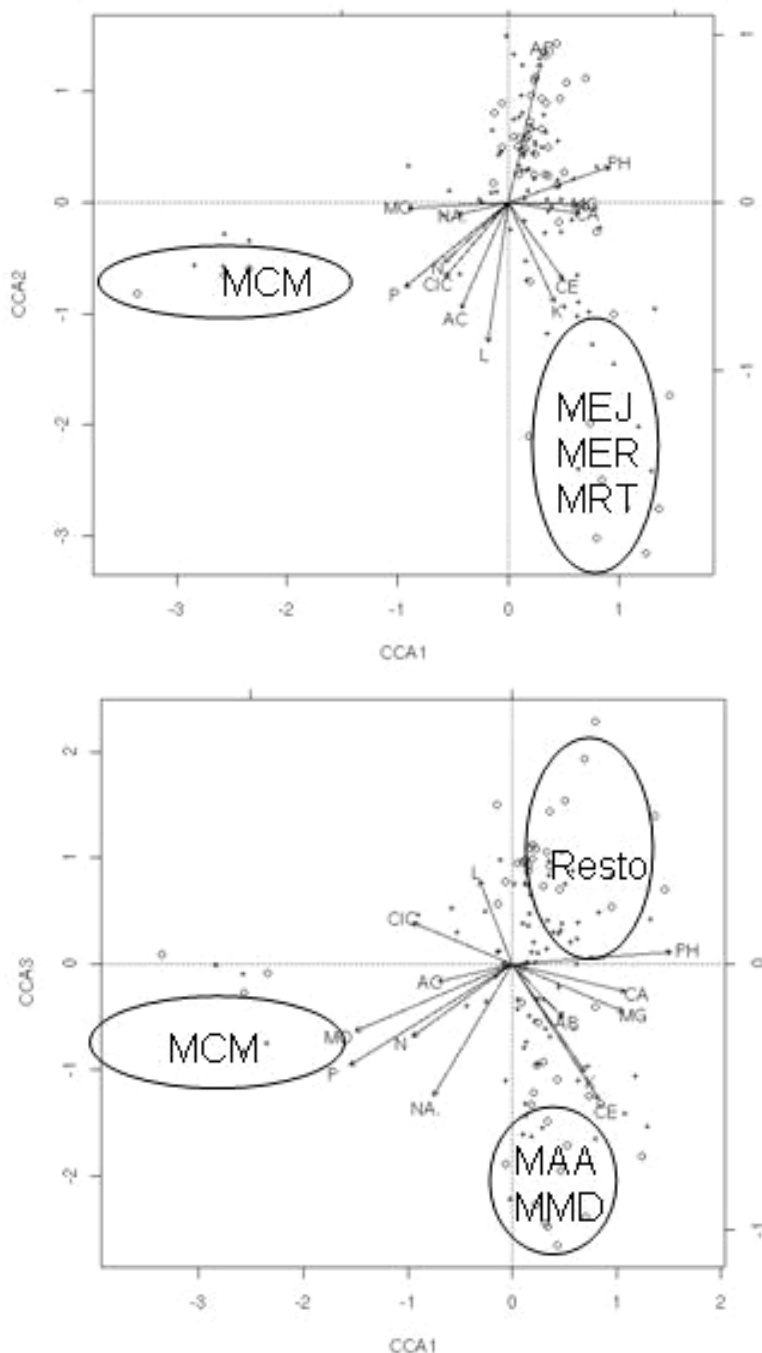


Figura 1.- Análisis Canónico de Correspondencias de los parámetros físico-químicos de suelos en distintas unidades de vegetación de Monfragüe. a) Primer y segundo ejes. b) primer y tercer ejes. MCM: Cumbres; MEJ: Encinar con jara; MER: Encinar con retama; MRT: Retamar; MAA: Alcornocal adhesionado; MMD: Madroñal.

Na, K, Ca y Mg, marcan diferencias entre unidades. Las reservas edáficas de ellos se sitúan en niveles medios-bajos. Analizándolos en conjunto, las formaciones que poseen mayor reserva son los encinares con *Retama sphaerocarpa* L., con *Phillyrea angustifolia* L. y madroñales, mientras que los encinares adhesionados, jarales y cumbres poseen menor contenido. Los nutrientes de mayor relevancia, en cuanto a necesidades nutritivas de cérvidos, son Ca y Mg. El primero muy demandado por los machos para la formación y desarrollo de la cuerna y el Mg por las hembras tras la gestación. Las mayores reservas de Mg se presentan en las formaciones de *Pistacia lentiscus* L. y alcornoques adhesionados (2,0 y 1,8 cmol/kg respectivamente), contenido que desciende a 0,6 y 0,7 cmol/kg en encinares con *Retama sphaerocarpa* L. y cumbres respectivamente. En el caso del Ca, los mayores niveles en suelo los encontramos en encinares con *Phillyrea angustifolia* L., madroñales y encinares con *Retama sphaerocarpa* L. (8,9, 8,4 y 8,2 cmol/kg respectivamente), mientras que en encinares adhesionados, jarales y cumbres se consiguen los mínimos, 2,6 cmol/kg en las dos primeras y 3,3 cmol/kg en cumbres.

Los contenidos en P son muy dispares, oscilando de 6 a 92 ppm. Cumbres y encinares con *Retama sphaerocarpa* L. poseen mayor contenido; márgenes arboladas, manchas de *Phillyrea angustifolia* L. y brezales las de menor. Estos valores guardan una estrecha relación con los de NT, coincidiendo en las unidades estudiadas y oscilando éste del 0,40 al 0,12%.

Al tratar de establecer posibles relaciones entre las unidades de vegetación y sus suelos, se ha realizado un Análisis Canónico de Correspondencias (ACC). Los cuatro primeros ejes (Fig. 1 y 2) absorben más del 55% de variabilidad, mostrando diversos grupos de unidades de vegetación y resultando que MO, Mg, Ca y pH son los parámetros más relevantes que discriminan dichos grupos. Estos resultados confirman las apreciaciones realizadas anteriormente, tan sólo indicar que si bien en el ACC no aparece una clara referencia a la granulometría, esta propiedad es de indudable interés en cuanto a condiciones de fertilidad física; no obstante queda enmascarada por el importante papel que juega, y puesto de manifiesto por el ACC, la reacción del suelo.

CONCLUSIONES

A tenor de los resultados obtenidos, hay una neta relación entre determinados parámetros del suelo y las unidades de vegetación presentes en la Reserva de la Biosfera de Monfragüe. El pH es el principal discriminante observado. Éste parámetro determina la disponibilidad de los nutrientes, para ser mineralizados y posteriormente absorbidos, y queda refrendado al observar que las unidades de vegetación de reacción ácida son las de menor contenido en Ca y Mg. Si bien, en términos generales, el contenido en MO es medio-alto, el incremento en determinadas unidades es debido al carácter ácido de las mismas, creándose reservorios difícilmente aprovechables en estas condiciones, mientras que en unidades con pH más alcalino, la escasez de nutrientes y MO se debe a la alta tasa de descomposición y su elevada disponibilidad, siendo rápidamente incorporados por la planta. Estudios complementarios permitirán comprobar la hipótesis propuesta.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Director del Parque de Monfragüe D. Ángel Rodríguez, al Biólogo Conservador D. Amalio Toboso y a los Guardas Félix Gordo y Juan Salguero las facilidades prestadas para la realización de este trabajo. Este estudio ha sido financiado con cargo al proyecto CICYT REN 2003-05062 / GLO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKKES, J.A.; VAN DER BORN, G.; HELDER, J.; SWART, R.; HOPE, C.; PARKER, J., 1994. *An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives*. UNEP/EATR.94-01; RIVM/402001001. Environmental Assessment Sub-Programme; UNEP, Nairobi. (Kenia).

COMISIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDASOLOGÍA Y AGROBIOLOGÍA “JOSÉ MARÍA ALBAREDA”, 1973. *Determinaciones analíticas de suelos*. Madrid. (España).

CONSTANZA, R.; NORTON, B.G.; HASKELL, B.D., 1992. *Ecosystem health: New goals for environmental management*. Island Press, Washington, DC. (USA).

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B., 1996. Quantitative indicators of soil quality: A minimum data set. En *Methods for assessing soil quality*, 25-37. Eds. J.W. DORAN et al. SSSA Spec. Publ. 49. ASA and SSSA. Madison, WI (USA).

GLANZ, J.T., 1995. *Saving our soil: Solutions for sustaining earth's vital resource*. Johnson Books. Boulder, CO (USA).

HOLECHEK, J.L.; PIEPER, R.D.; HERBEL, C.H., 1995. *Range Management. Principles and Practices*. Ed. Prentice Hall. New Jersey (USA).

PATÓN, D.; BUYOLO, T.; FERNÁNDEZ, L.; CABEZAS, J., 2004. Determinación de unidades de vegetación mediante el programa TWINSpan en áreas cinegéticas de Extremadura. En: *Pastos y Ganadería Extensiva (XLIV Reunión Científica de la SEEP)*, 93-97. Eds. B. GARCÍA CRIADO, A. GARCÍA CIUDAD, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA, Í. ZABALGOGEAZCOA. Salamanca (España).

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2003. *R Installation and administration*. Ed. GNU Free Software Foundation, 25 pp. (USA).

RODEMBURG, E. 1992. *Eyeless in GAIA: The State of Global Environmental Monitoring*. World Resources Institute. Washington D.C. (USA)

CALIDAD NUTRITIVA DEL PASTIZAL MEDITERRÁNEO DE 16 ECOSISTEMAS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MONFRAGÜE

D. PATÓN¹, J. CABEZAS¹, T. BUYOLO¹, L. FERNÁNDEZ-POZO²,
F.M. VENEGAS¹ Y C. CRISÓSTOMO¹.

Area de Ecología¹ y Edafología y Química Agrícola². Departamento de Física¹ y Biología y Producción de los Vegetales². Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n 06071 Badajoz

RESUMEN

Se han analizado las Cenizas (CC), Proteína Bruta (PB), Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD), Grasa Bruta (GB), Potasio (K), Sodio (Na), Fósforo (P), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) de los pastos herbáceos de 16 ecosistemas de la Reserva de la Biosfera de Monfragüe durante la estación primaveral. Los resultados obtenidos muestran una alta variabilidad entre ecosistemas y parámetros nutricionales. La PB presenta los valores más altos en el Alcornocal adhesionado (13,19%) y Encinar con retama (11,72%) y los mínimos en el Lentiscar (7,22%), Brezal (7,45%) y Matorral de Labiérnago (7,58%). La GB es más alta en el Retamar y Cumbres con 0,20% en ambos casos. Los valores más altos de K y P se alcanzan en el Encinar con retama (1,64 y 0,42% respectivamente). El Na mostró el valor más alto en el Retamar (0,29%). El resto de parámetros (FAD, FND, EM, Ca y Mg) no mostraron diferencias significativas entre ecosistemas. Los resultados obtenidos se discuten en relación a la conducta trófica del ciervo y la posible gestión a aplicar en el Parque Natural de Monfragüe.

Palabras clave: ciervo, pasto, Energía Metabolizable, Proteína Bruta, Extremadura.

NUTRITIVE CONTENT OF GRASSLANDS FROM 16 MEDITERRANEAN ECOSYSTEMS IN MONFRAGÜE WORLD RESERVE (CÁCERES, SPAIN)

SUMMARY

Ash (CC), Crude Protein (PB), Neutral Detergent Fibre (FND), Acid Detergent Fibre (FAD), Crude Fat (GB), K, Na, P, Ca and Mg have been analyzed in the grasslands from 16 Mediterranean Ecosystems from Biosphere Reserve of Monfragüe in Southwestern Spain. Results show significant differences in PB with higher values in savannas of Cork (13,19%) and Evergreen Oak with Spanish Broom (*Retama sphaerocarpa* L. (11,72%). Lower values were in shrublands of *Pistacea lentiscus* (7,22%), *Erica spp.* (7,45%) and *Phillyrea angustifolia* (7,58%). GB was higher in *Retama* shrublands and Mountainous areas (both with 0,20%). Highest values of K and P were in Evergreen Oak forest with *Retama* shrublands (1,64 y 0,42% respectively). Na was highest in *Retama* shrublands (0,29%). Rest of parameters were not significant (FAD, FND, EM, Ca y Mg) between ecosystems. Results are analyzed under the perspective of the feeding behaviour and management of Red Deer (*Cervus elaphus*, L.).

Keywords: deer, grasslands, Metabolizable Energy, Crude Protein, Extremadura.

INTRODUCCIÓN

En la gestión cinegética del ciervo (*Cervus elaphus*, L.) es preciso registrar la gran variabilidad local, estacional e interanual que presentan los pastos mediterráneos en su calidad nutritiva (Patón *et al.*, 2004). Además es necesario tener presente que este animal es una especie ecotonal que puede consumir recursos tan variados como arbustos, frutos forestales y pastos herbáceos, lo cual obliga a valorar mas tipos de posibles recursos forrajeros que en las especies domésticas (Patón *et al.*, 2003; Rodríguez-Berrocal, 1993). Todos estos condicionantes, nos obligan a recoger mayor información si pretendemos dar estimaciones realistas de capacidad de carga. En el presente trabajo, aportamos los primeros datos sobre calidad nutritiva y productividad de los pastos mediterráneos del Parque Natural de Monfragüe (Cáceres, España) durante la estación primaveral. Somos conscientes que solo damos un primer avance y que necesitamos recoger en un futuro próximo mas variabilidad que la mostrada incluyendo mas tipos de recursos (frutos forestales y arbustos), con determinaciones realizadas en mas hábitats, a lo largo de diferentes estaciones y con suficiente variabilidad interanual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente trabajo se realizó en la Reserva de la Biosfera del Parque Natural de Monfragüe (Cáceres, España) (entre 39°45' y 40°00' de latitud N y 5°45' y 6°00' de longitud O). El Parque de Monfragüe cubre 17.845 ha cubiertas principalmente de bosques y matorrales Mediterráneos. La altitud media es de 360 m con una precipitación promedio anual de 791 mm que corresponde a un clima Mediterráneo subhúmedo. La precipitación, está desigualmente distribuida con un periodo de sequía de entre 3 a 5 meses según años. Los suelos mas abundantes son acrisoles háplicos caracterizados por un horizonte B con escasa capacidad de intercambio catiónico (24 cmol / kg) y un grado de saturación del agua del 50%.

Determinación de los ecosistemas

La determinación de los ecosistemas o Complejos Ambientales (CA) se basaron en el estudio de Buyolo *et al.* (1998) usando fotografías aéreas testadas en terreno. Estudios posteriores de clasificación de la vegetación leñosa mediante análisis de transectos con TWINSpan (Patón *et al.*, 2004) permitieron validar estos CA (Tabla 1).

Parámetros químicos analizados

Los pastos se cosecharon (Marzo, Abril y Mayo del 2004) en cuadrículas de 0,25x0,25 m con tres repeticiones en tres puntos de muestreo para cada una de los 16 ecosistemas. La Materia Seca (MS) se determinó por desecación en estufa de aire forzado durante 72 h a 65°C. Las cenizas (CC) se obtuvieron por combustión en horno a 600°C durante 2 horas. La Proteína Bruta (PB) fue calculada por el método Kjeldahl y la Fibra Acido Detergente (FAD) y Fibra Neutro Detergente (FND) por el método de Van Soest (1994). La Grasa Bruta (GB) se estimó por disolución en éter dietílico (AOAC, 1990). Los minerales se determinaron por Espectrofotometría de Absorción Atómica de llama (Na y K) y Cloruro de Lantano al 0,1% (Ca y Mg). El fósforo (P) se determinó por el método colorimétrico de Fiske Subbarow (AOAC, 1990). La Energía Metabolizable (EM) fue determinada basándose en un modelo predictivo ($r=0,91$) ajustado con 283 muestras de pastos mediterráneos (Patón *et al.*, 2003).

Tabla 1. Descripción de las características fisionómicas de las diversas Unidades de Vegetación determinadas por Fotografía Aérea.

<i>Unidad de Vegetación</i>	<i>Descripción</i>
Alcornocal adhesionado	Formaciones de alcornocal con nula presencia arbustiva. Suelos profundos y ricos en Materia Orgánica.
Alcornocal con matorral	Alcornocal con arbustos de diversas especies.
Brezal	Areas con dominancia de brezos de varias especies (> 80%).
Cumbres	Vegetación de los crestones cuarcíticos. Pueden presentar diversas especies como <i>Cytisus multiflorus</i> , <i>Calluna vulgaris</i> o <i>Cistus ladanifer</i> . Suelo de muy escasa profundidad.
Encinar adhesionado	Encinares (<i>Quercus rotundifolia</i> Lam) con escasa presencia de otras quercíneas y muy escasa presencia de matorral.
Encinar con Jara	Encinar con estrato arbustivo de jaras. A menudo con otras especies acompañantes como <i>Lavandula stoechas</i> , <i>Thymus spp.</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , etc... El estrato herbáceo es mucho más productivo que en los matorrales solo de jaras.
Encinar con <i>Phillyrea</i>	La <i>Phillyrea angustifolia</i> es la especie dominante del substrato arbustivo del encinar.
Encinar con <i>Retama</i>	Dehesas de encina que han sido colonizadas por la retama (<i>Retama sphaerocarpa</i>) debido a la intensa presión ganadera de épocas pasadas.
Jaral	Jaral denso sobre suelos muy pobres y con escasa presencia de estrato herbáceo.
Lentiscar	Formaciones con dominancia de Lentisco (<i>Pistacia lentiscus</i>). También pueden aparecer otras especies de los géneros <i>Gemista</i> , <i>Phillyrea angustifolia</i> , etc... pero en mucha menor medida.
Madroñal	Formaciones con dominancia de Madroño (<i>Arbutus unedo</i>) a veces adhesionado
Margenes arboladas	Areas cercanas a los arroyos y embalses con diversas especies arbóreas como <i>Salix spp.</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Olea sylvestris</i> o <i>Fraxinus angustifolia</i> .
Matorral de <i>Phillyrea</i>	La <i>Phyllirea angustifolia</i> es la especie dominante, llegando incluso a ser arborea y con coberturas que superan el 60%.
Retamar	Formaciones con dominancia de Retama (<i>Retama sphaerocarpa</i>) y escasa presencia de otras especies.
Umbrías altas	Umbrías caracterizadas por la presencia de Madroño (<i>Arbutus unedo</i>) en alta densidad y especies acompañantes (<i>Pistacia terebinthus</i> , <i>Viburnum tinus</i> , <i>Lonicera spp.</i> , <i>Crataegus monogyna</i> , etc...)
Umbrías bajas	Formaciones de umbrías degradadas con escasa presencia de madroños arbóreos y presencia de brezales. Ausencia de Durillos (<i>Viburnum tinus</i>) y de las especies más exigentes en humedad (<i>Lonicera spp.</i> , <i>Phillyrea latifolia</i> , etc...)

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar de las Cenizas (CC), Potasio (K), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Proteína Bruta (PB), Grasa Bruta (GB), Fibra Neutra Detergente (FND), Fibra Acido Detergente (FAD) y Energía Metabolizable (EM) por ecosistemas. KW: Test de Kruskal-Wallis. **: p < 0.01, *: p < 0.001 y ns: diferencias no significativas.**

Unidad de Vegetación	CC	K	P	Ca	Mg	Na	PB	GB	FND	FAD	EM (MJ/Kg)
Alcornocal adhesado	18.06±7.33	1.57±0.87	0.29±0.14	0.92±0.28	0.25±0.08	0.15±0.03	13.19±3.42	1.53±0.17	55.17±8.82	36.34±24.67	6.91±1.40
Alcornocal con matorral	19.66±13.60	0.73±0.54	0.15±0.04	0.61±0.26	0.18±0.07	0.15±0.04	8.95±1.75	1.63±0.36	61.50±7.56	45.40±6.45	7.60±0.46
Brezal	16.43±8.77	0.36±0.24	0.09±0.04	0.81±0.19	0.15±0.03	0.15±0.06	7.45±0.46	1.90±0.15	63.17±6.42	55.64±3.55	8.27±0.26
Cumbres	12.49±8.24	0.44±0.12	0.28±0.12	0.99±0.23	0.22±0.08	0.25±0.08	10.28±2.14	2.20±0.45	59.28±6.27	46.84±3.96	7.60±0.47
Encinar adhesado	13.05±7.52	1.12±0.65	0.32±0.13	1.09±0.29	0.20±0.05	0.18±0.09	9.33±1.80	1.84±0.19	59.36±10.86	48.38±5.23	7.69±0.78
Encinar con Jara	12.29±5.25	1.14±0.38	0.16±0.04	0.78±0.28	0.27±0.10	0.27±0.06	11.49±2.02	2.05±0.65	61.73±9.41	44.85±3.45	7.58±0.20
Encinar con Phillyrea	13.28±9.30	0.39±0.25	0.09±0.03	0.74±0.38	0.16±0.04	0.17±0.08	7.64±0.95	1.09±0.14	67.68±9.33	52.80±7.84	8.30±0.48
Encinar con Retama	19.78±11.08	1.64±0.75	0.42±0.17	1.22±0.12	0.30±0.12	0.16±0.03	11.72±1.92	2.04±0.46	56.70±3.33	45.32±3.56	7.39±0.14
Jaral	34.88±26.10	0.62±0.33	0.14±0.05	0.67±0.09	0.26±0.10	0.16±0.04	8.22±0.82	1.02±0.21	59.49±10.17	44.17±1.94	7.45±0.49
Lentiscar	20.82±12.77	0.44±0.19	0.08±0.03	0.75±0.18	0.22±0.06	0.24±0.02	7.22±0.95	1.53±0.36	62.37±5.76	51.29±4.10	7.99±0.27
Madroñal	13.08±5.89	1.39±0.67	0.26±0.12	1.03±0.33	0.25±0.07	0.21±0.03	9.62±2.21	1.94±0.57	53.78±21.36	44.51±13.51	7.26±1.65
Margenes arboladas	22.44±12.86	0.98±0.75	0.19±0.11	0.68±0.15	0.29±0.14	0.20±0.12	10.24±3.90	1.32±0.30	65.59±8.48	43.18±7.40	7.65±0.74
Matorral de Phillyrea	13.55±9.14	0.42±0.21	0.09±0.03	0.85±0.28	0.18±0.05	0.23±0.07	7.58±1.67	1.64±0.63	62.41±3.91	50.05±2.57	7.93±0.05
Retamar	21.40±12.12	1.21±0.59	0.23±0.12	0.78±0.06	0.27±0.05	0.29±0.10	10.85±2.40	2.20±0.22	49.26±20.19	45.62±5.59	6.98±1.23
Umbrias altas	16.34±6.17	1.24±0.38	0.31±0.08	0.96±0.21	0.24±0.06	0.18±0.04	11.70±0.37	1.87±0.24	62.21±6.97	46.40±3.37	7.71±0.50
Umbrias bajas	18.73±12.70	0.68±0.43	0.12±0.03	0.74±0.25	0.16±0.06	0.16±0.02	8.69±1.72	1.70±0.37	63.48±7.01	48.23±3.19	7.87±0.45
KW	8.29 ns	31.32 **	42.38 ***	24.33 ns	20.96 ns	34.86 **	34.68 **	36.08 **	13.47 ns	21.62 ns	19.65 ns

Análisis estadístico

Las diferencias entre ecosistemas fueron determinadas por el análisis no paramétrico de Kruskal Wallis (KW) usando el programa R bajo un sistema Debian GNU Linux (R Development Core Team, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros PB, GB, P, K y Na mostraron diferencias significativas entre ecosistemas, sin embargo no hubo diferencias en los parámetros FAD, FND, EM, Ca y Mg (Tabla 2). Los datos mostrados son los promedios primaverales (Marzo, Abril y Mayo), época en la que las necesidades de PB del ciervo son mayores. El Alcornocal adhesionado y el Encinar con Retama muestran el mayor nivel en PB por lo que deberían tener un uso mayor, sin embargo esto no ocurre (Cabezas *et al.*, 2005). Entre las posibles causas de esta contradicción están la presencia de carreteras y especialmente de los vallados cinegéticos, factores ambos que van a condicionar la movilidad de las poblaciones de ciervos y la deseable mayor homogeneidad en el uso del hábitat mediterráneo de Monfragüe. Por otro lado, a medida que va produciéndose el agostamiento del pasto el uso de áreas con presencia de arbustos necesariamente va a aumentar y las diferencias en los índices de ramoneo y contenido nutritivo de las diversas especies de leñosas de Monfragüe podrían ser relevantes para un desigual uso de la vegetación herbácea (Patón, 2003; Patón *et al.*, 1999, 2002). Esto explicaría un bajo uso de las dehesas hacia el final de la primavera y principios del verano y afectar a los datos promedio mostramos en este trabajo. Sería el momento, en que se seleccionarían hábitats por su mayor contenido en Ca y P necesarios para la formación de la cuerna en los machos. Mas hacia adelante, durante el otoño los ciervos necesitan recuperarse del esfuerzo metabólico de la berrea y posiblemente volveríamos a ver una selección hacia el pasto herbáceo, si las precipitaciones otoñales lo permiten. El contenido en EM de la dieta sería ahora el factor fundamental. Para confirmar todas estas hipótesis son necesarios más datos y un análisis detallado de los mismos que permita determinar las diferencias estacionales de selectividad observadas que son reflejo de las diferencias de biomasa, factores de uso y contenido nutritivo entre ecosistemas. Por todo ello, creemos que la supresión de los vallados cinegéticos dentro del Parque, permitiría equilibrar la presión de uso y conservar los recursos forrajeros dentro del Parque Natural de Monfragüe.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Director del Parque de Monfragüe D. Angel Rodríguez, al Biólogo Conservador D. Amalio Toboso y a los Guardas Félix Gordo y Juan Salguero las facilidades prestadas para la realización de este trabajo. Este estudio ha sido financiado con cargo al proyecto CICYT REN 2003-05062 / GLO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 15th Edition. Washington D.C. (USA).

BUYOLO, T.; TROCA, A.; CABEZAS, J.; ESCUDERO, J.C., 1998. *Ordenación de los Complejos Ambientales del Parque Natural de Monfragüe y su área de influencia*. Ed. Universidad de Extremadura, 167 pp. (España).

CABEZAS, J.; BUYOLO, T.; FERNÁNDEZ-POZO, L.; PATÓN, D.; VENEGAS, F.M.; CRISÓSTOMO, C., 2005. Intensidad del pastoreo de *Cervus elaphus* L. sobre pratenses en la Reserva de la Biosfera de Monfragüe. En: *Producciones Agroganaderas. Gestión Eficiente y Conservación del Medio Natural (XLV Reunión Científica de la SEEP)* (En prensa).

PATÓN, D., 2003. Elaboration of a multivariate model for the determination of Metabolizable Energy of Mediterranean bushes based on chemical parameters. *Journal of Arid Environments* **53**,271-280.

PATÓN, D.; NUÑEZ, J.; DIAZ, M^a.A.; MUÑOZ, A., 1999. Assessment of browsing biomass, nutritive value and carrying capacity of shrublands for red deer (*Cervus elaphus* L.) management in Monfragüe Natural Park (SW Spain). *Journal of Arid Environments* **42**: 137-147.

PATÓN, D.; NUÑEZ, J.; BAO, D.; MUÑOZ, A., 2002. Forage biomass of 22 shrub species from Monfragüe Natural Park (SW Spain) assessed by log-log regression models. *Journal of Arid Environments* **52**: 223-231

PATÓN, D.; FANLO, R.; MORENO, Y.; BUYOLO, T.; CABEZAS, J.; CARRANZA, J., 2003. Elaboration of an Artificial Intelligence Model for the Prediction of Metabolizable Energy of Grasslands. En: *International Symposium on Sustainability of Dehesas, Montados and other Agrosilvopastoral Systems*, 21-24. Cáceres (España).

PATÓN, D.; BUYOLO, T.; FERNANDEZ, L.; CABEZAS, J., 2004. Determinación de unidades de vegetación mediante el programa TWINSpan en áreas cinegéticas de Extremadura, 93-97. En: *Pastos y Ganadería Extensiva (XLIV Reunión Científica de la SEEP)*, Salamanca (España).

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2003. *R Installation and administration*. Ed. GNU Free Software Foundation, 25 pp. (USA).

RODRÍGUEZ-BERROCAL J., 1993. *Utilización de los recursos alimenticios naturales. Nutrición y alimentación de rumiantes silvestres*. Ed. Centro de cálculo. Facultad de Veterinaria, 210 pp. Córdoba (España).

VAN SOEST, P.J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*, 374 pp. Ed. O&B Books, Corvallis (USA).

BIOMASA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA VEGETACIÓN HERBÁCEA DE ZONAS DE RIBERA, SU EFECTO EN LA CAPTURA DE CARBONO

T. MARTÍNEZ, M. MARTÍNEZ E Y. DÍAZ.

Instituto Madrileño de Investigación Agraria (IMIA). Comunidad de Madrid.
El Encín, Apdo. 127. Alcalá de Henares. E-mail: teodora.martinez@madrid.org

RESUMEN

Las estrategias para el control del cambio climático cuentan con la absorción del CO₂ por parte de la vegetación. En este sentido, casi siempre se han estudiado y valorado los sistemas arbóreos atendiendo a su componente leñoso (árboles, arbustos). El presente trabajo sugiere el interés de los pastizales y del estrato herbáceo de los sistemas arbóreos en la captura de carbono. Se compara la producción de biomasa, el contenido en carbono, la composición florística y la cantidad de carbono generado por la vegetación herbácea en cuatro sistemas riparios diferentes: un bosque de ribera natural, dos áreas riparias restauradas, y un área riparia deforestada. Se indica la importancia del estrato herbáceo de los sistemas riparios restaurados-reforestados como captadores de carbono debido a que la producción de biomasa es alta, favorecida por su composición florística. Algo semejante ocurre con el pasto de la zona deforestada que además es más rico en carbono. Por el contrario, el pasto del bosque natural significa bastante menos que los otros sistemas a la hora de fijar carbono.

Palabras clave: Carbono, bosque natural ripario, plantaciones, zona deforestada.

BIOMASS AND FLORISTIC COMPOSITION OF RIPARIAN SYSTEMS HERBACEOUS VEGETATION, EFFECT IN THE CARBON CAPTURE

SUMMARY

Strategies for controlling climate change include CO₂ absorption by vegetation. Arboreal systems have therefore almost always been studied and evaluated from the perspective of their woody component (trees, shrubs). The present paper suggests that pastures and the herbaceous layer of arboreal systems may also be important in the carbon capture process. This study compares biomass production, the organic carbon content in herbaceous vegetation, floristic composition and the amount of carbon generated in four riparian systems: a natural riverside forest, two riparian areas restored at the end of 1994 and in 1999, and a deforested riparian area. We discuss the effect of the characteristics of each area on the analysed variables and show the importance of the herbaceous layer in restored/reforested riparian systems as carbon traps. These systems encourage CO₂ fixing by the herbaceous vegetation that shapes them in their early years, as biomass production is important due to the substantial growth and development of many of the species that characterize their floristic composition. The pasture in the deforested zone has a relatively high biomass production and higher carbon content than the rest of the studied systems, and may therefore also be regarded as an important carbon-fixing system. In contrast, the pasture in natural forest is substantially less significant in carbon fixing than the other systems due to its lack of biomass production.

Key words: Carbon, natural riverside forest, restored riparian systems, deforested area.

INTRODUCCIÓN

Actividades relacionadas con la forestación, la utilización de la tierra, y el cambio de uso de la misma pueden jugar un papel importante en reducir la acumulación de CO₂ en la atmósfera, particularmente a corto plazo. Ahondando en este sentido, se sabe muy poco sobre la función que los sistemas de pastizal tienen en el ciclo del carbono referente a su papel como sumideros o fuentes de carbono. En la actualidad se están iniciando estudios en relación a la importancia que pueden tener los sistemas agroforestales, silvopastorales, etc. en la captura de carbono (González *et al.*, 2004; Gordon *et al.*, 2004), sistemas en los que se desarrollan árboles y vegetación herbácea (pastos). Por otra parte, Fisher *et al.*, (1994) cuantificaron elevadas cantidades de carbono almacenado en las sabanas de América del Sur, sugiriendo que dichos pastizales podrán ser uno de los sumideros mundiales no identificados de carbono. En los sistemas arbóreos y centrándonos en los medios de ribera, el estrato herbáceo podría jugar un papel importante en la captura de carbono, pues el componente herbáceo en áreas riparias reforestadas es importante en los primeros años por su abundancia (Martínez *et al.*, 2003). Por otra parte, existe cierta heterogeneidad cualitativa y cuantitativa entre los diferentes medios riparios (naturales, reforestados y deforestados). El objetivo de este estudio fue evaluar el papel de la vegetación herbácea de cuatro sistemas riparios diferentes como captadores de carbono.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica en las riberas del río Henares en el término municipal de Alcalá de Henares (Centro de España). Se definieron cuatro zonas o sistemas de ribera diferentes: Bosque de ribera natural, área riparia restaurada (reforestada) a finales de 1994, área de ribera restaurada en 1999 y área riparia deforestada. El área de estudio está ampliamente descrita en Martínez, 2001. En las áreas restauradas el marco de plantación fue grande 7 x 7m y 5 x 5m respectivamente. Las especies plantadas fueron *Populus alba*, *Fraxinus angustifolia*, *Crataegus monogyna*, *Tamarix gallica* y *Prunus spinosa*.

La biomasa del estrato herbáceo se evaluó por métodos directos. Para ello se cortaron 0.25 m² de vegetación en cada una de las nueve unidades de muestreo establecidas al azar en cada área o zona de trabajo. Las muestras se cortaron a ras del suelo, se obtuvo peso fresco y seguidamente se pasaron a estufa a 80° C hasta obtener peso seco constante. Los muestreos se realizaron en primavera y otoño del 2002. La biomasa del pasto se evaluó dentro de un conjunto total, cuantificándose en kg de ms/ha. Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y posteriormente la significación de las medias se probó por el test LSD.

La composición florística se evaluó por separación manual de las distintas especies, expresándose el porcentaje del peso seco aportado por cada una de ella. Se definieron tres grandes grupos de plantas: Crucíferas, Gramíneas, y Compuestas y Otras por la relevancia que tienen dichas familias en los medios estudiados. El contenido en carbono de la vegetación herbácea se obtuvo a partir de las muestras cortadas para evaluar su biomasa. Las muestras fueron molidas en molino Culatti con un tamiz de malla de 1mm. El carbono de las muestras de vegetación se estimó como el 50 % de la materia orgánica (MO) (Maithani *et al.* 1998). La MO se evaluó por calcinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa herbácea

En **primavera** la cantidad de materia seca por hectárea en las distintas áreas fue similar, excepto en el bosque natural que fue bastante inferior (tabla 1). La mayor cantidad de materia seca se obtuvo en el área deforestada (3052 kg ms/ha) y la menor en el bosque natural (1027 kg ms/ha). La biomasa del pasto presentó diferencias significativas entre las cuatro áreas estudiadas ($F=4.59$, $P<0.01$). Sin embargo, la comparación de las medias solamente mostró diferencia significativa entre el bosque natural y el resto de las zonas (forestadas y deforestada) (tabla 1). En **otoño** la biomasa del pasto verde fue muy inferior a la obtenida en primavera. La mayor producción se observó en la zona forestada en 1994 (914.7 kg ms/ha) y la menor en el bosque natural (455.2 kg ms/ha). Se observó diferencia significativa entre las cuatro áreas estudiadas ($F=3.37$, $P<0.05$), y la comparación de las medias mostró diferencia significativa entre la biomasa del bosque natural y la del resto de los sistemas estudiados (zonas restauradas y deforestadas).

Tabla 1. Medias y desviaciones estándar de la biomasa y del contenido en carbono (C) de la vegetación herbácea de las cuatro áreas riparias estudiadas en primavera y otoño del 2002. A=Bosque natural, B=Área restaurada en 1994, C=Área restaurada en 1999, D=Área deforestada. Se muestra biomasa del pasto de primavera del 2001 y del 2003.

Áreas	Primavera	Otoño	Primavera	Otoño	*Primavera	**Primavera
	kg ms/ha	kg ms/ha	% C	% C	(2001) kg ms/ha	(2003) kg ms/ha
A	1027a ±71.6	455.2a±39.3	41.56a±2.21	40.35a±2.69	779a±639	837
B	2878b±153.4	914.7b±20.6	42.84ab±1.44	39.22a±4.52	8 070b±3380	6 010
C	3020b±145.8	897.7b±36.0	44.16b±1.63	39.90a ±4.80	5 880c±70	5 936
D	3052b±161.6	730.3b±39.6	44.18b±0.78	40.92a ±1.51	4 350c±790	5 547

En cada columna, los valores con la misma letra no difieren significativamente aplicando el test LSD ($P<0.05$).

En el bosque natural la biomasa fue relativamente baja debido a la existencia de zonas muy boscosas donde el estrato herbáceo prácticamente no existe. La escasa penetración de luz en algunas zonas disminuye la posibilidad de germinación y el desarrollo de las plantas; por otra parte, el depósito de gran cantidad de hojarasca también afecta en los procesos anteriores. No obstante, existen áreas de bosque más aclaradas donde se desarrolla un estrato herbáceo con gran variedad de especies, teniendo cierta relevancia alguna especie de gramíneas.

En primavera, la cantidad de materia seca por hectárea fue bastante inferior a la obtenida en la primavera del 2001 (Martinez, *et al.*, 2003) y en la del 2003 (datos en preparación) en las áreas restauradas y en la zona deforestada (tabla 1). En los años mencionados se generó bastante más biomasa y consecuentemente la captura de carbono fue mayor. Ello se debió a que en su composición florística abundaron plantas del grupo de las compuestas (anuales y bianuales) de rápido crecimiento y que adquieren un gran desarrollo contribuyendo al aumento de biomasa. En la menor producción de biomasa en el 2002 pudo afectar la dinámica sucesional de las especies, las condiciones climatológicas y especialmente la época de muestreo, que en el 2002 se realizó aproximadamente 15 días

antes en relación al año anterior y posterior, lo que pudo influir en la composición cualitativa y cuantitativa de la vegetación y finalmente en la producción de biomasa, ya que, por ejemplo, ciertas especies de compuestas (especialmente los grandes cardos) no habrían alcanzado el porte y crecimiento que por lo general llegan a adquirir.

Composición florística

El estudio de la composición florística de la vegetación herbácea es una herramienta para caracterizar la clase de pastizal que se desarrolla en cada uno de los medios riparios definidos. Por otra parte da información relativa al contenido en carbono de los pastos, ya que este depende del tipo de especies que la conformen.

En la tabla 2, se observan diferencias y semejanzas cualitativas y cuantitativas dependiendo de las zonas y los periodos de muestreo, observándose las menores diferencias entre las zonas restauradas. En primavera una de las especies más abundantes en todas las áreas fue *Cardaria drava*, suponiendo rangos de biomasa entre las distintas zonas del 31 % y el 61.5 %. En el bosque natural además conviene mencionar a *Brachypodium phoenicoides*, *Ranunculus muricatus* y *Geranium molle*, mientras que en las áreas plantadas fueron abundantes los géneros *Hordium* y *Bromus*. Por el contrario, en el área deforestada abundaron *Bromus matritensis* y *Melica ciliata*. En otoño se observaron algunas diferencias en relación a la composición florística de primavera (tabla 2).

Analizando los datos por familias (tabla 2), se observa que en primavera las crucíferas fue el grupo más abundante en las zonas plantadas y en la zona deforestada, variando del 61,7 % de la zona forestada en 1999 al 35,5 % del bosque natural, siendo en éste área el grupo de las compuestas y otras el más importante. Las gramíneas constituyeron el segundo grupo con el 42,6 % en el área deforestada, mientras que en las tres zonas arboladas fueron bastante menos relevantes con rangos que se sitúan entre el 24,1 % y el 21,8 %. En otoño, en las zonas reforestadas y en el bosque natural, el grupo de las compuestas y otras supuso las mayores cantidades, siendo especialmente abundantes en la plantación más antigua (60,1%). Por el contrario, en la zona no arbolada representaron escaso porcentaje (3,6 %) y los grupos más importantes fueron las crucíferas y especialmente las gramíneas (tabla 2).

Gran parte de las especies que abundan en las zonas restauradas son especies nitrófilas. Suelen ser plantas ruderales, colonizadoras de áreas con influencia humana y de zonas abandonadas de cultivos herbáceos tradicionales. El amplio marco de plantación facilitó la colonización e invasión de este tipo de especies.

Contenido en carbono de la vegetación herbácea

En **primavera** el mayor contenido en carbono se obtuvo en el pasto del área deforestada y de la plantación joven que fue similar (44.2 %) mientras que el menor fue en el área riparia natural (tabla 1). Se observaron diferencias significativas del contenido de carbono del pasto de las cuatro zonas ($F=5.5$; $P<0.004$) y la comparación de las medias mostró que el carbono cuantificado en el pasto del área natural difirió significativamente del obtenido en la plantación más joven y en el área deforestada, no observándose diferencias entre ellas ni entre la plantación más antigua. En **otoño** el contenido del pasto de las distintas áreas descendió relativamente con relación a la primavera por proceder de pasto rebrotado, muy joven. El mayor contenido de carbono se cuantificó en el pasto de la zona deforestada (40.9 %) y el menor en la plantación más antigua (39.2 %). Las cantidades obtenidas en las cuatro zonas estuvieron tan próximas que no se observaron diferencias significativas entre ellas (Tabla 1).

Tabla 2. Especies y familias más relevantes en las cuatro áreas de estudio en primavera y otoño del 2002. Leyenda como en la tabla 1

PRIMAVERA 2002	A	B	C	D	OTOÑO 2002	A	B	C	D
	%	%	%	%		%	%	%	%
Crucíferas									
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	-	0,4	0,1	-	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	-	-	2,22	-
<i>Cardaria drava</i>	34,9	41,6	61,1	50,2	<i>Cardaria drava</i>	22,2	10,6	11,1	38,1
<i>Diplotaxis virgata</i>	0,6	-	0,1	-	<i>Diplotaxis virgata</i>	-	-	-	6,7
<i>Sisymbrium irio</i>	-	0,5	0,5	-	<i>Sisymbrium irio</i>	0,6	0,6	-	-
Total	35,5	42,1	61,7	50,2	Total	22,8	11,1	13,3	44,8
Gramíneas					Gramíneas				
<i>Festuca sp.</i>	-	-	-	-	<i>Festuca sp.</i>	3,9	-	-	-
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	21,5	-	-	-	<i>Brachypodium phoenicoides</i>	20,9	-	-	-
<i>Hordium murinum</i>	-	15,3	18,3	2,8	<i>Hordium murinum</i>	-	12,0	20,5	8,9
<i>Melica ciliata</i>	0,2	4,7	-	12,4	<i>Melica ciliata</i>	-	4,0	-	28,8
<i>Bromus sterilis</i>	-	0,0	4,4	-	<i>Bromus sterilis</i>	-	-	-	-
<i>Bromus rubens</i>	-	0,3	0,1	-	<i>Bromus rubens</i>	-	-	-	-
<i>Bromus matritensis</i>	-	0,4	-	18,6	<i>Bromus matritensis</i>	-	-	-	-
<i>Bromus sp.</i>	-	1,4	1,0	8,7	<i>Bromus sp.</i>	-	10,4	17,4	13,3
<i>Vulpia sp.</i>	0,1	1,1	0,2	0,1	<i>Vulpia sp.</i>	-	-	-	-
Otras	-	-	-	-	Otras	1,1	2,4	8,0	0,6
Total	21,77	23,3	24,1	42,6	Total	25,9	28,8	45,9	51,6
Compuestas y Otras					Compuestas y Otras				
<i>Onopordum ilyricum</i>	6,8	-	-	-	<i>Onopordum ilyricum</i>	1,1	-	1,1	-
<i>Silybum marianum</i>	-	0,3	-	3,4	<i>Silybum marianum</i>	-	5,6	-	1,1
<i>Cirsium arvense</i>	2,0	4,0	1,0	3,1	<i>Cirsium arvense</i>	4,4	29,2	4,3	-
<i>Cardus sp.</i>	2,0	2,0	1,4	-	<i>Cardus sp.</i>	0,6	-	-	0,8
<i>Chondrilla juncea</i>	-	-	-	-	<i>Chondrilla juncea</i>	2,2	-	-	-
<i>Conyza canadensis</i>	1,1	-	-	-	<i>Conyza canadensis</i>	-	-	-	-
<i>Sonchus asper</i>	-	-	-	-	<i>Sonchus asper</i>	-	-	-	-
<i>Senecio vulgaris</i>	-	-	-	-	<i>Senecio vulgaris</i>	-	1,1	-	-
<i>Lactuca sp.</i>	-	-	-	-	<i>Lactuca sp.</i>	-	1,1	1,7	-
<i>Conium maculatum</i>	-	10,4	-	-	<i>Conium maculatum</i>	-	1,7	-	-
<i>Foeniculum vulgare</i>	-	4,2	-	-	<i>Foeniculum vulgare</i>	-	-	-	-
<i>Anagallis arvensis</i>	-	-	-	-	<i>Anagallis arvensis</i>	0,7	3,3	8,0	-
<i>Anchusa azurea</i>	0,4	2,0	-	-	<i>Anchusa azurea</i>	-	-	-	-
<i>Arctium tomentosum</i>	0,1	0,1	-	-	<i>Arctium tomentosum</i>	-	-	-	-
<i>Cerastium glomeratum</i>	0,2	0,2	0,3	-	<i>Cerastium glomeratum</i>	-	-	-	-
<i>Gallium aparine</i>	7,2	4,0	7,7	-	<i>Gallium aparine</i>	9,4	3,3	4,4	0,9
<i>Geranium molle</i>	9,5	-	0,5	0,1	<i>Geranium molle</i>	4,1	2,6	0,0	0,2
<i>Erodium ciconium</i>	0,3	0,2	0,1	-	<i>Erodium ciconium</i>	2,6	-	-	-
<i>Lamium amplexicaule</i>	-	-	-	-	<i>Lamium amplexicaule</i>	0,1	1,1	2,4	0,6
<i>Malva sylvestris</i>	-	-	-	-	<i>Malva sylvestris</i>	-	0,2	11,3	-
<i>Myosotis arvensis</i>	-	-	-	-	<i>Myosotis arvensis</i>	6,4	-	-	0,1
<i>Odontites sp.</i>	0,5	-	-	-	<i>Odontites sp.</i>	-	-	-	-
<i>Papaver rhoeas</i>	-	0,3	1,2	0,6	<i>Papaver rhoeas</i>	-	-	-	-
<i>Urtica dioica</i>	-	-	0,6	-	<i>Urtica dioica</i>	-	-	0,2	-
<i>Urtica urens</i>	-	-	-	-	<i>Urtica urens</i>	3,8	9,8	6,0	-
<i>Veronica sp.</i>	-	-	-	-	<i>Veronica sp.</i>	-	-	0,4	-
<i>Rumex sp.</i>	-	-	-	-	<i>Rumex sp.</i>	11,1	-	0,8	-
<i>Marrubium vulgare</i>	-	-	0,3	-	<i>Marrubium vulgare</i>	0,3	-	-	-
<i>Ranunculus muricatus</i>	10,0	-	-	-	<i>Ranunculus muricatus</i>	4,0	-	-	-
Indeterminadas	2,3	6,8	1,1	0,1	Indeterminadas	0,4	1,1	-	-
Total	42,7	34,6	14,2	7,2	Total	51,3	60,1	40,9	3,6

De acuerdo con los datos del 2001 (Martínez et al., 2003), se mantiene la tendencia de mayor contenido en carbono en el pasto del área no arbolada donde son muy abundantes las gramíneas, y menor en del bosque natural. La cobertura arbórea limitaría el avance del estado fenológico y por tanto su lignificación. Los resultados confirman la importancia de la composición florística del pasto en su composición química. De esta forma, las gramíneas, abundantes en la zona deforestada, se caracterizan por ser ricas en componentes de la pared celular, con altos contenidos en celulosa y hemicelulosa (Martínez, 2002). Es interesante señalar que en relación al contenido de carbono no se han observado diferencias entre la vegetación de las áreas plantadas en los dos periodos analizados.

Captura de carbono por la vegetación herbácea en las distintas áreas riparias

La figura 1 muestra la cantidad de carbono orgánico total (kg/ha) generado o capturado por el estrato herbáceo de las cuatro áreas riparias en primavera y otoño. En **primavera**, la vegetación herbácea que mayor cantidad de carbono proporcionó al sistema fue la instalada en las zonas restauradas y en el área deforestada que fue similar, mientras que la menor cantidad se obtuvo en el bosque natural que fue muy pequeña, 501.6 kg de carbono/ha. La mayor cantidad de biomasa en las zonas reforestadas y en el área de pastizal es lo que habría dado lugar a la obtención de mayor cantidad de carbono. Sin embargo, los datos mostrados en este trabajo referente a la captura de carbono y producción de biomasa han sido bastante inferiores a los obtenidos en la primavera del 2001 (Martínez, *et al.*, 2003) y en la primavera del 2003 (en preparación) como ya se ha mencionado en el apartado de biomasa. En la figura 1 se muestran los datos de captura del 2001 para su comparación. En **otoño** la cantidad carbono fue baja, rangos de 183.4 kg/ha en el bosque natural y de 360.5 en la plantación más antigua que fue similar a la obtenida en la plantación joven y en el área deforestada (figura 1).

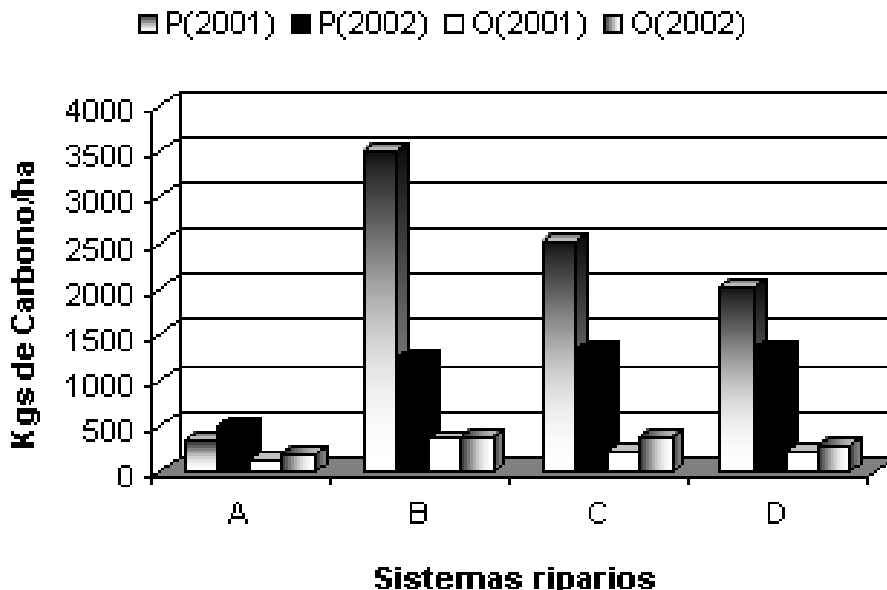


Figura 1. Carbono orgánico (kg/ha) capturado por la vegetación herbácea en las cuatro áreas riparias (A, B, C y D) en primavera (P) y otoño(O) del 2001 y del 2002

CONCLUSIONES

- Los sistemas riparios restaurados tienen interés como captadores-almacenadores de carbono tanto por su componente leñoso como herbáceo, además de otros múltiples beneficios medioambientales que reportan.

- La vegetación herbácea que conforma en los primeros años los sistemas riparios restaurados puede considerarse importante captadora de CO₂, porque genera abundante biomasa por la composición florística que la conforma.

- La consideración anterior viene avalada por los datos obtenidos en este trabajo y apoyada por los del 2001 (Martínez *et al.*, 2003) y del 2003, que en una de las áreas restauradas se obtuvo en primavera 8 068 kg de ms/ha y 6 010 kg de ms/ha respectivamente.

- El pastizal de la zona deforestada mostró el mayor contenido en carbono y puede considerarse un sistema fijador de carbono. Por el contrario el pasto del bosque natural significó bastante menos que los otros sistemas a la hora de capturar carbono.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FISHER, M.J.; RAO, I.M.; AYARZA, M.A.; LASCANO, C.E.; SANZ, J.I.; THOMAS, R.S.; VERA, R.R., 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South America savannas. *Nature*, **371**, 236-238.

GONZALEZ, E; BAZURTO, J; PLAIXATS, J; BARTOLOMÉ, J., 2004. Estimación del potencial de captura de carbono en especies forrajeras de uso frecuente en sistemas agroforestales del trópico. CD: VI Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. Memorias, ISBN 959-16-0285-1.

GORDON, A; NARRES V, THEVATHASAN. 2004. Biodiversity and dynamics in silvopastoral systems. Book of abstracts of International Congress Silvopastoralism and Sustainable Management. Lugo (España).

MAITHANI, K.; ARUNACHLAM, A.; TRIPATHI, R.S.; PANDEY, H.N., 1998. Influence of leaf litter quality on N mineralización in soils of subtropical humid forest regrowths. *Biol. Fertil. Soils*, **27**, 44-50.

MARTINEZ, T., 2001. La vegetación de ribera del Río Henares en la Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Comunidad de Madrid, Madrid.

MARTÍNEZ, T., 2002. Summer feeding strategy of Spanish ibex *Capra pyrenaica* and domestic sheep *Ovis aries* in south-eastern Spain. *Acta Theriologica*, **47**, 479-490.

MARTÍNEZ, T.; DÍAZ, Y.; MARTÍNEZ, M. F., 2003. Los pastizales en las áreas riparias: su potencialidad como productores de biomasa y carbono. CD: España ante los compromisos del protocolo de Kyoto: Sistemas Naturales y Cambio Climático. ISBN-84-688-2620-0.

**DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN COMUNIDADES DE PASTIZALES
MEDITERRÁNEOS: SIMULACIÓN EXPERIMENTAL EN CONDICIONES
EXTREMAS DE TEMPERATURA**

L. SÁNCHEZ-JARDÓN, M. D. MARTÍN AGUDO, B. ACOSTA, E. GARCÍA-IBÁÑEZ,
M. A. CASADO Y F. DÍAZ PINEDA.

Departamento de Ecología. Facultad de Biología.
Universidad Complutense. 28040-Madrid.

RESUMEN

En los pastizales mediterráneos, la disponibilidad de agua y la duración del periodo de déficit hídrico son muy variables en el espacio, tanto a escala regional (por ejemplo, gradientes altitudinales) como local (gradientes topográficos). A esta variabilidad se asocia la presencia de especies de plantas más o menos tolerantes, lo que determina una composición florística específica en cada situación. Se ha relacionado la composición florística y los parámetros característicos del proceso de evaporación del agua del suelo en diferentes situaciones altitudinales y geomorfológicas. Los resultados indican que los parámetros de evaporación que mejor se relacionan con la distribución de las especies difieren según sean las condiciones en que se simulan: con altas temperaturas adquiere mayor importancia el estrés hídrico, mientras que en condiciones de frío la relación se establece fundamentalmente con la cantidad de agua. Este comportamiento permite inferir las consecuencias cualitativas que tendría sobre la composición florística un previsible cambio global de las temperaturas del planeta.

Palabras clave: cambio climático global, composición florística, estrés hídrico, gradiente altitudinal, influencia geomorfológica.

**WATER AVAILABILITY IN MEDITERRANEAN GRASSLANDS
COMMUNITIES: EXPERIMENTAL SIMULATION ON EXTREME
TEMPERATURE CONDITIONS**

SUMMARY

On mediterranean grasslands, water availability and the length of drought period varies regionally (altitudinal gradient for example) and also locally (geomorphological gradient). This variability is associated to the presence of species with different tolerance levels to water stress. The relationship between plant species composition and parameters of water evaporation dynamics has been studied under different altitudinal and geomorphological situations. Results show that these parameters respond to the conditions simulated in laboratory: when temperature is extremely high, water stress determines plant composition, whereas when it is low, total evaporation length is more relevant. This information is critical to understand how climatic change could affect the composition of plant communities.

Key words: global climatic change, water stress, altitudinal gradient, geomorphological influence, species composition.

INTRODUCCIÓN

El mundo mediterráneo, está caracterizado por un verano muy seco, más o menos caluroso, y un invierno lluvioso y relativamente frío. Sin embargo, existe una gran variabilidad a escala regional (con la *altitud*, con la que disminuye la temperatura y aumentan las precipitaciones) y a escala local (con la *geomorfología*, donde procesos vectoriales asociados a la dinámica de laderas provocan la diferenciación entre las zonas altas de exportación de agua y materiales y las zonas bajas de acumulación; Solntsev, 1974; Díaz Pineda, 1996). La cantidad de agua disponible para las plantas y la duración del periodo de estrés hídrico a lo largo del año son importantes para las especies que se establecen y proliferan en cada situación. De hecho, la vegetación responde a los gradientes de humedad del suelo originándose una composición florística específica relacionada con la altitud y la zona de ladera (Peco *et al.*, 1983; Montalvo *et al.*, 1991).

Establecer la dinámica de evaporación del agua de un determinado suelo es crucial para determinar las posibilidades de las plantas que se instalan en él. Si se considera la cantidad de agua evaporada como una función dependiente del tiempo, la dinámica de evaporación del agua del suelo tiene dos fases (Mellouli *et al.*, 2000; Yang y Yanful, 2002): una primera fase de pérdida constante (fase lineal), y una segunda en la que la velocidad de evaporación disminuye progresivamente (fase exponencial). La disponibilidad del agua del suelo para las plantas parece estar determinada fundamentalmente por la fase lineal, ya que posteriormente la retención por parte del suelo es muy fuerte a causa de un potencial hídrico extremadamente bajo. La duración de esta primera fase dependerá de *condiciones ambientales* externas (precipitación, temperatura del aire, humedad relativa, radiación neta y velocidad del viento), así como de *características fisicoquímicas* del propio suelo (Pedraza, 1996). Sin embargo, ambos factores no son independientes; al contrario, las características actuales de un suelo determinado dependen de las condiciones climáticas a las que ha estado sometido a lo largo del tiempo. Es decir, el suelo refleja en parte la historia ambiental desde su formación.

El proceso de evaporación del agua del suelo se puede simular en el laboratorio bajo condiciones constantes de temperatura. De esta forma se anulan las influencias externas de los condicionantes ambientales, quedando en evidencia la influencia de la naturaleza fisicoquímica del suelo.

El presente estudio se centra en la influencia sobre la composición florística de la disponibilidad hídrica. El interés de contrastar el proceso de evaporación en temperaturas extremas (frío-calor) reside en identificar cambios en la dinámica hídrica e inferir posibles consecuencias en la composición florística de las comunidades. Esto es importante en el contexto de un hipotético cambio en la temperatura global previsto para los próximos años (IPCC, 2001) que, previsiblemente, determinará modificaciones en cuanto al régimen de precipitaciones, lo que podría tener un efecto a escala regional y local en la distribución de las especies de plantas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han seleccionado cinco áreas de pastizal en el centro de la península Ibérica distribuidas a lo largo de un gradiente altitudinal, desde el área de El Pardo (624 m de altitud) hasta el Puerto de La Morcuera (1719 m). Todas ellas están pastadas principalmente por vacas en régimen extensivo. El clima es mediterráneo, aunque presenta una variación

mesoclimática, desde condiciones semiáridas y cálidas a baja altitud hasta otras más húmedas y frías. Los suelos, desarrollados sobre sustrato silíceo, son en todos los casos arenosos, aunque el contenido en materia orgánica aumenta con la altitud.

Dentro de cada localidad se han considerado dos parcelas situadas, respectivamente, en la zona alta, de pendiente moderada, y baja, prácticamente llana, de una misma ladera orientada al Sur. En cada parcela se tomaron muestras de los cinco primeros centímetros del suelo. Además se muestrearon cinco subparcelas de 20 cm² en las que se registraron las especies presentes. Con los datos de frecuencia de especies en las 10 parcelas se realizó un análisis de correspondencias libre de tendencias (DECORANA), con las 33 especies presentes en más de dos subparcelas.

En el laboratorio se analizó el proceso de evaporación en dos condiciones extremas de temperatura, en cámara caliente (30 °C) y en cámara fría (12 °C), que representan las condiciones ambientales de los extremos del gradiente altitudinal. Las muestras de suelo (20 gramos) previamente secadas (70 °C durante 48 h), se colocaron en placas y regaron a saturación. Se anotó el peso tras el riego (peso inicial de agua, **Pi** o capacidad de campo) y los sucesivos pesos a intervalos de una hora hasta la pérdida total de contenido en agua de la muestra (tiempo total, **Tt**). El momento de cambio de fase es aquel en el que la velocidad de evaporación deja de ser constante y empieza a disminuir proporcionalmente al tiempo transcurrido. Se determinó sobre una representación de las velocidades instantáneas suavizadas frente al tiempo (medias centradas de amplitud, cuatro para la cámara caliente y 20 para la fría). Se anotó el tiempo transcurrido hasta el cambio de fase (**Tc** en horas y su valor con respecto al tiempo total de evaporación **Tc/Tt**) así como la cantidad de agua que contenía la muestra en ese momento (**Pc** en gramos de agua). La velocidad de evaporación hasta el cambio de fase viene dada por la pendiente de la función lineal a la que se ajusta (**Pte**).

Finalmente, se realizaron regresiones múltiples por pasos sucesivos entre los seis parámetros de evaporación considerados (variables independientes) y las coordenadas en el eje I de ordenación de las especies (variable dependiente).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de evaporación en los dos tratamientos de temperatura determina diferencias importantes en los parámetros considerados (Tabla 1). La evaporación en condiciones de menor temperatura tiende a realizarse a menor velocidad, con lo que tanto el tiempo de la fase lineal como el tiempo total del proceso se alarga. Sobre este patrón general, el aumento de altitud determina una mayor capacidad de campo (**Pi**), posiblemente asociado al mayor contenido en materia orgánica. La geomorfología determina pocos cambios, excepto en la cantidad de agua (**Pi** y **Pc**) que tienden a ser mayores en zonas altas de ladera.

La Figura 1 representa el resultado de la ordenación de las parcelas en función de su composición florística. El eje I absorbe un 41,04% de la varianza total y representa un gradiente de humedad. Ordena las localidades de izquierda a derecha según su altitud. El eje II, mucho menos importante (explica el 7,57% de la varianza), se relaciona fundamentalmente con la posición geomorfológica dentro de cada altitud. Así, al patrón general generado por efecto de la altitud, se superpone la geomorfología, desplazando las zonas bajas de ladera, más húmedas, hacia coordenadas representativas de mayores

altitudes. Este desplazamiento geomorfológico parece ser más patente en las localidades climáticamente más secas. Las especies más características de los extremos de mayor sequedad son *Galium parisiense* y *Biserrula pelecimus*, mientras que en el extremo opuesto aparecen especies como *Carex muricata* subsp. *lamprocarpa* y *Festuca iberica*.

Tabla 1. Parámetros asociados a la evaporación del agua del suelo. Zona alta (A) y baja (B) de ladera. Peso inicial de agua (Pi), pendiente durante la fase lineal (Pte), tiempo hasta el cambio de fase (Tc), peso en el momento de cambio de fase (Pc), tiempo total (Tt) y tiempo de cambio respecto al tiempo total (Tc/Tt).

Tratamiento	Altitud	Zona	Pi (g)	Pte	Tc (h)	Pc (g)	Tt (h)	Tc/Tt (%)	
CALOR	624m	A	29,24	1,52	14	7,99	25	56,0	
		B	19,63	1,48	12	2,00	25	48,0	
	891m	A	30,39	0,94	26	5,76	33	78,8	
		B	34,69	0,97	26	9,04	36	72,2	
	1225m	A	38,62	0,94	26	13,89	43	60,5	
		B	38,62	0,91	26	12,15	41	63,4	
	1449m	A	45,31	1,26	26	13,23	48	54,2	
		B	28,22	1,25	12	13,18	28	42,9	
	1719m	A	43,52	1,47	15	22,32	51	29,4	
		B	43,41	1,49	16	20,38	48	33,3	
	FRÍO	624m	A	22,42	0,081	164	8,64	336	48,8
			B	15,29	0,080	115	5,35	268	42,9
891m		A	30,69	0,077	285	7,62	361	78,9	
		B	30,54	0,081	285	6,39	360	79,2	
1225m		A	31,68	0,082	285	7,39	361	78,9	
		B	33,58	0,085	285	8,38	361	78,9	
1449m		A	31,93	0,077	287	7,48	399	71,9	
		B	27,33	0,068	282	7,47	399	70,7	
1719m		A	40,87	0,084	285	14,96	408	69,9	
		B	38,22	0,082	285	13,15	408	69,9	

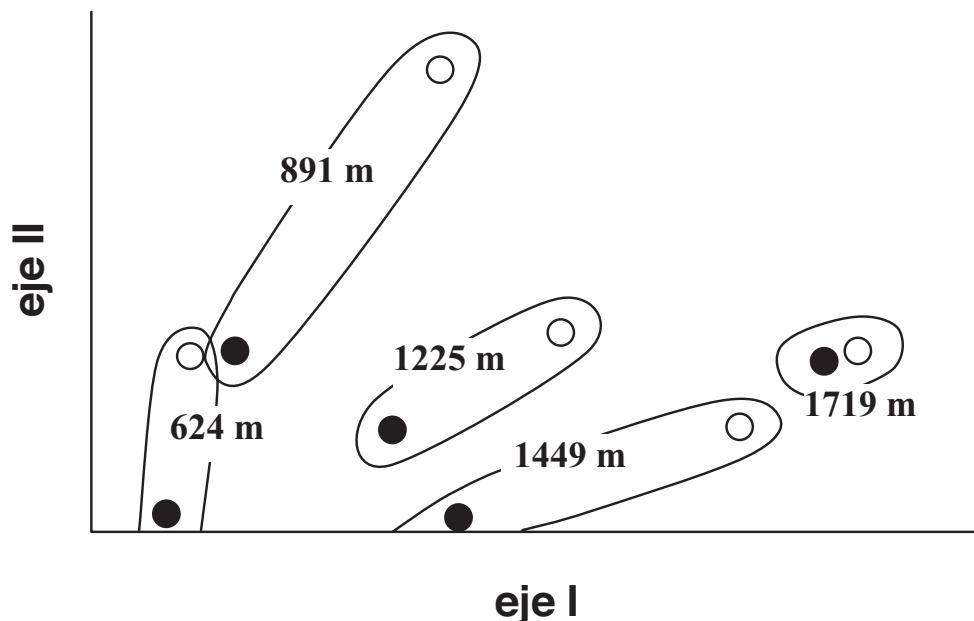


Figura 1. Representación en el plano definido por los ejes I y II del análisis de ordenación (DECORANA) de las observaciones según su composición florística. Las envolturas engloban las dos posiciones de ladera (zona alta: círculos negros, zona baja: círculos blancos) de cada altitud.

Se ha utilizado el eje I de la ordenación para relacionarlo con la dinámica de evaporación de los suelos. La razón es que sintetiza la respuesta de las especies a la humedad frente a los dos factores considerados en el diseño de muestreo (altitud y posición en la ladera); es decir, considera los aspectos climáticos regionales, matizados por las variaciones asociadas a procesos locales.

La Tabla 2 muestra los parámetros que mejor se relacionan con la variación florística asociada al eje I de la ordenación. Dichas relaciones se representan en la Figura 2.

En el tratamiento de calor, el peso de agua en el momento de cambio (**Pc**) explica satisfactoriamente la composición florística de las parcelas estudiadas. Este parámetro representa el peso de agua contenido en el suelo en el momento en que la velocidad de evaporación deja de ser constante. A partir de este momento de “cambio de fase”, el agua empieza a estar menos disponible para las plantas puesto que es retenida con mayor intensidad. Esta variable aumenta significativamente con la altitud en ambos tratamientos de temperatura, aunque con mayor intensidad en condiciones de calor (Figura 2A). Esto permite inferir que las comunidades de pastizal típicos de áreas frías serían más sensibles ante un hipotético aumento de temperatura, al mantener mayor cantidad de agua menos disponible para las plantas. Es decir, para mantener su composición florística necesitarían proporcionalmente mayores aportes de agua al suelo.

Tabla 2. Regresiones múltiples por pasos sucesivos entre los parámetros de evaporación y las coordenadas del eje I de la ordenación por especies. Sólo se muestran las variables incluidas en el modelo final. Valor del estadístico (F), significación (p) y coeficiente de determinación (R^2) de los modelos, para cada uno de los tratamientos. Coeficientes de las regresiones (B, B tipificado), valor del estadístico (t) y significación (p). Peso en el momento de cambio de fase (Pc), tiempo total (Tt).

Tratamiento	Modelo			Coeficientes				
	F	p	R^2		B	B tipificado	t	p
CALOR	29,337	0,001	0,786	Pc (g)	22,345	0,886	5,416	0,001
				constante	-71,466	-	-1,296	0,231
FRÍO	13,477	0,006	0,628	Tt (h)	2,912	0,792	3,671	0,006
				constante	-869,599	-	-2,976	0,018

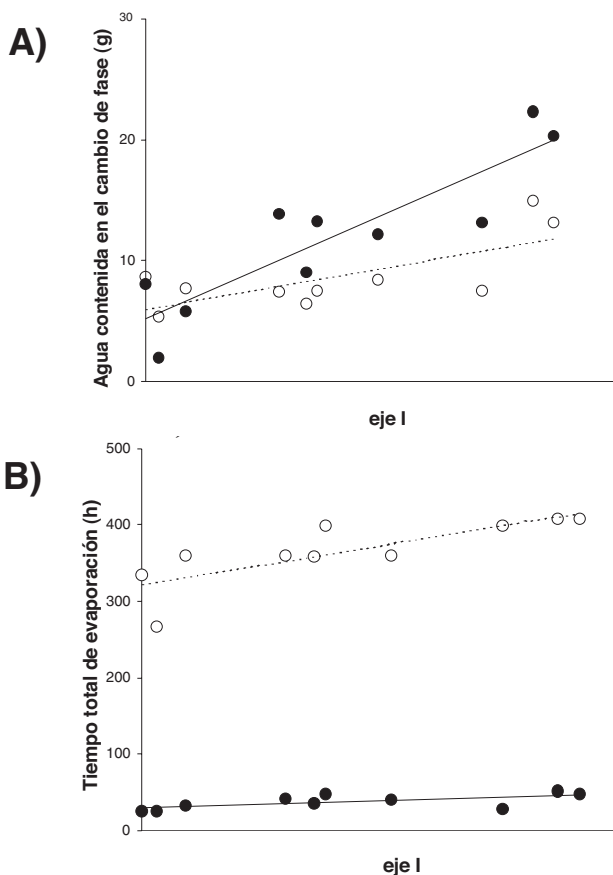


Figura 2. Representación de los parámetros relevantes sobre el eje I del análisis de ordenación (DECORANA) de las observaciones según su composición florística. (A) Cantidad de agua mantenida en el momento de cambio de fase. (B) Tiempo total de evaporación (cámara caliente: círculos negros; cámara fría: círculos blancos).

En el tratamiento de baja temperatura, la variable que mejor explica la variación de la vegetación es el tiempo total de evaporación (**Tt**). Este tiempo aumenta significativamente con la altitud. En valores absolutos, el proceso de evaporación se acelera a altas temperaturas, uniformizando su valor entre las distintas parcelas (Figura 2B). Por ello, un descenso en las temperaturas aumentaría el tiempo total de evaporación para todas las localidades. Sin embargo, en comunidades propias de sitios más xéricos tendría valores proporcionalmente menores, manteniéndose las diferencias de disponibilidad hídrica entre ambos extremos.

CONCLUSIONES

Los parámetros de evaporación que mejor explican la presencia de especies xerófilas en los pastizales más bajos en altitud y de especies más exigentes en humedad en los más elevados, son diferentes dependiendo del escenario de temperatura considerado. Cuando las condiciones de estrés hídrico se acusan, es la cantidad de agua en el cambio de fase. Si disminuyen las temperaturas, es el tiempo de evaporación total. El análisis de los valores que toman estos parámetros, nos permite inferir el sentido del cambio en la composición florística en cada situación. Si aumentara la temperatura y no hubiera abundancia de agua, los puertos perderían su composición florística característica en favor de la que existe más abajo. Por el contrario, si las condiciones cambiaran hacia bajas temperaturas, la vegetación que caracteriza las zonas de menor altitud se uniformizaría con la de las áreas de montaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DÍAZ PINEDA, F., 1996. *Ecología I: ambiente físico y organismos vivos*. Editorial Síntesis, 155 pp. Madrid (España).

IPCC, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. En: *Contribution of Working Group One to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel Of Climate Change*. Eds. J.T. HOUGHTON, Y. DING, D.J. GRIGGS, M. NOGUER, P.J. VAN DER LINDEN, X. DAI, K. MASKELL, C.A. JOHNSON. Cambridge University Press. Cambridge (RU).

MELLOULI, H.J.; VAN WESEMAEL, B.; POESEN, J.; HARTMANN, R., 2000. Evaporation losses from bare soils as influenced by cultivation techniques in semi-arid regions. *Agricultural Water Management*, **42**, 355-369.

MONTALVO, J.; CASADO, M.A.; LEVASSOR, C.; PINEDA, F.D., 1991. Adaptation of ecological systems: compositional patterns of species and morphological and functional traits. *Journal of Vegetation Science*, **2**, 655-666.

PECO, B.; LEVASSOR, C.; CASADO, M.A.; PINEDA, F.D., 1983. Influences météorologique et géomorphologique sur la succession de pâturages méditerranées. *Ecologia Mediterranea*, **9(1)**, 63-76.

PEDRAZA, J., 1996. *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*. Editorial Rueda. Madrid (España).

SOLNTSIEV, V.N., 1974. O niekotorinkh fundamental'nikh svoistvakh gheosistemoi struktury. En: *Academia Nauk SSSR: Metody kompleksnykh issledovaniy gheosistem*. Irkutsk (Russia).

YANG, M.; YANFUL, E.K., 2002. Water balance during evaporation and drainage in cover soils under different water table conditions. *Advances in Environmental Research*, **6**, 505-521.

SUCESIÓN DE UN BREZAL-TOJAL QUEMADO EXPERIMENTALMENTE SOMETIDO A PASTOREO CON PEQUEÑOS RUMIANTES

B.M. JÁUREGUI, R. CELAYA, U. GARCÍA Y K. OSORO.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Ctra. de Oviedo s/n. Apdo 13. CP-33300. Villaviciosa, Asturias (España)

RESUMEN

Se estudió el efecto de distintos manejos con ovino y caprino sobre la dinámica de brezales-tojales quemados (primavera de 2001) en el noroeste de Asturias. Tres años después (octubre de 2004) se comprobó que en las parcelas manejadas únicamente con ovino la cobertura de tojo era mayor (53%) que en las parcelas manejadas exclusivamente con ganado caprino (30%, $p < 0,01$). Este incremento de la cobertura leñosa en parcelas con ovino condicionó un menor desarrollo de las herbáceas, constituyendo un 9% de la cobertura total, mientras que en parcelas pastadas por caprino las herbáceas alcanzaron el 28% ($p < 0,05$). El pastoreo con ganado caprino controló la acumulación de biomasa vegetal (12 564 kg MS/ha) mediante la reducción de la biomasa de tojo fundamentalmente (6600 kg MS/ha), mientras que en las parcelas de ovino la acumulación de biomasa de tojo fue de 10 900 kg MS/ha. En estas parcelas pastadas por el ovino, la biomasa herbácea representaba el 16% del total, mientras que en las de caprino suponía el 41% del total. Por lo tanto, parece claro que el manejo del pastoreo tras la quema no solo afecta a la cobertura, sino que también a la cantidad de biomasa acumulada y a la composición de ésta.

Palabras clave: caprino, incendios, matorral, ovino

EXPERIMENTALLY BURNED HEATH-GORSE COMMUNITY SUCCESSION WHEN GRAZED BY SMALL RUMINANTS

SUMMARY

The effect of different management with sheep and goats over the burnt (spring 2001) heath-gorse community dynamics in the northwest of Asturias, was studied. After three years (October 2004), it was seen that in the sheep managed paddocks the gorse cover was higher (53%) than in the exclusively goats managed paddocks (30%, $p < 0.01$). This increase of the woody plants cover in sheep paddocks generated a lower development of the herbs cover, with a contribution of 9% of the total cover, whereas in goats grazed paddocks the herbs achieved 28% cover ($p < 0,05$). Goats grazing controlled biomass accumulation (12 564 kg DM/ha) mainly by means of gorse control (6600 kg DM/ha of gorse), while in sheep grazing paddocks, the gorse biomass accumulation was 10 900 kg DM/ha. In these sheep grazed paddocks, the herb biomass achieved 16% of the total, while in goats grazed paddocks it was 41% of the total. Thus, it seems clear that pastoral management after a fire not only affect plant cover, but also the biomass accumulated and its composition.

Key words: fire, goat, sheep, shrubland

INTRODUCCIÓN

La incidencia de los incendios en los sistemas naturales tiene graves repercusiones ecológicas y económicas. Los crecientes esfuerzos para prevenir y controlar su propagación son insuficientes en numerosas ocasiones. Sin embargo, el fuego es además una herramienta tradicionalmente empleada en el manejo de los sistemas silvopastorales tanto para limpiar el monte de plantas no deseadas como para acelerar los ciclos de los nutrientes en sistemas con bajas tasas de reciclaje. El ganado también contribuye en estas actuaciones sobre el monte ya que, entre algunos de los beneficios indirectos del pastoreo, se encuentra el uso de los rumiantes como herramienta de control del crecimiento de las plantas más invasivas (Osoro *et al.*, 2000).

Con la intención de integrar el uso de pequeños rumiantes en la transformación de la cubierta vegetal y la aplicación de técnicas de control, como es el caso de la quema, de comunidades vegetales arbustivas, se ha realizado este estudio, con el que se pretende conocer el efecto de dos especies de pequeños rumiantes, ovino y caprino, sobre la dinámica vegetal de un brezal-tojal tras ser sometido a una quema controlada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio

La finca experimental en la que se llevó a cabo el estudio está situada en el concejo de Illano, en el noroeste de Asturias, a una altura de 950 m. El suelo, con pHs menores de 4, es de tipo ranker. La vegetación pertenece a la asociación *Halimio alyssoidis-Ulicetum gallii*, con especies leñosas dominantes como *Ulex gallii*, *Erica umbellata*, *Erica cinerea*, *Calluna vulgaris* y herbáceas como *Pseudarrhenatherum longifolium* y *Agrostis curtisii*.

Diseño experimental

Periodo 1 (septiembre 2001-mayo 2003): En su origen consistió en 2 especies animales (ovino y caprino) x 2 repeticiones, en cuatro parcelas de 1,2 ha, las cuales fueron quemadas superficialmente en primavera de 2001. En septiembre de 2001, en cada una de las parcelas, se introdujeron 12 cabras sin cría de raza Cachemir o 12 ovejas sin cría de raza Gallega (carga ganadera de 10 hembras/ha) donde permanecieron hasta el 30 de enero de 2002, cuando fueron estabuladas. La estación de pastoreo en 2002 se prolongó desde el 9 de mayo hasta el 12 de noviembre, manteniendo las cargas ganaderas y la distribución de especies originales, aunque las cabras que se manejaron fueron la mitad de raza Cachemir y la otra mitad de autóctonas de tronco Celtibérico.

Periodo 2 (mayo 2003-octubre 2004): El diseño experimental en el año 2003 se modificó con respecto al de los dos años anteriores. Cada una de las cuatro parcelas originales se dividió por la mitad transversalmente, resultando 8 parcelas de 0,6 ha de superficie en las que se introdujeron cabras u ovejas de acuerdo a un diseño factorial de 2 especies animales x 2 repeticiones x 2 situaciones de partida distintas (cuatro de las parcelas continuaron siendo pastadas por las mismas especies animales que en años anteriores, mientras que en las otras cuatro parcelas las especies animales se intercambiaron). Las parcelas quedaron configuradas de la siguiente manera: 2 parcelas pastadas por ovino en *Periodo 1* y 2 (Ov-Ov), 2 parcelas pastadas en el *Periodo 1* por ovino

y en el *Periodo 2* por caprino (Ov-Ca), 2 parcelas pastadas por caprino en *Periodo 1* y por ovino en *Periodo 2* (Ca-Ov) y 2 parcelas pastadas por caprino en *Periodo 1* y 2 (Ca-Ca).

En este *Periodo 2* se manejaron cargas de 6,7 cabezas/ha (4 animales por parcela) en 2003 y nuevamente 10 cabezas/ha (6 animales por parcela) en 2004. Todas las cabras eran de raza Cachemir.

En el 2003, los animales permanecieron en las parcelas desde el 21 de mayo hasta el 4 de noviembre y en 2004 desde el 10 de junio al 18 de octubre.

Controles

Se estimó la cobertura vegetal mediante la técnica del “point-quadrat”, a lo largo de 6 transectos de 13 m de longitud en cada una de las 4 parcelas originales (3 por parcela a partir del año 2003), registrándose 100 contactos verticales por transecto. Los muestreos se llevaron a cabo en octubre de 2001, junio 2002, y mayo, agosto y octubre de 2003 y 2004. Con los datos de composición botánica se calculó el índice de diversidad de Shannon para cada parcela y control. Se muestreó la biomasa vegetal en 5 rectángulos de 0,2 x 1 m situados al azar en cada una de las 8 parcelas. Posteriormente, se separó en sus componentes principales, tojo, brezo y herbáceas, y se secó en una estufa de aire forzado a 80 °C durante 24 horas para proceder a su pesaje. Los muestreos se llevaron a cabo en mayo, agosto y noviembre de 2003, y julio, agosto y octubre de 2004.

Análisis estadístico

Los datos de cobertura, biomasa y diversidad obtenidos para cada parcela se sometieron a análisis de varianza para estudiar los efectos de la especie animal (*Periodo 1*), y de la especie animal, el pastoreo previo y su interacción (*Periodo 2*).

RESULTADOS

Cobertura

Al final del *Periodo 1*, el porcentaje de cobertura de tojo mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), aumentando en las parcelas pastadas por ovejas (de 18% en octubre de 2001 a 27% en mayo de 2003) y disminuyendo en las parcelas de caprino (de 20% a 14%). En el caso de las herbáceas, hubo un mayor incremento de la cobertura en las parcelas pastadas por caprino (de 22% a 42%) que en las pastadas por ovino (de 22% a 27%) ($p < 0,05$ en mayo de 2003; Tabla 1).

Tabla 1. Porcentajes de cobertura de los componentes principales tojo y brezo vivo, herbáceas, y del suelo desnudo y materia muerta en el *Periodo 1*.

	Octubre 2001			Junio 2002			Mayo 2003		
	Ovino	Caprino	Sign.	Ovino	Caprino	Sign.	Ovino	Caprino	Sign.
Brezo %	1,6	1,5	ns	1,3	0,8	ns	0,8	0,8	ns
Tojo %	17,8	19,6	ns	20,9	17,3	ns	27,0	14,2	*
Herbáceas %	22,1	21,5	ns	24,2	28,8	ns	26,6	42,1	*
M. muerta %	50,6	49,9	ns	43,2	42,2	ns	33,7	34,4	ns
Suelo desnudo %	7,1	7,3	ns	9,6	10,8	ns	10,8	8,0	ns

* = $p < 0,05$; ns = no significativo

Las coberturas de brezo, materia muerta y suelo desnudo no mostraron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 1).

En el *Periodo 2*, la cobertura de tojo aumentó en todos los tratamientos con respecto a los años anteriores. Las diferencias encontradas debidas al pastoreo del *Periodo 1*, se mantuvieron a lo largo del *Periodo 2* ($p < 0,01$), mientras que los efectos del pastoreo del *Periodo 2* se hicieron patentes a partir de 2004, siendo mayores ($p < 0,05$) los porcentajes de tojo en los tratamientos de ovino que en los de caprino (Tabla 2).

Los incrementos en el porcentaje de la cobertura del tojo, desde mayo de 2003 a octubre de 2004, en parcelas Ov-Ov fueron de 26 a 53%, en parcelas Ov-Ca varió desde 28% hasta 38%, en Ca-Ov de 15 a 35% y en parcelas Ca-Ca pasó de 14 a 30%.

Tabla 2. Porcentajes de cobertura de tojo y herbáceas para los distintos tratamientos y en las distintas épocas de muestreo del *Periodo 2*.

<i>Periodo 1</i>		Ovejas		Cabras		Efectos		
<i>Periodo 2</i>		Ovejas	Cabras	Ovejas	Cabras	P1	P2	P1 x P2
Tojo %	Mayo 03	26,2	27,8	14,7	13,7	**	ns	ns
	Agosto 03	42,2	39,5	28,7	25,7	**	ns	ns
	Octubre 03	43,3	39,8	29,0	22,8	**	p<0,1	ns
	Mayo 04	43,7	33,5	26,5	22,3	**	*	ns
	Agosto 04	54,3	44,8	38,5	31,7	**	*	ns
	Octubre 04	52,8	38,3	35,0	30,0	*	*	ns
Herbáceas %	Mayo 03	29,5	23,7	37,8	46,3	**	ns	p<0,1
	Agosto 03	24,8	16,2	20,5	34,5	p<0,1	ns	*
	Octubre 03	17,8	13,3	19,0	32,5	*	ns	*
	Mayo 04	20,5	21,8	25,0	39,2	**	**	*
	Agosto 04	12,5	14,2	12,5	31,0	*	**	*
	Octubre 04	9,3	13,8	12,5	27,8	*	*	p<0,1

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ns: no significativo

En el caso de las herbáceas, también se mantuvieron las diferencias significativas debidas al pastoreo del *Periodo 1*. Las diferencias entre las dos especies animales en el *Periodo 2* se manifestaron sobre todo a partir de 2004 ($p < 0,01$), aunque dichas diferencias se dieron sólo entre las parcelas previamente pastadas por caprino en el *Periodo 1* (con mayores porcentajes de herbáceas en Ca-Ca que en Ca-Ov), no así en las previamente pastadas por ovino, por lo que la interacción entre los tratamientos del *Periodo 1* y *2* resultó significativa ($p < 0,05$).

En el *Periodo 2* tampoco se observó ningún efecto significativo de los tratamientos en la cobertura del brezo, suelo desnudo o materia muerta.

Diversidad

La diversidad vegetal se correlacionó con el contenido de herbáceas en la cubierta. En el *Periodo 1* aparecieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en mayo de 2003, siendo mayor en las parcelas pastadas por caprino que en las de ovino.

En el *Periodo 2*, al igual que los porcentajes de herbáceas, los índices de diversidad

disminuyeron de mayo a octubre en todos los tratamientos y en los dos años (2,22 en mayo, 1,58 en agosto y 1,46 en octubre, $p < 0,001$). De nuevo, los mayores índices se vieron en las parcelas pastadas por caprino respecto a las pastadas por ovino. Se observó un efecto altamente significativo ($p < 0,001$) tanto del pastoreo previo del primer *Periodo* (1,55 en Ov frente a 1,96 en Ca) como de la especie animal en el segundo *Periodo* (1,63 en Ov frente a 1,88 en Ca). Entre las parcelas pastadas por ovino durante el *Periodo 1*, los valores de diversidad difieren poco entre tratamientos (1,51 en Ov-Ov frente a 1,58 en Ov-Ca). Sin embargo, en las parcelas pastadas en *Periodo 1* por caprino los valores de diversidad difirieron significativamente (1,75 en Ca-Ov frente a 2,17 en Ca-Ca), por lo que la interacción entre el pastoreo del *Periodo 1* y del *Periodo 2* resultó significativa ($p < 0,001$).

Biomasa

El efecto del pastoreo del ovino y caprino sobre la biomasa de herbáceas y tojo fue similar al reflejado en los datos de cobertura. A lo largo del *Periodo 2*, el porcentaje de biomasa de tojo fue mayor en las parcelas previamente pastadas (*Periodo 1*) por ovino (67-78%) que por caprino (43-66%; $p < 0,05$), mientras que el porcentaje de biomasa de herbáceas fue mayor en las parcelas pastadas en *Periodo 1* por caprino (18-41%) que por ovino (10-21%; $p < 0,05$). Aunque no aparecieron diferencias en la biomasa total entre los tratamientos del *Periodo 2* (12682 kg MS/ha), el porcentaje de herbáceas fue similar a los datos de cobertura, ya que resultó mayor con pastoreo de caprino que con el de ovino, aunque solo en aquellas previamente pastadas por caprino (41 frente a 21%). El pastoreo del segundo *Periodo* solo generó diferencias significativas en la biomasa de herbáceas en junio de 2004 (16% en Ov-Ov, 21% en Ca-Ov frente a 16% en Ov-Ca, 37% en Ca-Ca, $p < 0,05$). No aparecieron diferencias significativas entre tratamientos en la biomasa total o de brezo (Figura 1).

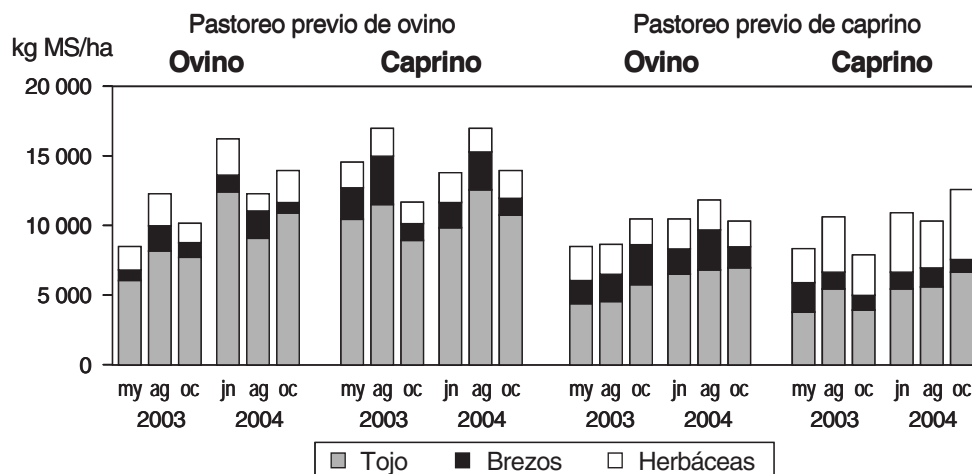


Figura 1: Acumulación de biomasa y su composición durante el *Periodo 2* en cada tratamiento.

DISCUSIÓN

En el rebrote tras la quema del brezal-tojal, se observó que la regeneración se basa en un proceso de autosucesión, al igual que en otros trabajos realizados en matorrales quemados del norte de España (Vera, 1994). En nuestro caso, el tojo llegó a dominar la cubierta tras cinco meses sin pastoreo después de la quema, junto con las gramíneas *Pseudarrhenatherum longifolium* y *Agrostis curtisii*, mientras que los brezos eran muy escasos, debido a su peor capacidad de rebrote vegetativo (Vera y Obeso, 1995; Luis-Calabuig *et al.*, 2000).

En otros estudios realizados en brezales quemados, aunque no sometidos a pastoreo (Luis-Calabuig *et al.*, 2000; Calvo *et al.*, 2002), se vio que a los cuatro o cinco años de la quema, la cobertura de herbáceas comenzaba a reducirse y se producía un reemplazo de éstas por las leñosas. En nuestro experimento este efecto no se ha observado todavía.

Debido al efecto que el pastoreo introduce sobre la vegetación, aquellas parcelas que han sido pastadas por caprino presentan una menor cobertura de leñosas, y en particular de tojo, que las pastadas con ovino. El control del crecimiento del tojo se refleja en un aumento de la cobertura de herbáceas en todas las parcelas, tras cuatro años de pastoreo, aunque éste es mayor en las parcelas manejadas con caprino que con ovino. Esto puede explicarse con algunos estudios (Clark *et al.*, 1982; Radcliffe, 1986; Nicol *et al.*, 1987) que afirman que el tojo (*Ulex europaeus*) es un componente abundante en la dieta del caprino.

El mejor control del crecimiento de las leñosas por parte del caprino frente al ovino puede ser empleado como una eficiente herramienta de control de las leñosas en comunidades como la del presente estudio, lo cual también se ha observado en el caso de brezales-tojales no quemados y en parcelas parcialmente mejoradas de brezal-tojal con zonas desbrozadas y praderas de raigrás-trébol (Osoro *et al.*, 2000). Además, es la estrategia que ofrece el mayor grado de conservación de la diversidad vegetal frente al resto de las aquí estudiadas, debido al mayor porcentaje de herbáceas presentes y menor dominancia del tojo, en estas parcelas. Resultados parecidos se han encontrado en un brezal en Reino Unido previamente pastado por ganado, que tras sufrir una reducción de la cobertura de *Calluna vulgaris* experimenta un aumento de la riqueza de especies de herbáceas (Welch y Scott, 1995).

CONCLUSIONES

La sucesión que sufren las comunidades de brezal-tojal que han sufrido un incendio es diferente según el tipo de rebaño manejado posteriormente. Mediante el pastoreo con caprino se consigue una mayor reducción de la biomasa y cobertura leñosa, en este caso del tojo, que con ovino, siendo mayor la presencia de herbáceas y la diversidad vegetal.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los trabajadores de la Finca “El Carbayal” sus tareas de mantenimiento y mejora de la misma, además de su colaboración en los muestreos de campo. Este estudio pertenece al proyecto CICYT AGL 2003-05342.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALVO, L.; TARREGA, R.; DE LUIS, E., 2002. Secondary succession after perturbations in a shrubland community, *Acta Oecologica*, **23**, 393-404.

CLARK, D.A.; LAMBERT, M.G.; ROLSTON, M.P.; DYMOCK, N., 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, **42**, 155-157

LUIS-CALABUIG, E.; TÁRREGA, R.; CALVO, L.; MARCOS, E.; VALBUENA, L., 2000. History of landscape changes in northwest Spain according to land use and management. En: *Life and environment in the Mediterranean*, 43-85. Ed. L. TRABAUD. Witt Press, MFK Group in Great Britain.

NICOL, A.M.; POPPI, D.P.; ALAM, M.R.; COLLINS, H.A., 1987. Dietary differences between goats and sheep. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, **48**, 199-205.

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A.; ZORITA, E., 2000. Pastoreo de las comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, **30 (1)**, 3-50.

RADCLIFFE, J.E., 1986. Gorse – a resource for goats?. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **14**, 399-410.

VERA, M.L., 1994. Regeneración de un “Aulagar” con *Ulex europaeus* después de un incendio en el norte de España. *Pirineos*, **143-144**, 87-98.

VERA, M.L.; OBESO, J.R., 1995. Regeneración del brezal atlántico de Cabo de Peñas después de un incendio severo. *Stvdia Œcologica*, **XII**, 223-236.

WELCH, D.; SCOTT, D., 1995. Studies in the grazing of heather moorland in northeast Scotland. VI. 20-year trends in botanical composition. *Journal of Applied Ecology*, **32**, 596-611.

INFLUENCIA DE LA RAZA Y DE LA PRESIÓN DE PASTOREO DEL CAPRINO SOBRE LA FAUNA EN UN MATORRAL ATLÁNTICO

B. M. JÁUREGUI, R. CELAYA, U. GARCÍA Y K. OSORO.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)

Apdo. 13 - 33300 Villaviciosa, Asturias (España)

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar la abundancia de la avifauna, mariposas y saltamontes en brezales-tojales del noroeste de Asturias, pastados a lo largo de tres estaciones de pastoreo (junio–noviembre) por dos razas de caprino, autóctonas y cachemir, y a dos cargas ganaderas distintas en el caso de las cachemir. Los resultados indican que la aplicación de altas cargas (12-14 cabras/ha) no introduce diferencias significativas en la abundancia de mariposas y aves con respecto a la aplicación de bajas cargas ganaderas (6,7 cabras/ha). La raza de caprino manejada tampoco genera diferencias significativas en dicha abundancia. Sin embargo, en el caso de los saltamontes, se observó una mayor abundancia en las parcelas en las que se manejaron altas cargas ganaderas, siendo especialmente elevada en los tratamientos con cachemiras en el verano de 2003 y con autóctonas en agosto de 2004, debido, posiblemente, a la mayor perturbación que estos tratamientos producen sobre la vegetación, generando una mayor diversidad estructural.

Palabras clave: brezal-tojal, mariposas, saltamontes, pájaros.

EFFECTS OF BREED AND GRAZING PRESSURE OF GOATS ON THE FAUNA OF AN ATLANTIC SHRUBLAND

SUMMARY

The grazing management of the vegetal communities introduce changes in the floristic and structural composition, therefore the management decisions taken affect significantly on the productive and conservationists objectives that guarantee its sustainability.

The objective of this paper is to study the birds, butterflies and grasshoppers abundance in heath-gorse communities placed in the northwest of Asturias, grazed along three grazing seasons by two goat breeds, local and cashmere, and at two different stocking rates, in cashmere case. The results obtained show that high stocking rates management (12-14 goats/ha) do not introduce significative differences in butterflies abundance and birds in relation to the low stocking rates management (6.7 goats/ha). Goats breed managed does not produce differences neither in the abundance mentioned. However, in the case of grasshoppers, it was seen a higher abundance in paddocks managed with high stocking rates, and specially high in cashmere treatments in 2003 summer and in local's in August 2004, probably due to the higher disturbance produced by these treatments on the plant community, increasing the structural diversity.

Key words: birds, butterflies, grasshoppers, heath-gorse community

INTRODUCCIÓN

Desde hace algunos años, la conservación de la biodiversidad ocupa un papel prioritario en la gestión de los recursos pastorales y su investigación. Se están realizando muchos esfuerzos en conservar todo tipo de organismos, pero es escaso el conocimiento que se tiene de las especies que conforman los distintos sistemas. La conservación, en muchos casos, no se centra solo en los organismos protegidos, sino que también se extiende a los sistemas, como es el caso de los sistemas silvopastorales.

Se sabe que muchos de los sistemas de origen antrópico que hoy conocemos, como es el caso de las dehesas en España, agrupan una gran cantidad de especies tanto vegetales como animales, convirtiéndose en uno de los sistemas “naturales” más biodiversos. Es necesario, sin embargo, saber qué tipo de manejo es el más favorable para la diversidad vegetal y animal y, sólo de esta manera, se podrán aplicar planes de gestión que contemplen tanto los objetivos de producción como de conservación. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de dos razas de caprino, cachemir y autóctonas, y de dos cargas ganaderas en el caso de las cachemir sobre la abundancia y diversidad de saltamontes, mariposas y pájaros en un brezal-tojal en el noroeste de Asturias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en la finca experimental “El Carbayal” situada en el noroeste de Asturias a una altitud alrededor de los 950 m. El suelo sobre el que se asienta es de tipo Ranker con pHs muy ácidos próximos a 4. La vegetación pertenece a la asociación *Halimio alyssoidis-Ulicetum gallii*, cuyas especies dominantes son el tojo, *Ulex gallii*, distintas especies de brezo, *Erica umbellata*, *E. cinerea*, *E. arborea*, *E. australis* subsp *aragonensis*, *Daboecia cantabrica* y *Calluna vulgaris*, otras leñosas como *Genistella tridentata* y *Halimium alyssoides* y herbáceas como *Pseudarrhenatherum longifolium* y *Agrostis curtisii*.

Las temperaturas medias mensuales recogidas en la propia finca oscilaron entre los 2,8 °C en enero hasta los 18,4 °C en agosto de 2003. La precipitación media ronda los 1750 mm/año y está concentrada principalmente entre septiembre y abril.

Diseño experimental

Se establecieron tres tratamientos de pastoreo con caprino, con tres repeticiones, en nueve parcelas contiguas de 0,6 ha cada una, que se encuentran en una misma ladera (orientación oeste). Los tratamientos correspondieron a cabras autóctonas en carga alta (12 cabras/ha) (AA), cachemiras en carga alta (14 cabras/ha) (CA) y cachemiras en carga baja (6,7 cabras/ha) (CB). Las cabras permanecieron en las parcelas en la época más favorable que transcurre desde mayo-junio hasta octubre-noviembre.

El estudio se inició en la primavera de 2002, aunque los muestreos de fauna no comenzaron hasta el 2003.

Muestreos

Saltamontes: se realizaron dos transectos de 50 m de longitud y 5 m de ancho en cada una de las parcelas. Los transectos se fijaron siguiendo la línea de máxima pendiente. A lo largo de esos transectos se realizaron dos deslizamientos del cazamariposas por cada

paso del observador capturándose todos los ejemplares encontrados en un radio de 2,5 m. Los muestreos se repitieron en varias ocasiones (junio, julio, septiembre y octubre de 2003 y julio, agosto y septiembre de 2004), siempre manteniendo la hora de comienzo entre las 12:00 - 14:00 horas y sólo durante días soleados y sin viento.

Mariposas: se realizaron dos transectos de 50 x 5 m por parcela, siguiendo la misma disposición que los de los saltamontes. Las capturas se realizaron de acuerdo a las mismas condiciones de nubosidad y temperatura que en el caso de los saltamontes. Los muestreos se realizaron en junio, julio y agosto de 2003 y julio, agosto y septiembre de 2004.

Pájaros: al amanecer, se recorrieron todas las parcelas de manera alterna y en zig-zag (para evitar la posible observación doble de un mismo ejemplar), intentando que los pájaros levantasen el vuelo con el fin de poder observar el mayor número posible de los ejemplares presentes en las parcelas. Únicamente se anotaron los ejemplares posados en las parcelas. Las observaciones se realizaron al amanecer dos días seguidos y siempre se comenzaron los muestreos desde parcelas diferentes. Las visitas a las parcelas se hicieron en junio, julio, agosto y noviembre de 2003 y junio, julio, agosto y septiembre de 2004.

Análisis de los datos

El índice de diversidad empleado es el índice de Shannon y el análisis estadístico empleado es la U de Mann-Whitney, ya que el número de individuos capturados, en el caso de los saltamontes y de las mariposas, y observados en el caso de los pájaros, fue muy pequeño y los datos no se ajustaron a la distribución normal.

RESULTADOS

Saltamontes

Debido a que no se ha realizado todavía la identificación a nivel de especie de los ejemplares de saltamontes, los resultados que se van a presentar corresponden únicamente a la abundancia.

En todos los muestreos se encontró una mayor abundancia de saltamontes en las parcelas manejadas con las mayores cargas ganaderas, siendo a su vez mayor, a lo largo del 2003, en las parcelas con cachemiras que en las parcelas manejadas con cabras autóctonas, aunque las diferencias no fueron significativas. A partir de agosto de 2004, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la abundancia de saltamontes entre los tratamientos con cargas altas y bajas, siendo mayor en los de alta carga (Tabla 1).

Tabla 1: Abundancia media de saltamontes y niveles de significación para razas y cargas, de cada uno de los tratamientos (CB: cachemiras en carga baja, CA: cachemiras en carga alta, AA: autóctonas en carga alta), en 2003 y 2004.

	CB	CA	AA	Sig. raza	Sig. carga
17 junio 03	1,00	3,33	3,33	ns	ns
9 julio 03	4,00	9,33	7,67	ns	ns
3 septiembre 03	3,33	7,67	3,67	ns	ns
9 octubre 03	3,00	8,00	6,33	ns	ns
14 julio 04	6,67	7,33	16,00	ns	ns
23 agosto 04	16,00	31,67	42,00	ns	*
24 septiembre 04	6,67	23,00	22,33	ns	*

* = $P < 0,05$; ns = no significativo

En agosto de 2004, se produjo una gran explosión de saltamontes que no se había recogido el año anterior. Ésta coincide con el periodo de temperaturas más altas y fue posterior a un periodo de abundantes precipitaciones (110,3 mm en agosto) seguido de cuatro días de ausencia de las mismas antes de las fechas de muestreo.

Mariposas

Tras el análisis estadístico de los índices de diversidad de las mariposas capturadas, no se observaron diferencias significativas ni entre las cargas ni entre las razas de caprino. Los datos de abundancia únicamente reflejaron una tendencia ($p < 0,1$), en julio de 2004, a que fuese mayor la abundancia media de mariposas en los tratamientos de alta carga (3,33 individuos en CA frente a 0,33 individuos en CB, Figura 1).

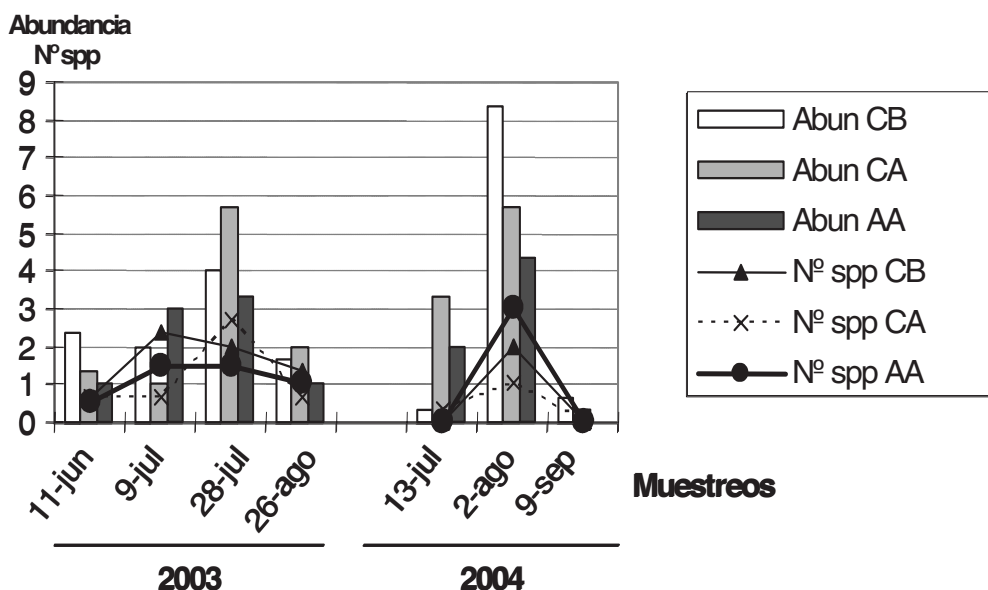


Figura 1: Abundancia de mariposas en barras y número de especies (Nº spp) totales en líneas para los distintos tratamientos (CB: carga baja de cachemiras, CA: carga alta de cachemiras, AA: carga alta de autóctonas).

A principios de julio de 2003, la riqueza de especies media mostró una tendencia ($p < 0,1$) a ser mayor en parcelas con baja carga frente a las de alta (2,33 en CB, 0,67 en CA). En el resto de los muestreos realizados no aparecieron diferencias significativas entre los tratamientos, ni en la abundancia ni en la riqueza de especies de mariposas.

Como se refleja en la figura 1, se observó una tendencia a que hubiese un incremento de individuos capturados a lo largo de la época de pastoreo, alcanzando el máximo a finales de julio y principios de agosto, coincidiendo con una escasez de precipitaciones y altas temperaturas, tras los cuales se produjo una disminución de los ejemplares encontrados.

Pájaros

Resultados parecidos a los obtenidos con las mariposas, se encontraron en relación con las aves. El análisis del índice de diversidad de Shannon reflejó que no había diferencias significativas ni entre las razas ni entre las cargas de caprino, excepto en el muestreo de junio de 2003, en el que se observó una tendencia ($p < 0,1$) a que fuese mayor la diversidad en parcelas pastadas por cachemiras (1,25 en CA) que en las pastadas por autóctonas (0,55 en AA). Cabe destacar que en ningún muestreo ni en ningún tratamiento se encontraron índices de diversidad de Shannon superiores a 1,25 y que en muchos de los muestreos fue 0.

Se observó un mayor número de especies, en general, en las parcelas manejadas con alta carga de cachemiras (Figura 2), aunque los datos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, excepto en junio de 2003 en que parece ser mayor ($p < 0,1$) la riqueza de especies en los tratamientos con cachemira (2,67 en CA) frente a los de autóctonas (1,67 en AA) y en agosto de 2004, muestreo en el que existe una tendencia ($p < 0,1$) a que sea mayor en los tratamientos de alta carga (1,67 en CA) frente a los de baja carga (0,33 en CB).

La figura 2 muestra un descenso en la abundancia de pájaros a medida que transcurre el verano, sobre todo en las parcelas manejadas con altas cargas ganaderas.

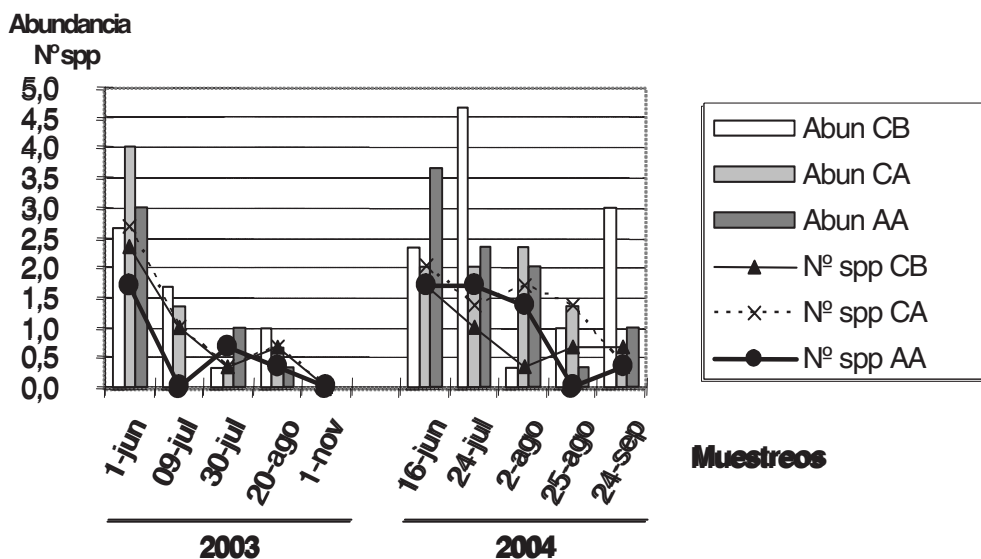


Figura 2: Abundancia de pájaros en barras y número de especies de pájaros (Nº spp) para los distintos tratamientos (CB: carga baja de cachemiras, CA: carga alta de cachemiras y AA: carga alta de autóctonas).

DISCUSIÓN

La mayor abundancia de saltamontes en las parcelas manejadas con elevadas cargas ganaderas (CA y AA) parece ser consecuencia de las diferencias estructurales de la cubierta vegetal encontradas respecto al tratamiento de carga baja (Celaya *et al.*, 2005). Wettstein y Schmid (1999) observaron que la diversidad y riqueza de saltamontes era mayor en pastos aprovechados por vacuno, más heterogéneos, respecto a los segados.

En cuanto a las mariposas, diversos trabajos indican que su abundancia aumenta al incrementarse la diversidad vegetal y heterogeneidad del hábitat (Sparks y Parish, 1995; Ellingsen *et al.*, 1997), lo que en nuestro caso correspondería a los tratamientos de alta carga. Sin embargo, según Wettstein y Schmid (1999), la riqueza de especies de mariposas se relaciona con la calidad del hábitat (floración, ausencia de perturbaciones), lo que se correspondería con el tratamiento de carga baja. En el resto de países europeos que participan en el proyecto en el que se engloba el presente trabajo, los resultados muestran mayor abundancia y riqueza de especies en los tratamientos de baja carga respecto a los de alta carga (WallisDeVries *et al.*, 2005). En nuestro caso no se ha observado ninguno de estos efectos.

En el caso de los pájaros, también se ha observado que la fisionomía de la vegetación influye significativamente en su diversidad y abundancia (Vesbby *et al.*, 2002; Tews *et al.*, 2004), aunque en nuestro trabajo no hemos observado diferencias significativas entre los tratamientos. La abundancia de los pájaros en nuestro caso dependía más de la época (nidificación, cría de los pollos) y, al parecer, la disponibilidad de frutos y/o invertebrados no supuso un factor condicionante para su asentamiento. En brezales del sur de Inglaterra, Lack y Venables (1937) no encontraron ninguna correlación entre la densidad de reproducción de la tarabilla común y la disponibilidad de alimento.

CONCLUSIÓN

El manejo de distintas razas de caprino y cargas ganaderas no parece tener efectos significativos sobre la abundancia y diversidad de mariposas y pájaros en los brezales-tojales característicos del occidente de Asturias. Sin embargo sí hay un efecto visible de estos factores en la abundancia de saltamontes, siendo ésta mayor en las parcelas manejadas con las cargas más elevadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la labor desempeñada por los trabajadores de Illano en la finca “El Carbayal”. Este estudio se engloba en un proyecto conjunto con Holanda, Reino Unido, Francia, Alemania e Italia financiado por la UE (FORBIOBEN QLK5-CT-2001-30130).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CELAYA, R.; JÁUREGUI, B.M.; GARCÍA, U.; OSORO, K., 2005. Efectos de la raza y la carga ganadera sobre la cubierta vegetal en brezales-tojales pastados por caprino. En: *XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Gijón, Asturias (España).

ELLIGSEN, H.; BEINLICH, B.; PLACHTER, H., 1997. Effects of large-scale cattle grazing on populations of *Coenonympha glycerion* and *Lasiommata megera* (Lepidoptera: Satyridae). *Journal of Insect Conservation*, **1**, 13-23.

LACK, D.; VENABLES, L.S.V., 1937. The heathland birds of South Haven Peninsula, Studland Heath, Dorset. *Journal of Animal Ecology*, **6**, 62-72.

SPARKS, T.H.; PARISH, T., 1995. Factors affecting the abundance of butterflies in field boundaries in Swavesey fens, Cambridgeshire, UK. *Biological Conservation*, **73**, 221-227.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBÖRGER, K.; WICHMANN, M.C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH F., 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, **31**, 79-92.

VESSBY, K.; SÖDERSTRÖM, B.; GLIMSKÄR, A.; SVENSSON, B., 2002. Species-Richness Correlations of Six Different Taxa in Swedish Seminatural Grasslands. *Conservation Biology*, **16**, 430-439.

WALLISDEVRIES, M.F.; TALLOWIN, J.R.B.; DULPHY, J.P.; SAYER, M.; DIANA, E., 2005. Effects of livestock breed and stocking rate on sustainable grazing systems: butterfly diversity and abundance. *13th International Symposium of European Grassland Federation*. Tartu, Estonia (en prensa).

WETTSTEIN, W.; SCHMID, B., 1999. Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology*, **36**, 363-373.

INTENSIDAD DEL PASTOREO DE *CERVUS ELAPHUS* L. SOBRE PRATENSES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MONFRAGÜE

J. CABEZAS¹, T. BUYOLO¹, L. FERNÁNDEZ-POZO², D. PATÓN¹,
F. M. VENEGAS¹ Y C. CRISÓSTOMO¹.

¹Área de Ecología, Dpto. de Física, Universidad de Extremadura, Avda. de Elvas, s.n., 06071-Badajoz. ²Área de Edafología y Química agrícola, Dpto. de Biología y Producción de los Vegetales, Universidad de Extremadura, Avda. de Elvas, s.n., 06071-Badajoz

RESUMEN

Se ha analizado la biomasa herbácea en Materia Seca (MS) de 16 ecosistemas de la Reserva de la Biosfera de Monfragüe tanto en áreas pastoreadas por ciervos como en 48 exclusiones de 0,71 x 0,71 m². En todos los ecosistemas la MS determinada en las exclusiones superó a la MS de las áreas adyacentes pastoreadas. Al expresar la diferencia porcentual en la cantidad de MS, queda patente que las áreas de brezal son las más pastoreadas con 58,61% de factor de uso (FU), mientras que la umbría baja tiene sólo un 2,55% de FU. Los datos obtenidos muestran claramente que las grandes diferencias observadas de FU entre ecosistemas están basadas en criterios de apetencia (brezal, encinar con *Phillyrea angustifolia* L. y mancha de *Phillyrea angustifolia* L.) o accesibilidad (encinar adhesionado).

Palabras clave: biomasa, herbáceas, ciervo, factor de uso

GRAZING INTENSITY OF *CERVUS ELAPHUS* L. IN 16 ECOSYSTEMS FROM MONFRAGÜE BIOSPHERE RESERVE (SOUTHWESTERN SPAIN)

SUMMARY

Dry matter biomass (DM) inside and outside 48 exclosures (0,71 x 0,71 m²) located in Monfragüe Biosphere Reserve (Southwestern Spain) has been analyzed during spring season. DM was higher inside 48 exclosures but only in a scarce number of ecosystems this difference was significant. Use factor was higher in *Erica spp.* shrublands (58,61%) whereas *Arbutus unedo* L. forests give the lowest values (2,55%). These differences could be based in very complex and mixed factors like palatability (Forests of *Quercus rotundifolia* Lam. with *Phillyrea angustifolia* L., *Erica spp.* shrublands and *Phillyrea angustifolia* L. shrublands) or accesibility (Open evergreen oak formations).

Key words: biomass, herbaceous, deer, use factor

INTRODUCCIÓN

Las medidas de mantenimiento de zonas protegidas junto a las explotaciones cinegéticas han provocado que por motivos opuestos, conservación y explotación, aumente la abundancia de ciervos en algunos de los ecosistemas extremeños. Desde el punto de vista de utilización de los ecosistemas para aumentar las poblaciones de cérvidos, se ha recurrido a la corta y aclarado de bosques, consiguiendo con ello aumentar el efecto borde y la disponibilidad de biomasa pastoreable (Thomas, 1979; Witmer *et al.*, 1985; Moser y Witmer, 2000). Las consecuencias de estas actividades en la planificación de los territorios puede alterar la capacidad de los ecosistemas asentados en ellos para proporcionar un hábitat adecuado para las especies de caza mayor, modificando sus tipos, cantidad y extensión, tanto en el espacio como en el tiempo (Lyon y Ward, 1982; Lehmkühl *et al.*, 2001).

Los efectos del pastoreo en las modificaciones de estos ecosistemas se producen por la mayor o menor intensidad de uso. Considerando lo anterior esta variación se encuentra marcada por la accesibilidad y la disponibilidad de biomasa que va a provocar una mayor o menor aptencia por unos u otros ecosistemas (Kräuchi *et al.*, 2000; Lehmkühl *et al.*, 2001).

La Reserva de la Biosfera de Monfragüe es un área donde se reúnen las problemáticas planteadas, ya que cuenta en su interior con una zona protegida donde está prohibida la actividad cinegética, el Parque Natural de Monfragüe, y un entorno de fincas privadas muchas de ellas dedicadas a caza mayor. Por ello con este estudio se plantea como objetivo analizar la producción de biomasa de pastizal en una serie de unidades de vegetación basadas en estudios anteriores (Buyolo *et al.*, 1998) y analizar su evolución en el tiempo, presentándose en este trabajo los datos correspondientes a la estación de primavera de 2004.

MATERIAL Y MÉTODOS

En cada una de las 16 unidades de vegetación delimitadas, se está llevado a cabo un seguimiento de la vegetación herbácea con el objetivo de conocer la producción de biomasa de pratenses. Para poder establecer la intensidad de uso que realiza el ciervo sobre el estrato herbáceo, se han excluido en cada una de las unidades de vegetación, tres parcelas, realizándose una valoración estacional de la biomasa dentro y fuera de las exclusiones, quedando recogidos en este trabajo, los resultados correspondientes a la primavera.

Se realizaron seis transectos en cada unidad de vegetación, tres dentro y tres fuera de las áreas de exclusión. La valoración estacional de la cantidad de biomasa, se ha estimado mediante muestreos de “point quadrat” (Egan *et al.*, 2000; Scurlock *et al.*, 2001), contabilizándose el fitovolumen de cada especie, a partir del número total de contactos a lo largo de 100 puntos de muestreo en cada uno de los transectos.

Para poder valorar si las diferencias de materia seca (MS) encontradas dentro y fuera de las áreas de exclusión son significativas en cada una de las unidades, se realizó el test de Wilcoxon (Tabla 1). Esta Tabla también recoge el Factor de uso (FU), calculado como la diferencia porcentual respecto a la biomasa de las exclusiones.

Tabla 1. Valores de producción de materia seca (kg/ha) en áreas excluidas (sin pastoreo) y sin excluir (con pastoreo). Resultados del test de Wilcoxon por unidades de vegetación indicando el valor del test (W) y si las diferencias son muy significativas (), significativas (*) o no.**

	Sin pastoreo	Con pastoreo	Diferencia Producción	% de Uso	W
Alcornocal	703,81	598,36	105,45	14,98	26 ns
Alcornocal con matorral	702,33	619,15	83,18	11,84	20 ns
Brezal	789,1	326,55	462,43	58,61	25 ns
Cumbres	1462,14	1035,48	426,66	29,18	25 ns
Encinar adhesado	2004,22	1024,79	979,43	48,87	27 ns
Encinar con <i>Phyllirea angustifolia</i> L.	632,34	296,77	335,57	53,07	29 ns
Encinar con <i>Retama sphaerocarpa</i> (L.)	1622,33	984,88	637,45	39,29	36**
Encinar con <i>Cistus ladanifer</i> L.	681,94	561,13	120,81	17,72	8 ns
Jaral	1450,67	750,99	699,68	48,23	14 ns
Mancha de <i>Phyllirea angustifolia</i> L.	1315,87	596,1	799,77	57,3	17*
Mancha de <i>Pistacia lentiscus</i> L.	1229,62	717,71	511,91	41,63	24 ns
Madroñal	764,94	554	210,94	27,58	21 ns
Márgenes arboladas	873,25	716,51	156,74	17,95	24 ns
Retamar	1369,73	949,71	420,02	30,66	8 ns
Umbría alta	716,93	670,73	46,2	6,14	11 ns
Umbría baja	957,88	933,47	24,41	2,55	31*

RESULTADOS

El sistema de vegetación sin pastorear que presenta la máxima cantidad de biomasa, corresponde al encinar adhesado con 2004,22 kg/ha, mientras que los valores mínimos se han alcanzado en el encinar con *Phyllirea angustifolia* L., 632,34 kg/ha. En general, son siete unidades de vegetación las que superan la tonelada de MS por hectárea (Fig. 1), encinar adhesado, encinar con *Retama sphaerocarpa* L., cumbres, jaral, *Retama sphaerocarpa* L., mancha de *Phyllirea angustifolia* L. y mancha de *Pistacia lentiscus* L.

En cuanto a los resultados referidos a las áreas con pastoreo (Fig. 1), el valor máximo de cantidad de MS se registra en la unidad de cumbres (1035,48 kg/ha), muy próximo a la biomasa del encinar adhesado, con 1024,79 kg/ha, siendo los dos únicos sistemas de vegetación que en el caso de haber mantenido la acción del pastoreo, superan la tonelada de biomasa. El valor mínimo también se ha obtenido en este caso, en el encinar con *P. angustifolia* L. con 296,77 kg/ha.

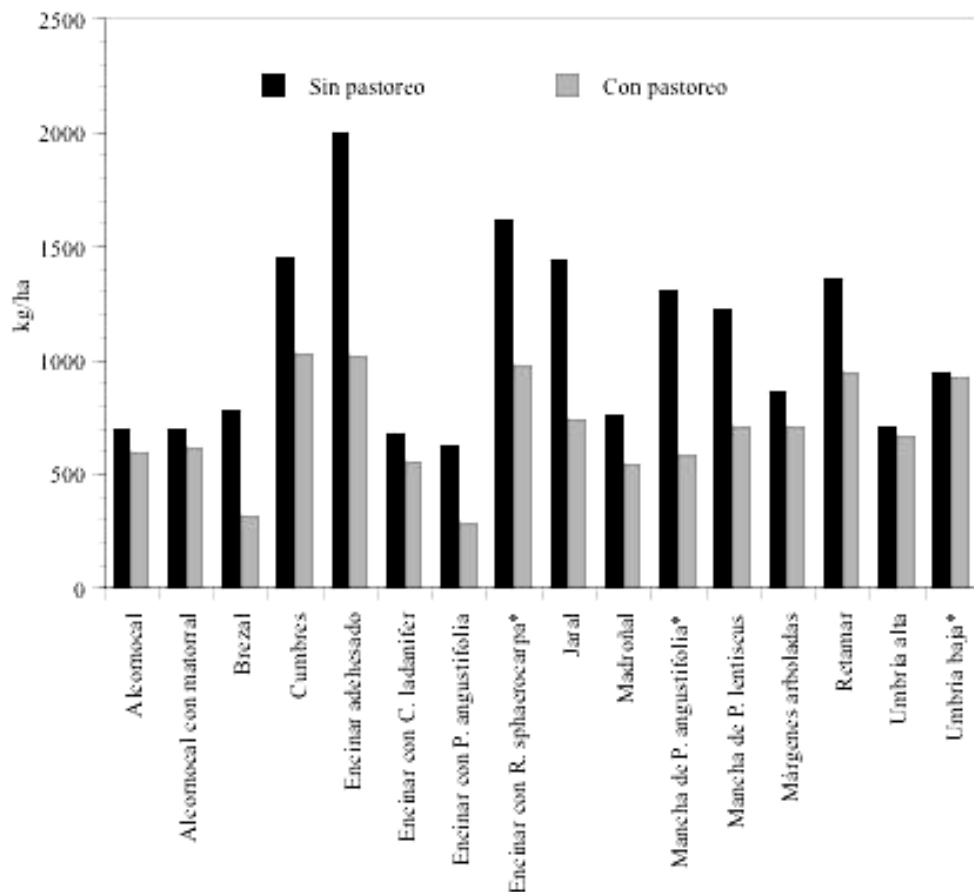


Fig 1. Producción de biomasa (kg/ha) en exclusiones sin pastorear y en zonas pastoreadas. Resultados del test de Wilcoxon por unidades de vegetación indicando si las diferencias son significativas (*) o no significativas.

A partir de estos datos, se han calculado las diferencias en cantidad de biomasa para cada una de las 16 unidades de vegetación estudiadas (Fig. 2). En todos los casos, en las áreas sin pastorear dicha cantidad fue superior a la de las zonas pastoreadas, valores que ponen en evidencia la presión ejercida por *Cervus elaphus* L. en cada uno de los ecosistemas estudiados. Las mayores diferencias se obtienen para el encinar adhesado, mancha de *P. angustifolia* L., jaral., encinar con *R. sphaerocarpa* L., mancha de *P. lentiscus* L., brezal, cumbres y retamar. En algunas de las unidades comparadas, como es el caso del encinar adhesado, aunque se observan amplias diferencias entre la biomasa contabilizada dentro y fuera de las áreas excluidas, el test de Wilcoxon considera que no existen diferencias significativas entre ambos valores, debido a la gran variabilidad de los datos. Este grupo de ocho ecosistemas corresponde a los tipos de vegetación leñosa, cuyos pastos son más utilizados por el ciervo para la obtención de su alimento.

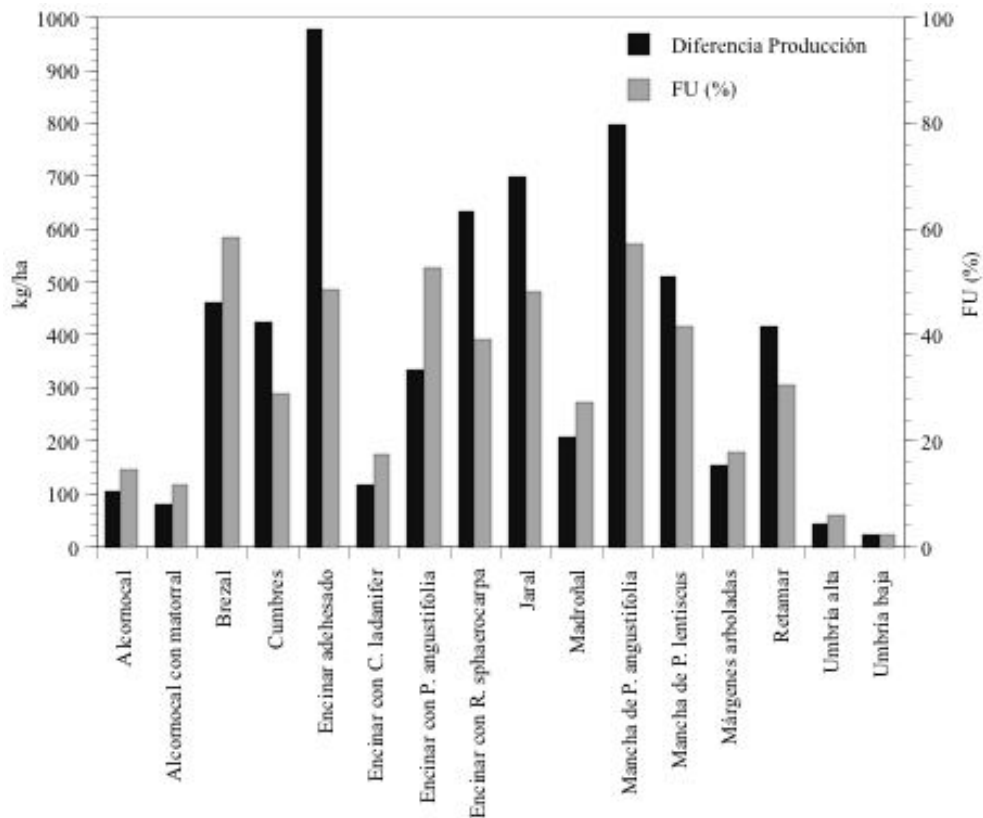


Fig 2. Diferencia de producción de biomasa (kg/ha) entre las exclusiones y las zonas pastoreadas. Valores de factor de uso (FU) en las distintas unidades de vegetación.

Si estas diferencias de biomasa herbácea se transforman en porcentaje de uso de cada uno de los ecosistemas (Factor de uso, FU), al referirlas a la biomasa de cada uno de ellos sin pastorear, se obtiene (Fig. 2) que las áreas de brezal son las más pastoreadas con 58,61% de FU, mientras que la umbrías baja tiene sólo un 2,55% de FU. Del resto de unidades de vegetación únicamente otras dos superan el 50% de FU, mancha de *P. angustifolia* L. (57,3%) y encinar con *P. angustifolia* L. (53,1%). Se observa además que se producen dos escalones en cuanto al FU (Fig. 2), uno entorno al 30% y otro más acusado aún al quedar con valores inferiores al 20% seis de las unidades de vegetación.

DISCUSIÓN

En lo que respecta a las cantidades de biomasa de pastizal sin pastoreo en las unidades de vegetación estudiadas se aprecia un escalón (Fig. 1) entre las que tienen más de una tm/ha y las que se mantienen por debajo de ese valor. La baja producción de pastizal de estas últimas es debido a la elevada densidad de pies de plantas con copas en contacto unas

con otras, lo que provoca la formación de un dosel que impide la penetración de la radiación hacia el suelo que junto con la alelopatía (Chaves *et al*, 1993) impide el desarrollo del pastizal. En cuanto a la unidad de márgenes arboladas a pesar de que su vegetación leñosa no es tan densa, su baja producción viene marcada por las elevadas pendientes que presenta, originando la formación de un sustrato pedregoso y con poco suelo.

Al realizarse un pastoreo sobre las distintas unidades, la cantidad de hierba disminuye en todas ellas debido a la presión que ejerce el ciervo, siendo mayor o menor la diferencia según el factor de uso que se ha ejercido. Con respecto al FU se detectan elementos relacionados con la accesibilidad, por una parte la barrera que constituye la densidad de la vegetación para la movilidad y desplazamientos en el pastoreo, y por otra parte las pendientes acusadas para esas mismas actividades, que van a dificultar la posibilidad de utilización de esa biomasa. Junto a estos elementos físicos que afecta al FU existe otro elemento que contribuye a su bajo porcentaje, es la propia disponibilidad de biomasa, ya que aquellas unidades de poca biomasa son poco apetecibles para *Cervus elaphus* L., tal es el caso de encinar con *Cistus ladanifer* L. La coincidencia de los dos tipos de factores en la misma unidad de vegetación genera una sinergia que contribuye a disminuir con más intensidad el FU, lo que se presenta en los dos tipos de umbría.

Sin embargo no debe olvidarse que los datos obtenidos muestran que las grandes diferencias observadas de FU entre ecosistemas están basadas también en criterios de apetencia (brezales, encinar con *Phyllirea angustifolia* L. y matorral de *Phyllirea angustifolia* L.). Este último extremo es más significativo en la segunda de esas unidades de vegetación, ya que a pesar de ser la que menos biomasa herbácea tiene de todas, es sin embargo la que presenta uno de los porcentajes de FU más elevado.

Siguiendo a Holecheck *et al* (1995) factores de uso superiores al 40% para pastos mediterráneos son desaconsejables, por producir desequilibrios y comprometer la sostenibilidad de los pastizales. En estas condiciones se encuentran seis de las unidades estudiadas (Fig. 2).

CONCLUSIONES

En todas las unidades de vegetación se ha producido una bajada en la cantidad de biomasa pastoreable al intervenir el ciervo, en algunos casos de más del 50%.

Las diferencias de biomasa no se mantienen proporcionales a la cantidad natural, sino que se acusan más en algunas unidades de vegetación que tienen valores bajos de biomasa, y sin embargo sufren un pastoreo intenso. Esto se traduce en una elevada FU marcada por la apetencia por los distintos ecosistemas. Existen otros elementos que contribuyen a marcar las diferencias en cuanto al uso de la biomasa pastoreable de las unidades de vegetación estudiadas: accesibilidad debida a la vegetación leñosa densa frente a dispersa y por otra parte la barrera que suponen las pendientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Director del Parque de Monfragüe D. Ángel Rodríguez, al Biólogo Conservador D. Amalio Toboso y a los Guardas Félix Gordo y Juan Salguero las facilidades prestadas para la realización de este trabajo. Este estudio ha sido financiado con cargo al proyecto CICYT REN 2003-05062 / GLO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUYOLO, T.; TROCA, A.; CABEZAS, J.; ESCUDERO, J.C., 1998. *Ordenación de los Complejos Ambientales del Parque Natural de Monfragüe y su área de influencia*. Universidad de Extremadura, 167 pp.

CHAVES, N.; ESCUDERO, J.C.; GUTIÉRREZ-MERINO, C., 1993. Seasonal variation of exudate of *Cistus ladanifer* L. *Journal Chemical of Ecology*, 19 (11), 2577-2591.

EGAN, S.; SMITH, A.; ROBERTSON, D.; WATERHOUSE, A. 2000. Estimation of Heather Biomass Using Ground Based Methods for the Calibration of Remotely Sensed Data. *Aspects of Applied Biology* **58**, 1-9.

HOLECHECK, J.L.; PIEPER, R.D.; HERBEL, C.H. 1995. *Range Management. Principles and Practices*. Ed. Prentice Hall, 526 pp.

KRÄUCHI, N.; BRANG, P.; SCHÖNENBERGER, W., 2000. Forest of mountainous regions: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 132, 73-82.

LEHMKUHL, F.J.; KIE, J.G.; BENDER, L.C.; SERVHEEN, G.; NYBERG, H., 2001. Evaluating the effects of ecosystem management alternatives on elk, mule deer, and white-tailed deer in the interior Columbia River basin, USA. *Forest Ecology and Management*, 153, 89-104.

LYON, J.L.; WARD, A.L., 1982. *Elk and land management*. En: *Elk of North America*, 443-477. Eds. J.W. Thomas, D.E. Toweill, Stackpole Books, Harrisburg, PA.

MOSER, B.W.; WITMER, G.W., 2000. The effects of elk and cattle foraging on the vegetation, birds, and small mammals of the Bridge Creek Wildlife Area, Oregon. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 45, 151-157

SCURLOCK, J.M.O.; ASNER, G.P.; GOWER, S.T. 2001. *Worldwide Historical Estimates of Leaf Area Index, 1932-2000*. 1-34. Oak Ridge National Laboratory.

THOMAS, J.W. 1979. *Wildlife habitats in managed forests: the Blue Mountains of Oregon and Washington*. US Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook No. 553. 512.

WITMER, G.W.; WISDOM, M.; HARSHMAN, E.P.; ANDERSON, R.J.; CAREY, C.; KUTTEL, M.P.; LUMAN, I.D.; ROCHELLE, J.A.; SCHARPF, R.W.; SMITHEY, D., 1985. Deer and elk. En: *Management of Wildlife and Fish Habitats in Forests of Western Oregon and Washington*, 231-258. Ed. E. Brown, US Department of Agriculture, Forest Service, Publication Number R6-F&WL-192-1985.

ALTERACIONES FLORÍSTICAS EN LOS PASTIZALES SOMETIDOS A ALTAS DENSIDADES DE CONEJOS

A. GARCÍA FUENTES, J. J. MUÑOZ Y E. CANO.

Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. 23071 Jaén (España). E-mail: agarcia@ujaen.es

RESUMEN

En este trabajo se ponen de manifiesto los principales cambios florísticos producidos en una parcela de exclusión donde se realizó una suelta de conejos silvestres, con la finalidad de estudiar las alteraciones florísticas en los pastizales y la selección de especies vegetales por parte de los conejos. La parcela elegida se ubica en la localidad de Vilches (Jaén) y la densidad de animales fue superior a 30 conejos/ha en el interior de la misma. Los resultados fueron bastante claros, se observa una fuerte disminución de leguminosas y gramíneas, en definitiva, de los taxones más apetecibles para el conejo, y un aumento de la presencia de compuestas como *Anthemis arvensis*, *Centaurea melitensis* o *Crepis capillaris*. Estos taxones podrían actuar como bioindicadores de territorios con alta presión de conejo, con solo reconocer su presencia y sus índices de abundancia.

Palabras clave: Bioindicadores, conejo, presión ganadera, selección.

FLORISTIC ALTERATIONS IN PASTURES SUBJECTED TO HIGH DENSITY RABBIT POPULATIONS

SUMMARY

The survey deals with the main floristic changes observed in a restricted plot of land where wild rabbits were released in order to study the floristic alterations of pastures and the plant species selection induced by these animals. The chosen plot, in which the rabbit density was higher than 30 rabbits/ha, is located in the municipal district of Vilches (Jaén). Results clearly reveal a severe reduction in leguminous and gramineae plants, i. e., the most palatable taxa for rabbits, and an increase in composite plants such as *Anthemis arvensis*, *Centaurea melitensis* or *Crepis capillaris*. The occurrence and abundance rate of these taxa could serve as bioindicators in areas highly populated by rabbits.

Key words: bioindicators, rabbit, grazing pressure, selection.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas del estado actual de la población de lince (*Lynx pardina*) es la regresión y pérdida de poblaciones de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en su área de distribución, siendo éste la base de su dieta. La recuperación de ciertas poblaciones de conejo en las zonas de actuación es uno de los objetivos básicos del proyecto Lince, actualmente en marcha.

De los muy diversos factores que influyen sobre las poblaciones de conejo destacan la alimentación de estos animales y las enfermedades propias. En cierta medida, la dinámica de sus poblaciones, el éxito de las repoblaciones y mejoras de hábitat para el lagomorfo, dependen de su alimentación.

Los trabajos sobre alimentación del conejo que se han realizado hasta ahora en áreas de distribución del lince ibérico han sido elaborados en el P.N. de Doñana o zonas limítrofes del SO de la península Ibérica (Soriguer 1983, 1988; Martins *et al.* 2002, 2003; Moreno *et al.* 2004), donde la vegetación es diferente a las zonas de Sierra Morena oriental. Sin embargo, la población de lince es mayor en esta última zona, por lo que el interés en conocer aspectos que puedan influir en su estatus poblacional es mayor.

Intentando estudiar el factor alimentación del conejo, se ha practicado una suelta de conejos en una finca de Sierra Morena, en un hábitat similar al otro núcleo de población del lince que se encuentra situado en la P.N. Sierra de Andújar (Jaén).

El objetivo primordial de este trabajo es poner de manifiesto la alteración que se produce en zonas de alta densidad de conejos, sin que la alimentación suponga un factor limitante. Una vez puesta de manifiesto esta alteración en los pastizales, será necesario realizar un estudio sobre aquellas especies que son consumidas por el conejo y disminuyen su presencia, y qué otras especies pueden verse favorecidas por estos animales al no seleccionarse como alimento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización y descripción de la parcela de estudio

La parcela estudiada tiene una superficie aproximada de 1 ha y se localiza en el término de Vilches (Jaén, sur de España), en el terreno propiedad de la Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía) conocido como Monte Palancos. La orientación es S-SO y se halla bajo el dominio de un piso bioclimático termomediterráneo superior seco inferior (Rivas Martínez y Rivas Sáenz, 2005). Los suelos son silíceos pero con altos contenidos en carbonatos, con un pH próximo a la neutralidad. Los pastizales desarrollados en primavera, y en función de los inventarios levantados, se identifican con comunidades pertenecientes a la clase *Helianthemetea guttati*. Debido a la neutralidad de los suelos aparecen taxones característicos de los órdenes *Helianthemetalia guttati* y *Trachynietalia distachyae*. Igualmente se han detectado pastizales pertenecientes a la alianza *Taeniathero-Aegilopion geniculatae* (clase *Stellarietea mediae*).

En la parcela con malla de exclusión se realizó en Noviembre del año 2003 una suelta de 35 conejos, quedando una densidad de animales superior a 30 conejos/ha. La posibilidad de escape fue nula. En ella se colocaron igualmente tres tolvas con suministro indiscriminado de pienso para conejos, con la finalidad de aumentar la selección de las

especies más apetecibles, disminuyendo el consumo total por hambruna de las especies menos apetitosas. En el exterior se estimó una densidad inferior a 0,2 conejos/ha con la combinación de conteos directos mediante transectos lineales y conteo aleatorio de excrementos en parcelas de 1 m², con un aro circular de 55 cm de radio lanzado al azar.

Toma y tratamiento de los datos

Los inventarios de pastizal realizados fueron en total 18, de los cuales la mitad fueron realizados en el interior de la malla y el resto en el exterior tal y como se describe en la figura 1. En dichas parcelas había condiciones iguales de orientación, pendiente, altitud, sustrato, tipos de suelos y climatología; existiendo diferencias entre la variable controlada “densidad de conejos”. Estos muestreos se realizaron según el método fitosociológico y en todos se inventarió una superficie de 1 m². Las fechas de muestreo de la vegetación fueron realizadas en la primera quincena de Junio de 2004.

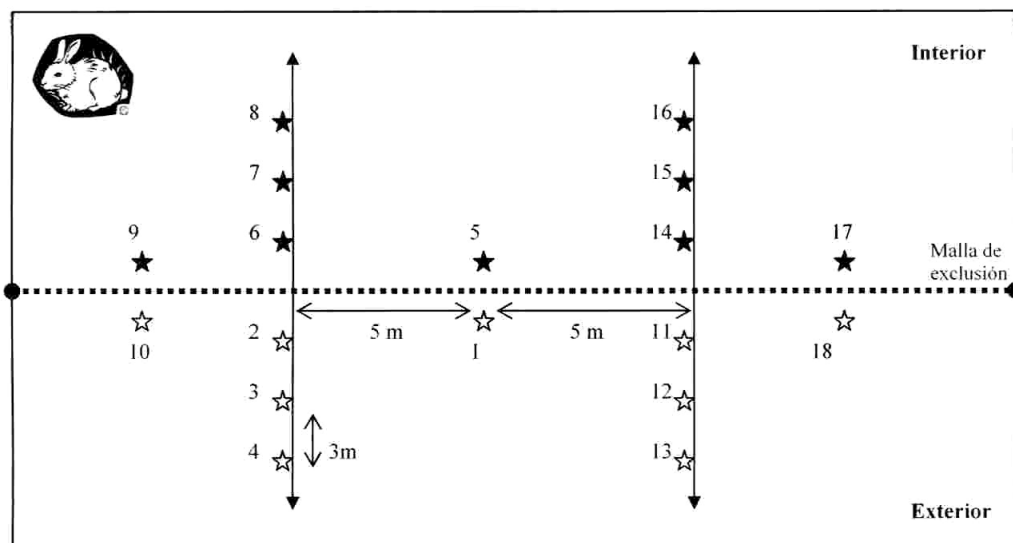


Figura 1.- Esquema del diseño experimental y muestreos realizados.

Posteriormente, para el análisis estadístico (cluster: distancia euclídea al cuadrado, método de Ward) se realizó una matriz de datos con los dieciocho muestreos tomados como repeticiones, frente a 82 taxones vegetales tomados como variables florísticas. Los índices de abundancia-dominancia de Braun-Blanquet fueron transformados a sus porcentajes medios correspondientes (+ = 0,5%, 1 = 5%, 2 = 17,5%, 3 = 37,5%, 4 = 62,5%, 5 = 87,5%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se presenta el resultado del dendrograma realizado con los datos de los diferentes muestreos tanto en el exterior (E) como en el interior (I) de la parcela con alta densidad de lagomorfos. Para este análisis hemos utilizado como variables cada una de las especies vegetales detectadas en los distintos inventarios.

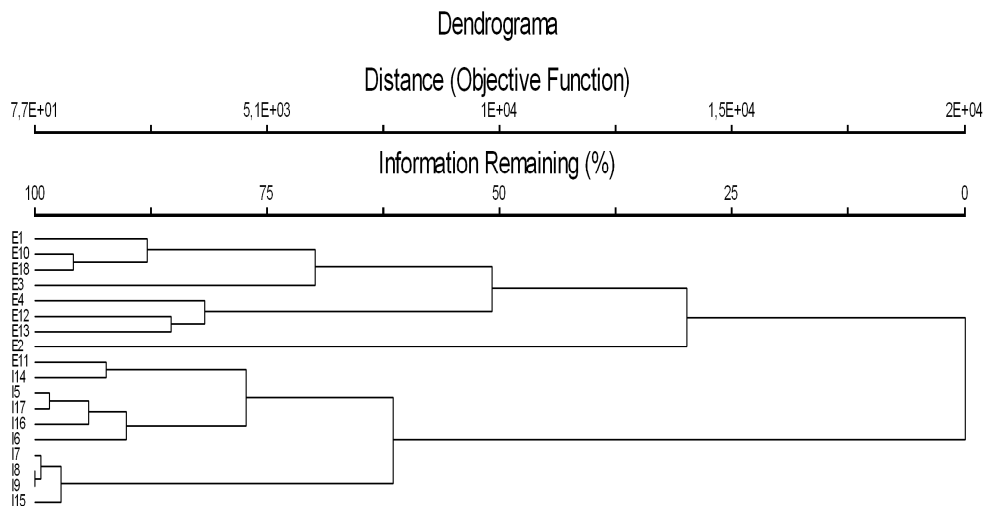


Figura 2.- Dendrograma de los inventarios agrupados según su composición florística. (E) Exterior de la malla, baja densidad de conejos. (I) Interior de la malla, alta densidad de conejos.

Se observan dos agrupamientos, el primero de ellos constituido por la mayoría de los inventarios del exterior de la malla, salvo el inventario E11, el cual presenta muchas semejanzas al inventario número 14 del interior de la malla. Estos inventarios se muestran agrupados junto con el resto de inventarios realizados en la zona de alta densidad de conejos. Con este análisis se demuestra que ambas zonas son claramente diferentes en cuanto a composición florística y a índices de abundancia, o dicho de otro modo, en aproximadamente siete meses (desde Noviembre hasta Junio, fecha de levantamiento de los inventarios) es tiempo suficiente para que una densidad alta de conejos genere una notable alteración en el pasto.

Pasemos ahora a analizar las especies que han sufrido fuertes variaciones en sus índices de abundancia. En la figura 3 se muestra un diagrama de barras donde se representan las medias de los índices de abundancia para aquellas especies que presentan una variación significativa entre el exterior y el interior, el criterio tomado para esta representación es que al menos varíen en una unidad. En este gráfico se observa que especies como *Stipa capensis*, *Trifolium campestre*, *Trifolium stellatum*, *Brachypodium distachyon*, *Anthoxanthum aristatum* y *Astragalus hamosus* presentan una fuerte variación negativa respecto al exterior, es decir, tienden a desaparecer dentro de la malla, son

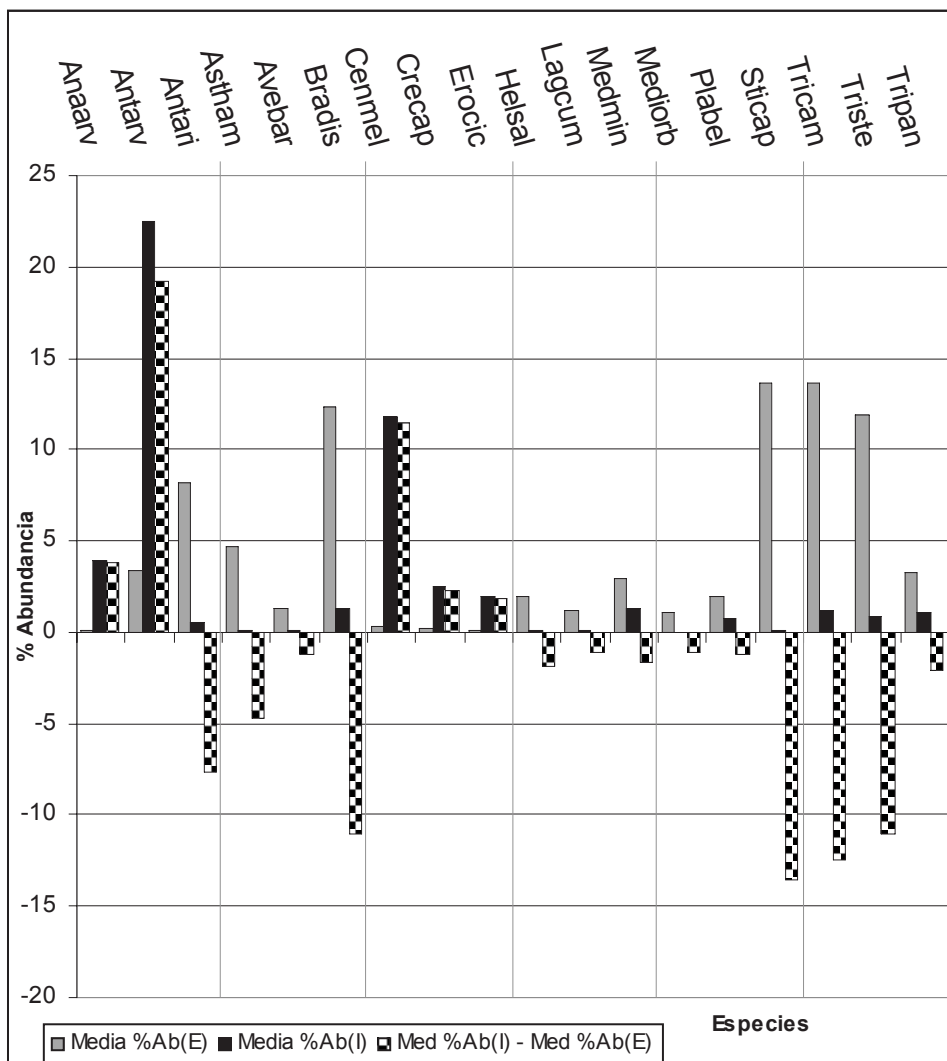


Figura 3.- Abundancia de las especies vegetales en el exterior, con baja densidad de conejos (Media %Ab(E)), abundancia de las especies vegetales en el interior de la parcela, con alta densidad de conejos (Media %Ab(I)). Medias de nueve inventarios en cada zona. Abreviaturas: *Anagallis arvensis* (Anaarv), *Anthemis arvensis* (Antarv), *Anthoxanthum aristatum* (Antari), *Astragalus hamosus* (Astham), *Avena barbata* (Avebar), *Brachypodium distachyon* (Bradis), *Centaurea melitensis* (Cenmel), *Crepis capillaris* (Crecep), *Erodium cicutarium* (Eroci), *Helianthemum salicifolium* (Helsal), *Lagoecia cuminoides* (Lagcum), *Medicago minima* (Medmin), *M. orbicularis* (Medorb), *Plantago bellardii* (Plabel), *Stipa capensis* (Sticap), *Trifolium campestre* (Tricam), *T. stellatum* (Triste) y *Trisetaria panicea* (Tripan).

especies muy apetecibles y preferidas por el conejo, ya que no debemos olvidar que éstos tomaban pienso a discreción. En menor medida disminuyen también *Avena barbata*, *Helianthemum salicifolium*, *Lagoecia cuminoides*, *Medicago minima*, *Medicago orbicularis*, *Plantago bellardii* y *Trisetaria panicea*. Todas las especies citadas, exceptuando una cistácea, una umbelífera y otra plantaginácea, son leguminosas o gramíneas.

Por el contrario, las asteráceas *Anthemis arvensis* y *Centaurea melitensis* tienen un fuerte crecimiento en el interior de la parcela, estas especies no son consumidas por los conejos y además se ven favorecidas al disminuir la presencia de las más apetecibles para el conejo. También aumentan su presencia *Anagallis arvensis*, *Erodium cicutarium* y *Crepis capillaris*, pero en menor medida que las dos anteriores.

Queda por explicar por qué estas últimas especies que se ven favorecidas dentro de la parcela de conejos no son consumidas. Una posibilidad sería la presencia de ciertos principios tóxicos o de “mal sabor” para el conejo. Pero esta afirmación no está aún demostrada, actualmente se está estudiando la fitoquímica de las mismas para poder afirmar o negar esta hipótesis.

Los resultados obtenidos difieren de los presentados por Soriguer (1988). En este trabajo se comenta que la dieta del conejo en Doñana se basa fundamentalmente en gramíneas (66%) y compuestas (29%). Asimismo este autor demostró que en las parcelas cercadas donde sólo comían conejos éstos preferían consumir especies de compuestas frente a especies de otras familias botánicas. No obstante, debemos hacer la salvedad que en un trabajo previo, Soriguer (1983) comenta que en la composición de los pastos que consume el conejo en las parcelas de Doñana no se detecta una presencia significativa de leguminosas. Tampoco debemos obviar el hecho de que en su experimento no se les aportó alimento adicional alguno a los conejos.

Finalmente queremos mencionar que la combinación de ambos parámetros (relación apetecibles / poco apetecibles) podría utilizarse de manera fiable para estimar la calidad de pastos y realizar estimaciones de abundancia o densidad de estos lagomorfos, si bien esto requeriría ampliar el espectro de especies y tipos de pastizales ante diferentes densidades de conejos conocidas a lo largo del tiempo, para poder aplicarse a éste y otros territorios de características abióticas similares.

CONCLUSIONES

1. Las densidades altas de conejo provocan en breve espacio de tiempo una grave alteración en los pastizales, en el sentido de que las especies más apetecibles para el conejo ven reducida su presencia, favoreciéndose en tal caso la presencia de especies no consumidas por el mismo.
2. Las especies claramente consumidas, y perjudicadas en cuanto a sus índices de presencia son: *Stipa capensis*, *Trifolium campestre*, *Brachypodium distachyon*, *Anthoxanthum aristatum*, *Astragalus hamosus* y *Trifolium stellatum*. La abundancia de estas especies en el territorio de estudio podría indicarnos pastizales en un estado óptimo para el conejo (pastizales subnitrofilos). Por el contrario, unos altos índices de abundancia de las especies *Anthemis arvensis* y *Centaurea melitensis* serían indicadores de pastos poco apetecidos por el conejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARTINS, H.; MILNE, J.A.; REGO, F., 2002. Seasonal and espacial variation in the diet of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L.) in Portugal. *Journal of Zoology*, **258**, 395-404.

MARTINS, H.; BARBOSA, H.; HODGSON, M.; BORRALHO, R.; REGO, F., 2003. Effect of vegetation type and environmental factors on European wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* counts in a southern portuguese montado. *Acta Theriologica*, **48(3)**, 358-398.

MORENO, S.; VILLAFUERTE, R.; CABEZAS, S.; LOMBARDI, L., 2004. Wild rabbit restocking for predator conservation in Spain. *Biological Conservation*, **118(2)**, 183-193.

RIVAS MARTÍNEZ, S.; RIVAS Y SÁENZ, S., 2005. Página web del Centro de Investigaciones Fitosociológicas. Universidad Complutense de Madrid. URL: <http://www.ucm.es/info/cif>.

SORIGUER, R., 1983. Consideraciones sobre el efecto de los conejos y los grandes herbívoros en los pastizales de la vera de Doñana. *Doñana Acta Vertebrata*, **10(1)**, 155-168.

SORIGUER, R., 1988. Alimentación del conejo (*Oryctolagus cuniculus* L. 1758) en Doñana, SO de España. *Doñana Acta Vertebrata*, **15(1)**, 145-150.

DISPERSIÓN ENDOZOÓCORA POR GANADO OVINO DE CUATRO LEGUMINOSAS HERBÁCEAS DE INTERÉS FORRAJERO

M. E. RAMOS¹, A. B. ROBLES², J. RUIZ-MIRAZO,
J. A. CARDOSO Y J. L. GONZÁLEZ-REBOLLAR.

Estación Experimental del Zaidín. CSIC. C/ Profesor Albareda, 1. 18008 Granada (España).
¹eugenia.ramos@eez.csic.es, ²abrobles@eez.csic.es

RESUMEN

Diversos estudios demuestran que el ganado ovino es un dispersante efectivo de especies de interés ecológico y pastoral. Este trabajo pretende evaluar la capacidad de dispersión endozoócora de semillas de especies de interés forrajero adaptadas a ambientes áridos y semiáridos. Se estudiaron cuatro leguminosas, dos variedades procedentes de cultivos: *Vicia sativa* (variedad comercial) y *Medicago sativa* (variedad experimental); y dos variedades silvestres: *Medicago sativa* y *Trigonella polyceratia*, procedentes de la Hoya de Guadix-Granada. Se dio a consumir cada tipo de semilla a tres carneros diferentes cuyas heces fueron recogidas durante tres días a intervalos de 24 horas. Se determinó la capacidad de dispersión cuantificando el porcentaje de recuperación de semillas en las heces. Los datos obtenidos fueron 1,6% para *V. sativa*, 2,1% para *M. sativa* (variedad experimental), 33,6% para *M. sativa* (variedad silvestre) y 34,3% para *T. polyceratia*. En todas las especies la mayoría de las semillas se recuperaron en las primeras 48 horas tras la ingestión. Los resultados parecen indicar que el ganado ovino es poco eficaz en la dispersión de semillas de las variedades cultivadas mientras que sí puede ser un buen dispersante de variedades silvestres. Esta cualidad podría ser utilizada en la mejora de pastos de ambientes áridos y semiáridos.

Palabras clave: recuperación de semillas, mejora de pastos, *Vicia sativa*, *Medicago sativa*, *Trigonella polyceratia*.

ENDOZOCHOROUS SEED DISPERSAL OF FOUR FORAGE HERBACEOUS LEGUMES BY OVINE LIVESTOCK

SUMMARY

Several studies show that ovine livestock is an effective disperser of species of ecological and pastoral interest. This study aims to evaluate the endozoochorous seed dispersal ability of fodder species in arid and semiarid environments. Four legumes were studied, two cultivated varieties: *Vicia sativa* (commercial variety) and *Medicago sativa* (experimental variety); and two wild varieties: *Medicago sativa* and *Trigonella polyceratia*, from "Hoya de Guadix"-Granada. Three sheep were fed with each type of seed. Faeces were collected every 24 hours during three days. Seed dispersal ability was determined by seed recovery percentage. The data obtained were 1.6% for *V. sativa*, 2.1% for *M. sativa* (experimental variety), 33.6% for *M. sativa* (wild variety) and 34.3% for *T. polyceratia*. For each species most of the seeds were recovered during the first 48 hours after ingestion. These results suggest that ovine livestock does not disperse cultivated varieties effectively

while it can be a good disperser of wild varieties. This feature could be used in the pasture improvement in arid and semiarid environments.

Key words: sed recovery, pastures improvement, *Vicia sativa*, *Medicago sativa*, *Trigonella polyceratia*.

INTRODUCCIÓN

La dispersión de semillas es un fenómeno de vital importancia para la conservación y regeneración de las poblaciones así como para la colonización de nuevos hábitats (Wang y Smith, 2002). Multitud de estudios demuestran el papel de los herbívoros en la dispersión de semillas a través de su tracto digestivo (Janzen, 1984; Malo *et al.* 2000; Milton y Dean, 2001; Restrepo *et al.* 2002). Concretamente, el ganado ovino resulta ser un dispersante efectivo de especies de interés ecológico y pastoral (Russi *et al.* 1992; Milton y Dean, 2001; Castro y Robles, 2003). En este rumiante la mayor parte de las semillas que son liberadas a través de las heces lo hacen durante las primeras 72 horas, después de la ingestión, aunque se ha visto que algunas pueden permanecer más de 120, incluso hasta 240 horas (Russi *et al.* 1992; Wallander *et al.* 1995).

El porcentaje de recuperación de semillas depende de tres factores, fundamentalmente: el tamaño de la semilla, la dureza de la cubierta seminal y el tiempo de permanencia en el tracto digestivo, que a su vez está relacionado con el tamaño. Con frecuencia, las leguminosas presentan semillas con cubiertas duras e impermeables que protegen al embrión. Diversos estudios demuestran la adaptación a la endozoocoria de varios géneros de esta familia (Russi *et al.* 1992; Peinetti *et al.* 1993; Campos y Ojeda, 1995; Malo y Suárez, 1995a, 1995b; Izhaki y Ne'eman, 1997; Milton y Dean, 2001).

Estudiar la dispersión de semillas de esta familia con cualidades forrajeras es de gran interés para el manejo y la mejora de pastos, especialmente en zonas áridas y semiáridas. La producción de los cultivos cerealistas de estas zonas, en el S.E. peninsular, es baja y de escasa rentabilidad debido a una climatología extrema. Tradicionalmente, se ha combinado el uso agrícola con el ganadero (en general, de ovino) con el fin de revalorizar los subproductos y las malas cosechas (Robledo, 1991). Tras la siega del cereal los animales aprovechan las rastrojeras y, posteriormente, los barbechos. En función de las condiciones climáticas de cada año, los barbechos pueden mantenerse de 1 a 3 años.

Es evidente que el aumento de rentabilidad de estas tierras debe ir encaminado a disminuir los costes en la producción. Ríos *et al.* (1990) y Robledo (1991) proponen la mejora de los pastos desarrollados en los barbechos, mediante la rotación de leguminosas anuales de autosiembra. El uso de leguminosas mejora la fertilidad de los suelos y aumenta la calidad de los pastos. Entre las leguminosas de interés se encuentran tanto las especies utilizadas en cultivos forrajeros tradicionales (alfalfas, arvejas y vezas) (Correal y Sotomayor, 1998), como especies autóctonas propias de los barbechos de estos cultivos (géneros *Medicago*, *Trifolium* y *Trigonella*) (Ríos, 1991; Robledo, 1991).

En relación con lo anteriormente mencionado, en este trabajo pretendemos determinar la capacidad de dispersión endozoócora de cuatro leguminosas de interés forrajero, con el fin de proponer una alternativa de manejo de pastos, de bajo coste, para la mejora de los mismos en zonas áridas y semiáridas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han seleccionado cuatro leguminosas de interés forrajero adaptadas a ambientes semiáridos, dos variedades cultivadas: *Vicia sativa* (variedad comercial), *Medicago sativa* (variedad experimental, procedente del CITA de Zaragoza); y dos variedades silvestres: *Medicago sativa* y *Trigonella polyceratia*. Estas dos últimas fueron recolectadas en la Hoya de Guadix (Granada), a 950 m de altitud, y precipitación media anual de 320 mm. Para cada especie, las semillas se dieron de comer a tres carneros (raza “segureña”) estabulados individualmente (doce carneros en experimentación).

El número de semillas ingeridas por animal fue: 9330 para *Vicia sativa* (variedad comercial); 42 150 para *Medicago sativa* (variedad experimental), 56 030 para *Medicago sativa* (variedad silvestre) y 62 040 para *Trigonella polyceratia*. Estas cantidades aportadas están basadas en los supuestos iniciales de recuperación provenientes de datos bibliográficos (l.c.) y de los trabajos realizados por nuestro grupo de investigación (Castro y Robles, 2004; Robles *et al.*, en prensa;).

Los excrementos fueron recogidos a intervalos de 24 horas durante 3 días, secados a temperatura ambiente y pesados. Posteriormente, las heces fueron disgregadas para facilitar la búsqueda de semillas. Para cada día y cada animal se tomaron 30 submuestras de 2 g de excrementos y se anotó el número de semillas potencialmente viables. El número medio de semillas recuperadas en 2 g fue extrapolado al conjunto de excrementos para cada día y animal, obteniéndose así una estimación del porcentaje de recuperación.

El estudio de las diferencias en el porcentaje de recuperación entre especies se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis y, dentro de cada especie, el porcentaje de recuperación entre días se analizó mediante ANOVA de una vía o, en los casos en los que no se cumplían las asunciones para poder realizar ANOVA, se usó Kruskal-Wallis. Las diferencias entre las medias se determinaron mediante la prueba de Tukey (para ANOVA) y las diferencias entre rangos se determinaron mediante la prueba de Nemenyi (para Kruskal-Wallis), al nivel de significación de 0,05 (Zar, 1996). El programa estadístico utilizado fue Statgraphics Plus.

RESULTADOS

La dispersión de las semillas fue muy baja para las variedades cultivadas (1,6% y 2,1% para *V. sativa* y *M. sativa*, respectivamente) mientras que las variedades silvestres presentaron una recuperación manifiestamente mayor (33,6% y 34,3% para *M. sativa* y *T. polyceratia*, respectivamente). Las diferencias entre ambos grupos fueron significativas ($H= 8,43$, $g.l= 3$, $P=0,038$) (Figura 1).

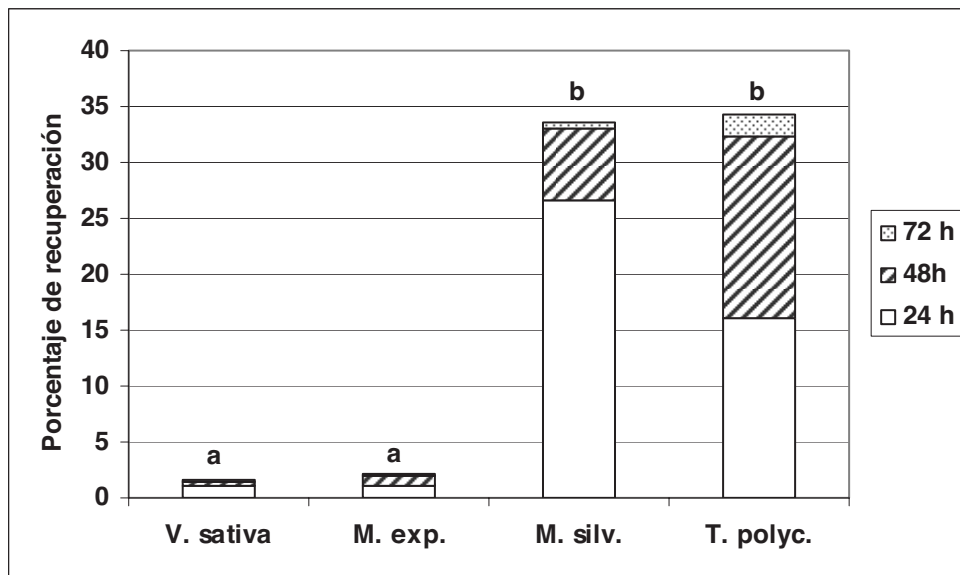


Figura 1. Porcentaje de recuperación de semillas de cuatro leguminosas tras su paso por el tracto digestivo de ganado ovino, para tres períodos de muestreo. Las columnas con distinta letra presentan diferencias significativas. M. exp.: *Medicago sativa* (variedad experimental); M. silv.: *Medicago sativa* (variedad silvestre); T. polyc: *Trigonella polyceratia*.

Para *V. sativa* y *M. sativa* (variedad experimental) no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de recuperación entre los tres días de muestreo ($F= 1,34$, $g.l= 2$, $P= 0,33$; y $F=3,78$, $g.l.= 2$, $P= 0,08$; respectivamente). Para *M. sativa* (variedad silvestre) hubo diferencias significativas en el porcentaje de recuperación entre los tres días, siendo mayor tras 24 horas que tras 48 y 72 horas ($H=7,2$, $g.l.=2$, $P=0,03$). Para *T. polyceratia* también hubo diferencias significativas en el porcentaje de recuperación entre los tres días, siendo menor tras 72 horas que después de 24 y 48 horas ($F= 41,51$, $g.l.= 2$, $P= 0,0003$).

DISCUSIÓN

Los resultados sugieren que las semillas de variedades silvestres resisten mejor el paso a través del tracto digestivo del ganado ovino que las variedades comerciales. Pensamos que el bajo porcentaje de recuperación de semillas de *Vicia* estaría relacionado con su mayor tamaño y con la menor dureza de sus cubiertas. Sin embargo, las grandes diferencias encontradas entre las dos variedades de *Medicago* (Figura 1), con un tamaño de semilla muy similar, sólo podrían explicarse por la presencia de cubiertas más duras en la variedad silvestre. En general, el porcentaje de destrucción de semillas es directamente proporcional al tamaño de la semilla e inversamente proporcional a la dureza de sus cubiertas (Russi *et al.* 1992).

La dureza de las cubiertas es ventajosa para las semillas silvestres ya que les permite permanecer en el suelo durante largos períodos hasta que las condiciones edafoclimáticas sean adecuadas para su germinación. Este mismo carácter permite a las semillas atravesar el tracto digestivo de los animales sin perder su viabilidad, facilitando su germinación en algunos casos. Gardener *et al.* (1993) obtuvieron para semillas de cultivares de *Medicago truncatula* valores de recuperación muy similares (2,7%) a los encontrados en este estudio para la variedad experimental de *Medicago sativa* (2,1%). Por otro lado, Russi *et al.* (1992) observaron un elevado porcentaje de recuperación (23,2%; 36,2% y 59,3%) de semillas de distintas especies de *Trifolium* de praderas naturales.

Los barbechos y los pastos de cultivos arbóreos de secano son zonas potencialmente mejorables para aumentar la cantidad de alimentos disponibles para el ganado. Pero, frecuentemente, el incremento de la productividad de estas zonas, mediante la introducción de especies herbáceas, fracasa debido a la falta de adaptación de las variedades utilizadas (Correal, 1983). A la luz de nuestros resultados, pensamos que la ingesta de semillas de leguminosas adaptadas, y posterior excreción por parte del ganado ovino podría ayudar a enriquecer la flora, aumentando la calidad de los pastos. Asimismo, mejoraría las propiedades del suelo por el incremento de materia orgánica y nitrógeno. Creemos que sería interesante potenciar líneas de trabajo sobre producción de especies autóctonas adaptadas al medio y resistentes al paso por el tracto digestivo del ganado.

CONCLUSIONES

A partir de nuestros resultados podemos concluir que:

- La dispersión endozoócora por ganado ovino de semillas de variedades de leguminosas silvestres es mayor que en las variedades cultivadas (comercial y experimental).
- La mayoría de las semillas son diseminadas durante las primeras 48 horas, tras su ingestión.
- El ganado ovino podría ser utilizado en la mejora de pastos de secano gracias a su capacidad de dispersión de leguminosas silvestres.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos su inestimable ayuda en el análisis de datos a los Dres. Jorge Castro, Enrique Barahona y Luis Lara. Nuestro agradecimiento, también, para el Patronato Rodríguez Penalva (Diputación de Granada) y todo su personal por facilitarnos los animales de experimentación y por su ayuda en el muestreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, C.M.; OJEDA, R.A., 1997. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. *Journal of Arid Environments*, **35**, 707-714.

CASTRO, J.; ROBLES, A.B. 2003., Dispersión endozoócora por ganado ovino de las semillas de seis especies de cistáceas. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 645-650. Ed. A.B. Robles; M.E. Ramos; M.C. Morales; E. de Simón; J.L. González-Rebollar; Boza, J. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla.

CORREAL CASTELLANOS, E., 1983. Nuevos alimentos en el secano. *ONE Actualidad Pecuaria*, **34**, 72-82

CORREAL, E.; SOTOMAYOR, J. A., 1998. Sistemas ovino-cereal y su repercusión sobre el medio natural. *Pastos*, **XXVIII (2)**, 137-180.

GARDENER, C.J.; MC IVOR, J.G.; JANSEN, A., 1993. Survival of seeds of tropical grassland species subjected to bovine ingestion. *Journal of Applied Ecology*, **30**, 75-85.

IZHAKI, I.; NE'EMAN G., 1997. Hares (*Lepus* spp.) as seed dispersers of *Retama raetam* (Fabaceae) in a sandy landscape. *Journal of Arid Environments*, **37**, 343-354.

JANZEN, D.H., 1984. Dispersal of small seeds by big herbivores: foliage is the fruit. *The American Naturalist*, **123**, 338-353.

MALO, J.E.; SUÁREZ, F., 1995a. Cattle dung and the fate of *Biserrula pelecinus* L. (Leguminosae) in a Mediterranean pasture: seed dispersal, germination and recruitment. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **118**, 139-148.

MALO, J.E.; SUÁREZ, F., 1995b. Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. *Oecologia*, **104**, 246-255.

MALO, J.E.; JIMÉNEZ, B.; SUÁREZ, F., 2000. Herbivore dunging and endozoochorous seed deposition in a Mediterranean dehesa. *Journal of Range Management*, **53**, 322-328.

MILTON, S.J.; DEAN, W.R.J., 2001. Seed dispersed in dung of insectivores and herbivores in semi-arid southern Africa. *Journal of Arid Environments*, **47**, 465-483.

PEINETTI, R.; PERYRA, M.; KIN, A.; SOSA, A., 1993. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of caldén (*Prosopis caldenia*) seeds. *Journal of Range Management*, **46**, 483-486.

RESTREPO, C.; SARGENT, S.; LEVEY, D.J.; WATSON, D.M., 2002. The role of vertebrates in the diversification of New World mistletoes. En: *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation*, 83-98. Ed. D.J. Levey; W. R. Silva University of Florida, Gainesville (Estados Unidos), y Universidad Estadual Paulista, Sao Paulo (Brasil).

RÍOS, S.; ROBLEDO, A.; CORREAL, F., 1990. Prados y pastizales vivaces del N.O. de Murcia. En: *XXX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 249-256. San Sebastián.

RÍOS, S., 1991. Recursos filogenéticos del S. E. Ibérico: Leguminosas. En: *XXXI Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 11-36. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Murcia.

ROBLEDO, A., 1991. Las explotaciones de ceral-ovino en el N. O. de Murcia: balance de recursos forrajeros y perspectivas de futuro. En: *XXXI Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 139-162. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Murcia.

ROBLES, A.B.; CASTRO, J.; GONZÁLEZ-MIRAS, E.; RAMOS, M.E., (en prensa), Effect of ruminal incubation and goat ingestion on seed germination of two legume shrubs: *Adenocarpus decorticans* Boiss. and *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. *Optionnes méditerranéenes*

ROBLES, A. B.; CASTRO, J.; RAMOS, M. E.; 2004. Effect of ungulate herbivores on seed dispersal and germination of six Cistaceae species. En: *Programme & Book of abstracts Seed Ecology 2004*, 170. Universidad de Atenas, Atenas (Grecia).

RUSSI, L.; COCKS, P. S.; ROBERTS, E.H., 1992. The fate of legume seeds eaten by sheep from a Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology*, **29**, 772-778.

WALLANDER, R.S.; OLSON, B.E.; LACEY, J.R., 1995. Spotted knapweed seed viability after passing through sheep and mule deer. *Journal of Range Management*, **48**, 145-149.

WANG, B.C. y SMITH, T.B., 2002. Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology and Evolution*, **17**, 379-385.

ZAR, J.H., 1996. Biostatistical analysis. Ed. Prentice-Hall, 662 pp. New Jersey (EEUU).

ALELOQUÍMICOS EN *Lolium rigidum* Gaud.: ¿MICOTOXINAS O FITOTOXINAS?

M. LILI, R.M. CANALS, L. SAN EMETERIO, J. PERALTA ¹
E. I. ZABALGOGEAZCOA ².

Dpto. de Producción Agraria. UPNA. Campus Arrosadia s/n, 31006 Pamplona.

¹ Dpto. de Ciencias del Medio Natural. UPNA. Campus Arrosadia s/n, 31006 Pamplona.

² Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC. Apartado 257, 37071 Salamanca

RESUMEN

La síntesis de micotoxinas por hongos endófitos puede ejercer funciones ecológicas importantes no relacionadas directamente con la conocida relación planta-depredador (protección al herbivorismo). Una posible función es interferir en las relaciones entre el vegetal huésped del hongo y otros vegetales, en lo que se entiende tradicionalmente como fenómenos de alelopatía. Este aspecto se ha estudiado poco y comúnmente los fenómenos alelopáticos se han relacionado con productos secundarios sintetizados y segregados por la propia planta (fitotoxinas). El principal objetivo de este trabajo es averiguar si *Lolium rigidum*, una especie con reconocido potencial alelopático, establece relaciones de mutualismo con hongos endófitos productores de micotoxinas. Si tales relaciones existen, se plantearía la duda sobre el posible origen micótico de los compuestos orgánicos involucrados en el potencial alelopático de esta gramínea. Estudiamos la presencia de hongos endófitos en cinco poblaciones naturales navarras de *L. rigidum* y en la variedad comercial Wimmera. Se comprobó la existencia de infección fúngica en las cinco poblaciones naturales pero no se constató infección en las semillas de la variedad comercial. Se discuten las implicaciones de estos resultados.

Palabras clave: Hongo endófito, alelopatía, mutualismo.

ON THE NATURE OF *Lolium rigidum* Gaud. ALLELOCHEMICALS. MYCOTOXINS OR FITOTOXINS?

SUMMARY

Mutualistic relationships between fungal endophytes and forage grasses are relatively common in nature. Mycotoxins produced by endophytic fungi have deterrent effects against grazers and protect infected plants from defoliation. In the last years new ecological functions, such as better plant resistance to stresses, have been attributed to mycotoxins. However, one of the least studied functions is the potential contribution of mycotoxins to allelopathy, that is, the mechanism of chemical interference among plants. The aim of this research was to determine whether the allelopathic grass *Lolium rigidum* was able to establish mutualistic relationships with endophytic fungi. If doing so, we should consider a potential fungal origin of the allelochemicals involved. We studied five wild populations of *L. rigidum* and the commercial cultivar Wimmera. Wild populations were all infected by fungal endophytes while commercial seeds displayed no infection. Results are discussed with regard to previous allelopathic research.

Key words: Endophytic fungi, allelopathy, mutualistic relationships.

INTRODUCCIÓN

La simbiosis defensiva, o asociación simbiótica entre un hongo endófito y una planta superior con fines defensivos (Briske, 1998) es un mecanismo frecuente en muchas gramíneas pratenses. Especies muy habituales en pastos como *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra* y *Lolium perenne*, están a menudo infectadas por hongos del género *Epichloe* y sus parientes asexuales del género *Neotyphodium* (Oliveira *et al.*, 1996, Zabalgogezcoa *et al.*, 1999, 2003). Las plantas hospedadoras no presentan ningún síntoma externo durante su desarrollo a pesar de que las hifas del hongo están colonizando el espacio intercelular de sus órganos en crecimiento. El hongo se beneficia del vegetal al encontrar en su interior un nicho, una fuente de nutrientes y un futuro medio de dispersión. A su vez, las micotoxinas producidas por el hongo, generalmente alcaloides, ejercen un efecto disuasorio para los herbívoros y protegen al vegetal del herbivorismo.

Investigaciones recientes indican que la producción de micotoxinas por hongos endófitos puede ejercer otras funciones ecológicas importantes no relacionadas directamente con la protección al herbivorismo. Las plantas infectadas por hongos endófitos son más resistentes a estreses abióticos tales como la sequía, las altas concentraciones de metales y las limitaciones nutricionales de los suelos (Malinowski y Belesky, 2000). También la presencia de micotoxinas puede afectar la fauna microbiana y dificultar la descomposición de los restos vegetales (Franzluebbbers *et al.*, 1999). Por ello, parece factible pensar que la producción de micotoxinas puede tener también un efecto sobre otras especies vegetales, mediante lo que se denominan procesos de interferencia química o aleopatía. Este aspecto sin embargo se ha estudiado poco (Singh *et al.*, 2003) y la aleopatía se han relacionado habitualmente con productos secundarios sintetizados y segregados por la propia planta (fitotoxinas).

En los últimos años, nuestras investigaciones se han centrado en determinar el potencial alelopático de *Lolium rigidum*, una gramínea anual de gran interés para el establecimiento de alternativas forrajeras sostenibles (Delgado, 2000). Ensayos realizados en placa Petri y en maceta han demostrado los efectos alelopáticos que esta especie es capaz de ejercer sobre otras especies (San Emeterio *et al.*, 2004) e, incluso, sobre individuos de su misma especie (Canals *et al.*, 2005), sin embargo desconocemos el origen de los aleloquímicos implicados en este proceso. El principal objetivo de este trabajo es averiguar si *L. rigidum* establece relaciones de mutualismo con hongos endófitos. Si tales relaciones de mutualismo existen, se plantearía la duda sobre el posible origen micótico de los compuestos orgánicos involucrados en la aleopatía. Conocer el origen, micótico o vegetal, de los aleloquímicos puede tener implicaciones prácticas importantes que afectarían desde el mismo proceso de obtención de semilla comercial hasta las prácticas agronómicas de su cultivo en campo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizó material vegetal procedente de cinco poblaciones naturales de *L. rigidum* y material vegetal proveniente de la variedad Wimmera (el cultivar de uso más extendido). Se estudió la presencia de hongos endófitos en semillas y, en el caso de las poblaciones naturales, también en plantas adultas asintomáticas. En la primera quincena de Junio de 2004, se recolectaron en campo muestras de plantas enteras de cinco poblaciones naturales de *L. rigidum* de la zona media y meridional de Navarra (Tabla 1). Las plantas se prensaron y se secaron para su posterior análisis. El material vegetal de la variedad

comercial, considerado como una sexta población y recolectado en la campaña anterior, fue cedido por la empresa de semillas Nickerson Sur.

Tabla 1. Coordenadas UTM de las distintas localidades donde se recogió material vegetal de poblaciones naturales de *Lolium rigidum* (zona 30T)

	Localidades				
	1	2	3	4	5
X	599.172	606.094	602.030	595.917	602.331
Y	4.725.787	4.724.650	4.716.354	4.711.789	4.690.774

Para determinar la presencia del hongo en las semillas se utilizó el método descrito por Bacon y White (1994), basado en la tinción de las muestras con azul de anilina. Se realizaron dos repeticiones del ensayo. El primer ensayo se realizó en el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología del CSIC de Salamanca y se analizaron 24 semillas por población. El segundo ensayo se llevó a cabo en el Departamento de Producción Agraria de la UPNA y se analizaron 16 semillas por población. Se estudiaron de este modo un total de 240 semillas, 200 provenientes de las poblaciones naturales y 40 de la variedad comercial Wimmera. Las semillas vestidas se mantuvieron durante 10 horas en una solución de hidróxido sódico al 5 %. A continuación se eliminaron las glumillas y se aplastaron las semillas desnudas en grupos de 5 sobre un portaobjetos. Se tiñeron con azul de anilina y, tras esperar 15 minutos y eliminar el exceso de tinción, se observó al microscopio si existía micelio intercelular en su capa de aleurona.

En aquellas poblaciones en las que se observó infección se estimó el índice de transmisión del hongo (número de semillas infectadas en un mismo individuo). Se escogió al azar un individuo infectado de cada población y se analizó una submuestra de 10 semillas pertenecientes a una misma espiga, siguiendo la misma metodología laboratorial descrita en el párrafo anterior. En total se estudiaron 50 semillas.

En las poblaciones naturales se estudió también la posible presencia del hongo en tejidos adultos. Según Latch *et al.* (1988), los nudos caulinares son un punto crítico en la infección, por ello se llevó a cabo un análisis microscópico de raspaduras de médulas de tallos en áreas próximas a los nudos. Se escogieron dos individuos de cada población al azar. Se realizó en cada uno de ellos un corte caulinar longitudinal desde la base del tallo hasta la base de la espiga. Se tiñeron los cortes con azul de anilina y, tras esperar unos segundos, se raspó la médula de tres zonas (parte basal, media y alta), intentando no arrancar tejido conductor. La muestra obtenida se colocó sobre un portaobjetos, añadiéndose nuevas gotas de azul de anilina para mejorar la tinción. Tras 5 minutos de espera se procedió a secar el exceso de azul de anilina con papel y se añadió ácido láctico como agente espesante. La preparación se extendió y se cubrió con un cubreobjetos para su observación al microscopio.

Finalmente, aún sin tratarse de un objetivo prioritario, se trató de identificar la especie de hongo endófito causante de la infección mediante la preparación de cultivos puros (Bacon y White, 1994). Se realizaron preparaciones de semillas y de fragmentos de tallo de las cinco poblaciones naturales. Las semillas se desinfectaron con etanol durante un minuto, se sumergieron en una solución de hipoclorito sódico al 50% y el tensioactivo Tween 20 a 1µl/ml durante 15 minutos y se enjuagaron con agua estéril (agua destilada hervida durante 20 minutos). Se prepararon 20 placas Petri con PDA (*Potato Dextrose Agar*) y 200 µg/ml del antibiótico cloranfenicol y en condiciones de esterilidad, se colocaron unas 15 semillas por placa. Los fragmentos de tallo sufrieron un proceso similar: se desinfectaron con etanol durante 20 segundos, se secaron con papel de filtro y se obtuvieron pequeños fragmentos de unos 10 mm. Los fragmentos se sumergieron en una solución de hipoclorito sódico al 20 % durante 15 minutos para su esterilización, se aclararon con agua estéril y se colocaron sobre 20 placas Petri (unos 15 fragmentos por placa) con un medio de PDA y cloranfenicol. Las preparaciones se guardaron en condiciones de oscuridad y se realizó un seguimiento de las mismas a lo largo de cinco meses.

RESULTADOS

La observación al microscopio de las semillas de la variedad comercial Wimmera no desveló la presencia de infección fúngica en ningún caso. Por el contrario, sí se observó la presencia de hifas en la capa de aleurona de las semillas y en el tejido de la médula caular de las cinco poblaciones naturales de *L. rigidum*. En las semillas de las poblaciones naturales la frecuencia de infección osciló entre un 35 y un 67 %, con un valor medio de 49 % (Figura 1). En los tallos, al menos una repetición de cada población natural presentó infección por hongos endófitos (Tabla 2). Se comprobó también la elevada eficiencia de transmisión del hongo a la semilla (Tabla 3) ya que todas o la gran mayoría de semillas pertenecientes a una misma espiga de un individuo infectado presentaron infección. En la mayoría de los casos, la presencia de hifas fue detectable utilizando una óptica de 100 ó 250 aumentos aunque en algunas muestras se precisó un examen minucioso con mayor aumento debido a la escasez de hifas o a su difícil visibilidad en las preparaciones.

Los cultivos puros de hongos endófitos no prosperaron, probablemente por causas relacionadas con el medio de cultivo utilizado, que podría no ser el adecuado. La identificación del hongo no pudo por tanto llevarse a cabo aunque las características morfológicas de las hifas visualizadas en algunas muestras parecen sugerir que se trata del género *Neotyphodium* (*Zabalgogogea*zcoa, *com. pers.*) No obstante, la existencia de diferencias morfológicas entre las hifas visualizadas apunta a podría haber más de una especie de hongo asociada a *L. rigidum*.

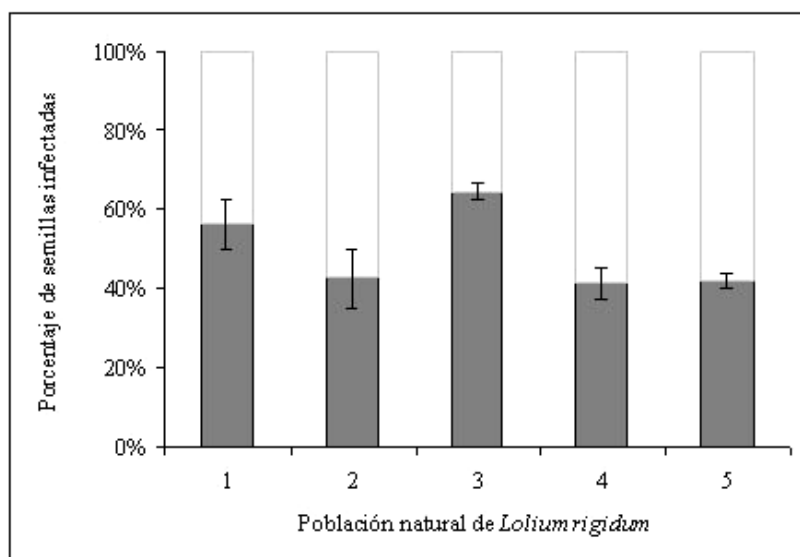


Tabla 2. Presencia de hongo endófito en las muestras de médula de tallo de las poblaciones naturales de *Lolium rigidum*

Repetición	Población natural de <i>Lolium rigidum</i>				
	1	2	3	4	5
1	no	sí	sí	sí	no
2	sí	no	no	sí	sí

Tabla 3. Índice de transmisión vertical del hongo endófito en individuos infectados

1	Población natural de <i>Lolium rigidum</i>			
	2	3	4	5
9/10	10/10	9/10	10/10	9/10

DISCUSIÓN

En los estudios de alelopatía llevados a cabo en los últimos años hemos trabajado exclusivamente con material vegetal perteneciente a la variedad comercial Wimmera (San Emeterio *et al.*, 2004, Canals *et al.*, 2005). En este trabajo hemos comprobado que las semillas de la variedad Wimmera se encuentran totalmente libres de infección. Ello nos permite descartar una posible síntesis fúngica de los aleloquímicos relacionados con la alelopatía estudiada y concluir su naturaleza vegetal (fitotoxinas).

Las semillas de variedades comerciales pueden pasar importantes periodos de tiempo almacenadas antes de su comercialización. La viabilidad de los hongos endófitos en la semilla disminuye con el tiempo y lo hace de modo más rápido si el almacenamiento se produce a temperaturas relativamente altas (Williams *et al.*, 1984). La semilla comercial de *L. rigidum* se recoge habitualmente a finales de primavera, transcurre el verano almacenada y se siembra al inicio de la estación otoñal. Es por ello más que probable que las condiciones ambientales acontecidas durante el almacenamiento estival ocasionen la pérdida de la viabilidad de los hongos endófitos, en el caso de que éstos se encuentren presentes en la semilla en el momento de la recolección.

CONCLUSIONES

Cabe concluir que, dado el elevado porcentaje de individuos pertenecientes a poblaciones naturales que aparecen infectados por hongos endófitos y a su elevada eficiencia de transmisión, la relación de mutualismo entre el hongo y el vegetal es un fenómeno habitual en las poblaciones naturales de *L. rigidum*, tal como ocurre en otras gramíneas pratenses (Zabalgogezcoa *et al.*, 2003) Quedaría por estudiar si estas poblaciones naturales de *L. rigidum* ejercen también efectos alelopáticos y, si así fuera, determinar si las micotoxinas sintetizadas por sus hongos endófitos desempeñan algún papel en este fenómeno.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al equipo del doctor Balbino García Criado del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología del CSIC de Salamanca su inestimable colaboración y ayuda desinteresada en la realización de esta investigación. La empresa Nickerson Sur cedió gentilmente el material vegetal comercial y la Universidad Pública de Navarra colaboró económicamente en una estancia formativa de M. Lili.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACON, C.W.; WHITE, J. F., 1994. Stains, media and procedures for analyzing endophytes. En: *Biotechnology of endophytic fungi of grasses*, 47-56. Ed. C. BACON, J. WHITE. CRC Press, Boca Raton.

BRISKE, D. D., 1998. Strategies of plant survival in grazed systems. A functional interpretation. En: *The ecology and management of grazing systems*, 37-68. Ed. J. HODGSON, A.W. ILLIUS. CAB International, U.K.

CANALS, R. M.; SAN EMETERIO, L.; PERALTA, J., 2005. Autotoxicity in *Lolium rigidum*: Analyzing the role of chemically-mediated interactions in annual plant populations. *Journal of Theoretical Biology*, en prensa.

DELGADO, I., 2000. *Base forrajera para el establecimiento de ganaderías de ovino en el secano cerealista*. Institución Fernando El Católico, Zaragoza.

FRANZLUEBBERS, A.J.; NAZIH, N.; STUEDEMANN, J.A.; FUHRMANN, J.J.; SCHOMBERG, H.H.; HARTEL P.G., 1999. Soil carbon and nitrogen pools under low- and high-endophyte-infected tall fescue. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, **63**, 1687-1694.

LATCH, G.M.C.; CHRISTENSEN, J.; HICKSON, R.E., 1988. Endophytes of annual and hybrid ryegrasses. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **31**, 57-63.

MALINOWSKI, D.; BELESKY, D., 2000. Adaptations of endophyte-infected cool season grasses to environmental stresses: mechanism of drought and mineral stress tolerance. *Crop Science*, **40**, 923-940.

OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, P.; COLLAR, J., 1996. El hongo endófito de raigrás inglés. *Agricultura*, **767**, 483-485.

SAN EMETERIO, L.; ARROYO, A.; CANALS, R.M., 2004. Allelopathic potential of *Lolium rigidum* Gaud. on the early growth of three associated pasture species. *Grass and Forage Science*, **59**, 107-112.

SINGH, H.P.; BATISHD, R.; KOHLI R.K., 2003. Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. *Critical Reviews in Plant Sciences*, **22**, 239-311.

WILLIAMS, M.P.; BACKMANP, A.; CLARKE, M.; WHITE, J.F., 1984. Seed treatments for the control of the tall fescue endophyte *Acremonium coenophialum*. *Plant Disease*, **68**, 49-52.

ZABALGOGEAZCOA, I.; VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCÍA CRIADO, B.; GARCÍA CIUDAD A., 1999. The infection of *Festuca rubra* by the fungal endophyte *Epichloë festucae* in Mediterranean permanent grasslands. *Grass and Forage Science*, **54**, 91-95.

ZABALGOGEAZCOA, I.; VAZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCÍA CIUDAD, A.; GARCÍA CRIADO B., 2003. Fungal endophytes in grasses from semiarid permanent grasslands of Western Spain. *Grass and Forage Science*, **58**, 94-97.

COMPOSICIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS DE LOS PASTOS DE TENERIFE (ISLAS CANARIAS)

E. CHINEA¹, R. MESA², E. BARQUÍN¹, J. FRAGOSO¹,
L. M. MARTÍN¹ Y J. R. ARÉVALO³.

¹Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria (ULL). C. de Geneto, nº 2. 38204 La Laguna. Tenerife (Canarias). España. Email: echinea@ull.es. ²Centro de Planificación Ambiental. Viceconsejería de Medio Ambiente (GAC). ³Depto. de Ecología (ULL).

RESUMEN

Se estudia la composición florística del banco de semillas de dos tipos de comunidades vegetales: pastizales y pastos de ramoneo, sometidos a distintos manejos tradicionales. El ensayo se realizó en un invernadero, donde se efectuó la identificación y recuento de las plantas. Se distinguieron 78 especies diferentes, de las cuales 14 son leguminosas, 19 gramíneas y 45 de otras familias. El número total de semillas germinadas en las muestras de los pastos de ramoneo es significativamente inferior a las germinadas en las de los pastizales.

Palabras clave: semillas viables, pastizales, pastos de ramoneo.

TENERIFE PASTURES SEED BANK COMPOSITION (CANARY ISLANDS)

SUMMARY

Herein it is studied the floristic composition of two types of plant communities: pasturelands and browsing pastures, under different traditional managements. The essay was fulfilled in a greenhouse, where the plants were identified and counted. 78 different species were distinguished, of whom 14 were legumes, 19 grasses and 45 from other families. The total amount of germinated seeds in the browsing pasture samplings is significantly lower than those in the pastureland samplings.

Key words: viable seed, pastureland, browsing pasture.

INTRODUCCIÓN

Los distintos manejos tradicionales a los que se someten los pastos influyen en la riqueza y composición, no sólo de la vegetación establecida, sino también de la del banco de semillas del suelo, afectando al mantenimiento de la diversidad de las comunidades vegetales a largo plazo (Williams, 1985; Grubb, 1977; Lectk *et al.*, 1989; Wisheu y Keddy, 1991). El conocimiento de la composición florística del banco de semillas tiene una importancia primordial ya que es un reflejo de las distintas estrategias utilizadas por las especies en la producción, dispersión y supervivencia de sus semillas (Harper, 1977). Al conocer la población de las semillas del suelo no sólo se obtiene una información sobre la historia más reciente de los pastos, sino que también es posible determinar su futuro (Roberts, 1981).

La finalidad de este trabajo es estudiar la composición florística del banco de semillas de dos tipos de comunidades vegetales, los pastizales y los pastos de ramoneo, sometidas a distinto manejo tradicional, para establecer relaciones entre ambas en función del manejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras estudiadas

Pastizales

Parcelas 1 a 10. Meseta de Teno. Localizadas en el extremo noroeste de la isla de Tenerife (Islas Canarias), dentro del Parque Rural de Teno. La meseta se extiende entre los 500 y los 900 msm, tiene una superficie de unos 5 km² con pendiente moderada (10%), y está cubierta en un 50% por pastos herbáceos pastoreados anualmente (Chinae *et al.*, 2004).

Pastos de ramoneo

Parcela 11. Los Carrizales, Buenavista: 28°18'N, 13°9'W, 700 msm, orientación noroeste con pendiente del 9-18%. Caracterizada por el arbusto leguminoso *Teline osyrioides osyrioides*. Unos 100 individuos, la mitad inaccesibles por estar situados en laderas de alta pendiente. Sin pastoreo reciente.

Parcela 12. Ruigómez, El Tanque: 28°19'N, 13°6'W, 950 msm, con orientación noroeste y pendiente del 9-18%. Parcela con *Chamaecytisus palmensis*. Cerca de un bosque bajo de *Erica arborea* y *Myrica faya*. Unos 1000 individuos con troncos robustos sometidos a explotación para el ganado. Los tagasastes (*Chamaecytisus palmensis*) están plantados en los bordes de parcelas dedicadas al cultivo de papas andinas (*Solanum tuberosum* ssp. *andigenum*).

Parcela 13. El Bueno, Arico: 28°13'N, 12°47'W, 750 msm, con orientación sureste y pendiente del 18-29%. Caracterizada por el arbusto leguminoso *Teline osyrioides* ssp. *sericea*. Unos 275 individuos. La zona no está actualmente sometida a pastoreo.

Parcela 14. Anaga, S/C de Tenerife: 28°36'N, 12°30'W, 350 msm, con orientación sureste y pendiente del 29-46%. Caracterizada por el arbusto leguminoso *Teline canariensis*. Unos 200 ejemplares adultos, sometidos a un intenso pastoreo.

Recogida de muestras y germinación

El muestreo se realizó en julio de 2002. Las muestras se tomaron con una azada a una profundidad de 0-20 cm picando toda la parcela. El material obtenido en el campo se mezcló y de él se sacaron tres muestras. En el laboratorio éstas fueron secadas a temperatura ambiente, posteriormente se disgregaron y tamizaron a 3,5 mm. El ensayo se realizó en bandejas de 18x13x7 cm. Para tener un buen drenaje se puso una capa de piedra, seguida de una capa de picón rojo (material volcánico fragmentado de composición basáltica) y 2 cm de altura de suelo tamizado. El diseño fue el de bandejas al azar con tres repeticiones para cada muestra.. Las bandejas se mantuvieron siempre con el suelo húmedo.

El ensayo se efectuó en un invernadero a una temperatura media de 19 °C y 70 % de humedad relativa del aire, desde el 21/11/02 hasta el 20/5/03 (Figura 1). La identificación y recuento de las especies se hizo cada semana.

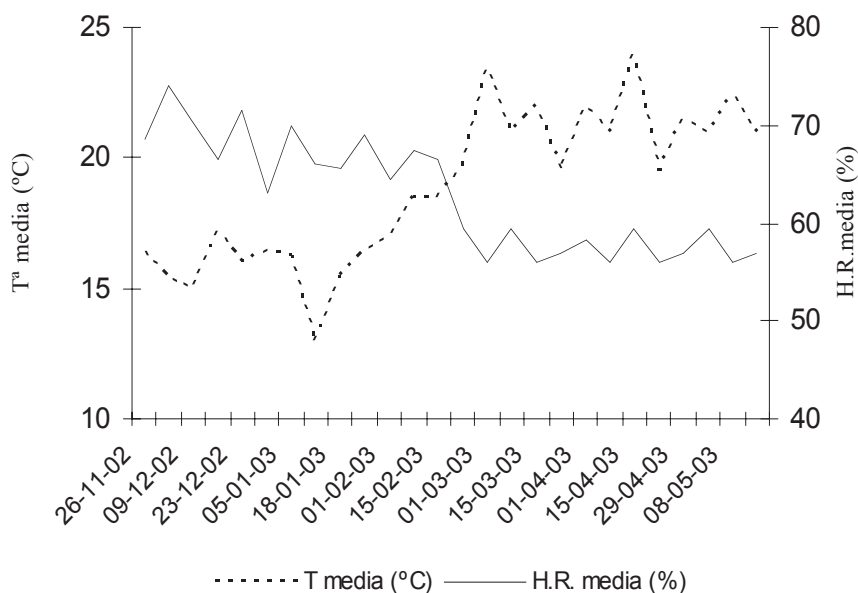


Figura 1. Datos climáticos de temperatura (T) y humedad relativa (H.R.) del aire del invernadero en el periodo de ensayo

Análisis estadístico

Las técnicas de ordenación ayudan a explicar la variación de las comunidades (Gauch, 1982) y pueden ser usadas para evaluar tendencias en el tiempo al igual que en el espacio (ter Braak y Šmilauer, 1998). Se usó un análisis de correspondencia corregido (DCA) (Hill y Gauch, 1980), usando CANOCO (ter Braak y Šmilauer, 1998) para reconocer de qué forma varía la composición específica de las muestras y submuestras de los bancos de semillas. Los análisis se basan en el número de semillas germinadas durante

los seis meses de incubación de las muestreas. Para el número total de semillas germinadas, el estudio estadístico se ha realizado mediante un análisis de varianza (ANOVA). Para la comparación de medias se utilizó el test de Duncan ($P < 0.05$). El estudio estadístico se ha efectuado con el programa SPSS 11.5 (SPSS 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se identificaron 78 plantas diferentes, de las cuales 14 corresponden a leguminosas, 19 a gramíneas y 45 a otras familias. En las muestras de los pastizales de Teno (1-10) germinaron en total 51 especies diferentes: 10 leguminosas, 18 gramíneas y 23 de otras familias, mientras que en los pastos de ramoneo se identificaron 49 especies distintas: 5 leguminosas, 8 gramíneas y 36 de otras familias.

Los resultados del análisis DCA (Figura 2) recogen dos claros gradientes, uno que separa a las submuestras de la parcela 11 del resto, que es el más intenso y que se refleja a lo largo del Eje I, y otro que va desde las submuestras 14, 12 y 10 hasta las submuestras 8, 7 y 9. Tenemos claramente discriminadas las parcelas de Teno, con respecto a las parcelas de los pastos de ramoneo, dónde la parcela 13 (no incluida en el análisis debido a sus altas diferencias florísticas que impedían una interpretación clara del diagrama) y 11 son dos zonas muy peculiares en función de sus características florísticas. Comentaremos las parcelas más interesantes:

Parcela 1, extremo del diagrama del CANOCO (Figura 2). Representa a los pastizales húmedos de la Meseta de Teno con una alta cobertura de *Phalaris caerulescens*. En el terreno rebrotan o germinan rápidamente con las primeras lluvias y persisten hasta el verano. Han germinado: *P. caerulescens* (herbácea perenne); *Anagallis arvensis*, *Rumex pulcher* y *Vulpia myuros*, las tres herbáceas anuales.

Parcela 8, extremo superior del CANOCO. Representa a los pastizales secos de Teno, de menor duración pero más ricos en especies. Todas las especies germinadas son herbáceas anuales: *Hordeum murinum*, *Trachynia distachya*, *Bromus hordeaceus*, *Lolium rigidum*, *Plantago lagopus*, *Calendula arvensis* y *Vicia lutea*.

Parcela 11. En el extremo izquierdo del CANOCO. Posee un banco rico y mixto, con muchas semillas con distintas dinámicas, entre ellas dos arbustos leguminosos de gran interés forrajero: *Bituminaria bituminosa* y *T. o. osyrioides* y 4 especies perennes endémicas sin interés para ramoneo (*Lavandula buchii*, *Argyranthemum foeniculaceum*, *Euphorbia atropurpurea* y *Aeonium canariense*). Se trata de un terreno con una vegetación en recuperación, desajustada y mezclada.

Parcela 12, Ruigómez, tagasastes plantados. La submuestra 12c destaca en la parte inferior del CANOCO pero las otras dos se mezclan con otras parcelas. Muchas de las semillas germinadas (*Ornithopus sp.*, *Spergula arvensis*, *Picris echioides*, etc.) son herbáceas anuales de terrenos recientemente intervenidos por el hombre.

Parcela 13, *T. o. sericea*. Se sale del CANOCO. Banco muy pobre; solamente herbáceas anuales, de corta duración: *Lamarckia aurea*, *Asterolinon linum-stellatum* y *Anagallis arvensis*. Representa a los pastos de ramoneo del sur de Tenerife, mucho más pobres que los del norte.

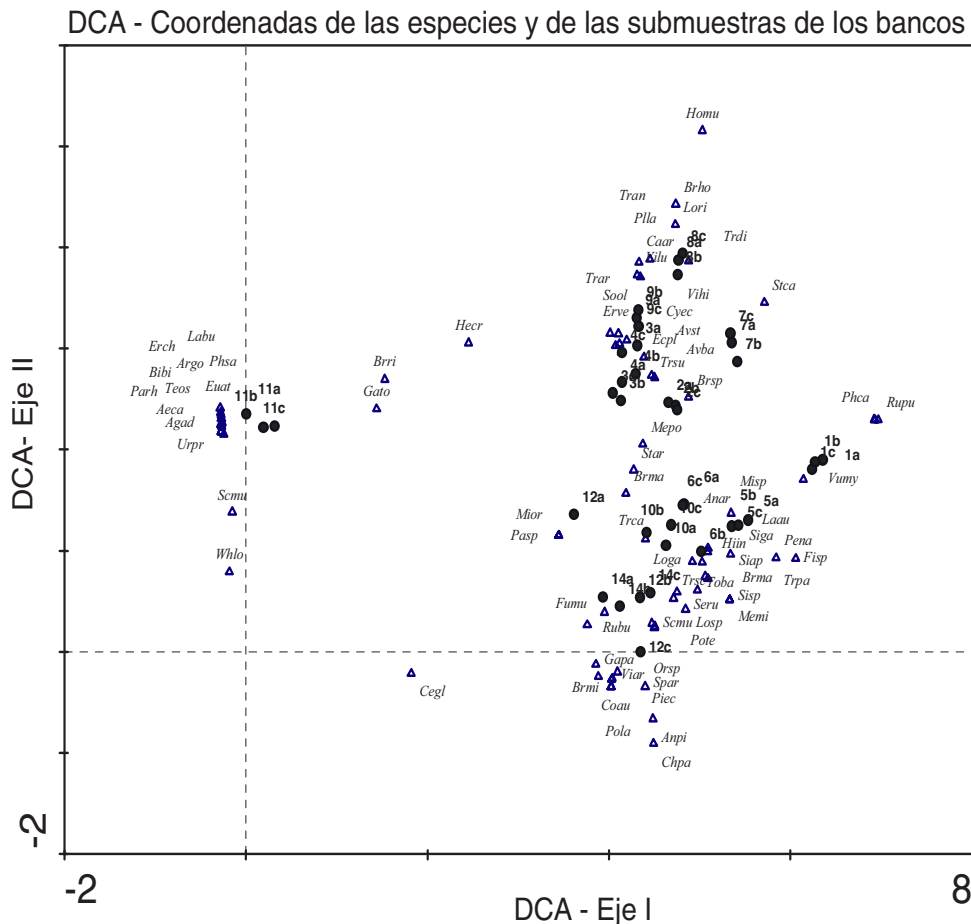


Figura 2. Diagrama con los ejes I y II del Análisis de Correspondencia Corregido (DCA). El valor propio del eje I es 0,84 y el valor propio del eje II es 0,55. Entre ambos ejes recogen un porcentaje de variabilidad del 23 %. De cada muestra hay seis submuestras, y las especies se indican con las dos primeras palabras del género seguidas de las dos primeras del epíteto.

Bituminaria bituminosa, *Chamaecytisus palmensis*, *Medicago minima*, *Medicago polymorpha*, *Ornithopus sp.*, *Scorpiurus muricatus*, *Teline osyrioides osyrioides*, *Trifolium angustifolium*, *Trifolium arvense*, *Trifolium campestre*, *Trifolium scabrum*, *Trifolium subterraneum*, *Vicia hirsuta*, *Vicia lutea*, *Anthoxanthum aristatum*, *Avena barbata*, *Avena sterilis*, *Briza maxima*, *Briza minor*, *Bromus hordeaceus*, *Bromus madritensis*, *Bromus rigidus*, *Bromus sp.*, *Cynosurus echinatus*, *Hordeum murinum*, *Lamarckia aurea*, *Lolium rigidum*, *Lolium sp.*, *Phalaris caerulea*, *Stipa capensis*, *Trachynia distachya*, *Trisetum paniceum*, *Vulpia myuros*, *Aeonium canariense*, *Sedum rubens*, *Ageratina adenophora*, *Andryala pinnatifida*, *Argyranthemum foeniculaceum*, *Calendula arvensis*, *Cotula australis*, *Filago sp.*, *Galactites tomentosa*, *Hedypnois cretica*, *Logfia gallica*, *Phagnalon saxatile*, *Picris echioides*, *Sonchus oleraceus*, *Tolpis barbata*, *Urospermum picroides*, *Anagallis arvensis*, *Asterolinon linum-stellatum*, *Cerastium glomeratum*, *Petrorhagia nanteuilii*, *Polycarpaea latifolia*, *Polycarpon tetraphyllum*, *Silene apetala*, *Silene conica*, *Silene gallica*, *Silene sp.*, *Spergularia arvensis*, *Echium plantagineum*, *Erodium chium*, *Eruca vesicaria*, *Hirschfeldia incana*, *Euphorbia atropurpurea*, *Fumaria muralis*, *Galium parisiense*, *Lavandula buchii*, *Stachys arvensis*, *Misopates orontium*, *Misopates sp.*, *Papaver rhoeas*, *Parietaria sp.*, *Plantago lagopus*, *Rumex bucephalophorus*, *Rumex pulcher*, *Viola arvensis*, *Wahlenbergia lobelioides*

Parcela 14. Está anidada en el borde inferior de las parcelas de Teno. Esto es interesante porque Anaga y Teno son dos de los tres macizos más antiguos de Tenerife, sus comunidades vegetales pueden haber experimentado una evolución paralela o convergente. Tenemos aquí auténticos pastos de ramoneo. Especies germinadas: *Fumaria muralis*, *Logfia gallica*, *Sedum rubens* y *Polycarpon tetraphyllum*. No ha germinado *T. canariensis*.

El número total de semillas germinadas (Tabla 1) en los pastos de ramoneo es significativamente inferior ($P < 0,05$) a las germinadas en los pastizales, excepto en la parcela 14 (Anaga) que es similar a los pastizales de Teno 1, 2 y 3 que representa las zonas más húmedas y de mayor altitud de la Meseta, donde predominan *Phalaris caerulea* y restos de *Erica-Myrica* en los bordes. Los pastizales 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 9 representan la zona más árida de la Meseta con el mayor número de germinación característica de mayor pastoreo.

Tabla 1.- Número total de germinaciones en los pastizales y en los pastos de ramoneo.

Parcela	Nº de germinaciones
1 Teno	80,7 (9,5) ^{Cde}
2 Teno	117,3 (12,6) ^{Ef}
3 Teno	96 (24,2) ^{Def}
4 Teno	135,3 (45,5) ^{Def}
5 Teno	186,3 (34,4) ^G
6 Teno	262,7 (20,2) ^I
7 Teno	241 (30,8) ^{Hi}
8 Teno	210,7 (43,5) ^{Gh}
9 Teno	267,3 (17,8) ^I
10 Teno	73,7 (18,3) ^{Bcde}
11 Los Carrizales	40,7 (6,8) ^{Abc}
12 Ruigómez	22,3 (8,4) ^A
13 El Bueno	31,7 (20,2) ^{Ab}
14 Anaga	70,7 (13,6) ^{Bcd}

Nota: Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran las desviaciones típicas. Los valores con letras distintas difieren significativamente. Test de Duncan: $P < 0,05$

Los resultados obtenidos en el CANOCO coinciden con el análisis de varianza del número total de semillas germinadas al diferenciar pastizales de zona árida, pastos de ramoneo y una zona de transición entre ambos tipos de pastos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por el Excmo. Cabildo Insular de Tenerife. Parque Rural de Teno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHINEA, E.; MESA, R.; ARÉVALO, J.R.; BARQUÍN E., 2004. Cambios en la composición florística de un pastizal de Tenerife debido al aumento de la carga caprina. 59-65. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*. Eds. B. GARCÍA CRIADO, A. GARCÍA CIUDAD, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA, I. ZABALGOGEAZCOA, SEEP Salamanca.

GAUCH, H.G. JR., 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, 298 pp. Cambridge.

GRUBB, P.J., 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biol. Rev.* **52**, 107-145.

HARPER, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, 892 pp. London and New York.

HILL, M.O.; GAUCH, H.J. JR., 1980. Detrended Correspondence Analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*, **42**, 47-58.

LECTK, M.A.; PARKER, Y.T.; SIMPSON, R.L., (eds). 1989. *Ecology of soil seed banks*. Academic Press. 461 pp. San Diego (EEUU).

ROBERTS, H.A., 1981. Seed Banks in Soils. *Adv. Appl. Biol.*, **6**,1-55.

SPSS, 2002. SPSS for Windows V. 11.5. SPSS Inc. Chicago, Illinois. USA.

TER BRAAK, C.J.F.; ŠMILAUER, P., 1998. *CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination (version 4)*. Microcomputer Power. Ithaca, 351 pp. NY.

WILLIAMS, E.D., 1985. Long-term effects of fertilizer on the botanical composition and soil seed population of a permanent grass sward. *Grass and Forage Science*, **40**, 479-483.

WISHEU, I.C.; KEDDY, P.A., 1991. Seed banks of a rare wetland plant community: distribution patterns and effects of human-induced disturbance. *Journal of Vegetation Science*, **2**, 181-188.

AVANCE SOBRE LOS PASTOS DE TURBERAS EN LOS ANDES CENTRALES PERUANOS (LAURICOCHA, HÚANUCO)

F. M. SALVADOR, M. A. ALONSO Y S. RÍOS.

Unidad de Conservación y Gestión de Recursos Vegetales. Instituto Universitario de Investigación-CIBIO. Universidad de Alicante. Ap. Correos 99. 03080 Alicante (España)

RESUMEN

Se ha realizado un estudio florístico y fitosociológico (2002-2004), en los humedales de la cuenca superior del río Marañón (Huánuco) situados entre los 3845-4700 metros de altitud. El paisaje vegetal se encuentra dominado por formaciones herbáceas altas (pajonales), o bajas (praderas y turberas), siendo estos últimos los estudiados en más profundidad. La zona de estudio se encuentra sometida a un pastoreo intenso principalmente por ganado bovino (vacuno), ovino y equino, pero el sistema de pastoreo es muy complejo, participando entre otras, especies domésticas de camélidos (llama y alpaca). Hasta el momento, se ha registrado una importante diversidad de pastos naturales, con *Poaceae*, *Asteraceae* y *Cyperaceae* como las familias mejor representadas. Los géneros más diversos son *Carex* y *Calamagrostis*. Se ha determinado la preferencia por una u otra especie por parte del ganado, mediante la observación directa y entrevistas con los pobladores. Las especies estudiadas pueden habitar comunidades de turberas planas o convexas, las cuales se inscriben dentro de la clase fitosociológica: *Plantagini tubulosae-Distichietea muscoidis*.

Palabras clave: pastos, turberas, Andes, Perú

ADVANCE ON THE PEAT BOGS PASTURES OF THE CENTRAL PERUVIAN ANDES (LAURICOCHA, HÚANUCO)

SUMMARY

A floristic and phytosociological survey (2002-2004) has been carried out in the upper basin of the Marañón river (Huanuco), located between 3845-4700 meters of altitude. The vegetal landscape is dominated by elevated herbaceous formations (bunch-grasslands), or short ones (flat grasslands and peat bogs), the latter has been studied more deeply. The study area is submitted to an intense pasture mainly because of the bovine (cow cattle), ovine and equine cattle, but the pasture system is very complex because others and domesticated local species as llama and alpaca participate as well. Up to the moment, an important diversity of native pastures has been registered, with *Poaceae*, *Asteraceae* and *Cyperaceae* as the families better represented. The more diverse genres are *Carex* and *Calamagrostis*. The preference for the cattle for one or another plant species has been determined for direct observations and interviews with local people. The studied species could inhabit flat peat bogs or cushion-like peat bogs, which are ascribed to the phytosociological class: *Plantagini tubulosae-Distichietea muscoidis*.

Key words: pastures, peat bogs, Andes, Peru

INTRODUCCIÓN

En el Perú el centro de mayor producción ganadera se sitúa en el centro y sur de los Andes y cubre aproximadamente unos 15 millones de hectáreas (Brack & Mendiola, 2000). Las plantas dominantes en los pastizales son gramíneas perennes, principalmente especies de los géneros *Festuca* y *Calamagrostis*, estas especies son llamadas localmente como “ichu”, acompañadas de una gran diversidad de plantas herbáceas. Además de estos pastizales, en laderas y depresiones son frecuentes prados turbosos, situados por debajo de los 4000 m y turberas, ubicadas sobre los 4000 m. Éstas últimas se conocen con los términos españoles “oconales” o “bofedales”, mientras que la población Quechua y Aymara los denomina oqho y waylla, respectivamente. Las plantas del oconal son las preferidas por las alpacas especialmente *Distichia muscoides*, pues es suave y nutritiva gran parte del año. Las comunidades sureñas han logrado manejar los oconales, extendiendo sus áreas mediante la irrigación constante (Ochoa, 1977). En los Andes del centro, este sistema no ha prevalecido. Por ello se hace necesario conocer el estado actual de los pastos de turberas, valorando datos florísticos, fitosociológicos, y etnoecológicos, el cual es objetivo del presente estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio forman parte del distrito de San Miguel de Cauri, Provincia de Lauricocha, Departamento de Huánuco, Perú, comprende un largo valle de unos 200 km² de superficie, en un rango altitudinal de 3845 m a 4700 m y cuyas coordenadas son 10° 19'-10° 20' Lat. S. y 76° 40'-76° 44' Long. W. En las áreas con mal drenaje predominan los gleysoles altoandinos o histosoles. En general el clima de la zona es frío, las temperaturas medias mínimas y máximas oscilan entre los 12,4° C y 15,7° C. La estación lluviosa comprende los meses de diciembre a marzo (la media de precipitación máxima y mínima anual es 169,9 y 0 mm), por encima de los 4000 m, las precipitaciones son de nieve. La zona de estudio se encuentra sometida a una compleja e intensa explotación pastoral principalmente por razas alóctonas de vacuno, ovino y equino, que coexisten con especies autóctonas domésticas de camélidos como la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Lama pacos*) y con el ganado porcino que pasta en libertad. Incluso algunas especies silvestres de aves acuáticas, como *Fulica gigantea* y *Chloephaga melanoptera* compiten con los rebaños por la hierba fresca de los bordes de las lagunas.

Métodos

Se realizaron colectas botánicas y toma de inventarios fitosociológicos entre los años 2002 y 2004 a todo lo largo de la cuenca alta del río Lauricocha, estos últimos de acuerdo con la escuela de Braun-Blanquet y los criterios sucesionistas y paisajísticos aportados por Géhu & Rivas-Martínez (1981).

Se han identificado las especies consumidas por el ganado por medio de la observación directa y de entrevistas realizadas a 12 campesinos de las comunidades de Lauricocha y 6 campesinos de la zona de Antacallanca y Tinquicocha. La palatabilidad según Le Houerou (1980); Ríos *et al.* (1989) se ha estimado a partir de la abundancia relativa de las especies en las zonas estudiadas siguiendo con los criterios de Tapia & Flores (1984) y de Holocheck *et al.* (1989). Los datos obtenidos se han comparado con las

tablas del Programa de Ovinos y Camélidos Americanos de la Universidad Agraria La Molina (Flores, 1993 citado por Peña, 1995). Para fines del presente trabajo, se han considerado especies muy apetecibles (MA) aquellas plantas que producen mucho forraje y son muy buscadas y preferidas por los animales, son apetecibles o palatables (A), aquellas plantas que producen forraje buscado y consumido por el ganado, suelen ser raras cuando existe sobrepastoreo; las especies poco deseables, poco apetecibles o poco palatables (PA), son plantas intermedias menos palatables que las primeras pero más resistentes al pastoreo, por lo que reemplazan a aquellas cuando la comunidad vegetal se degrada y son medianamente frecuentes. Las especies indeseables o no apetecibles (NA) son aquellas que el ganado rechaza y no consume, salvo en situaciones extremas, muchas de estas especies son invasoras y tóxicas, y pueden ser localmente muy frecuentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La diversidad taxonómica de las plantas de zonas turfófilas (prados turbosos y turberas) se refleja en la Tabla 1, se han podido determinar 75 especies distribuidas en 57 géneros y 25 familias. Estas especies corresponden a cuatro clases taxonómicas: *Briopsidae*, *Licopodiopsidae*, *Magnoliopsidae* y *Liliopsidae*. El mayor número de especies es aportado por las Magnoliópsidas con un 64%, las Liliópsidas contribuyen con un 20%, mientras que los Briófitos y las Licopodiópsidas aportan con un 16% del total de las especies. Las familias mejor representadas a nivel genérico son las Asteráceas con 11 géneros, las Poáceas con 7 géneros y las Ciperáceas con 4 géneros. Los géneros con mayor riqueza específica son *Carex* con 6 especies y *Calamagrostis* con 4 especies respectivamente. Nuestros resultados coinciden a grandes rasgos con los encontrados en zonas turfófilas en los Andes centrales (Weberbauer, 1945; Tovar, 1973; Rivas-Martínez & Tovar, 1982).

Tabla 1. Diversidad taxonómica de la flora de zonas turfófilas en la subcuenca del Marañón (grandes unidades taxonómicas).

CLASES	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
<i>Briopsidae</i>	2	3	3
<i>Licopodiopsidae</i>	2	2	2
<i>Magnoliopsidae</i>	16	36	41
<i>Liliopsidae</i>	5	16	29
Total	25	57	75

Tabla 2. Diversidad taxonómica de la flora de zonas turfófilas en la subcuenca del Maraón.

FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	Géneros más diversificados	Nº especies
<i>Asteraceae</i>	11	11	-	-
<i>Poaceae</i>	7	12	<i>Calamagrostis</i>	4
<i>Cyperaceae</i>	4	11	<i>Carex</i>	6
Otras familias	35	41	<i>Plantago</i>	3
Total	57	75	-	-

En cuanto a la vegetación, las plantas turfófilas determinadas forman parte de las siguientes asociaciones vegetales: 1. **oconales de morfología convexa** (vertiente pacífica); *Calamagrostio jamesoni-Distichietum muscoidis* Rivas-Martínez & Tovar 1982; 2. **oconales de morfología convexa** (vertiente atlántica); *Stylito andicolae-Distichietum muscoidis* Gutte 1980; 3. **prados turbosos u oconales de morfología plana**; *Hypselo reniformis-Plantaginetum rigidae* Rivas-Martínez & Tovar 1982.

Palatabilidad de las plantas de turberas

La Tabla 3 muestra la relación de plantas palatables tanto por parte del ganado autóctono (alpacas) como del alóctono (ovino y vacuno). La mayoría de plantas apetecibles citadas caracterizan a las zonas turfófilas tales como prados turbosos y oconales. En la tabla 4 se observa con claridad como el 86% de la flora listada es muy apetecible o apetecible para las alpacas, corroborando la buena adaptación de estos animales a los pastos de zonas turfófilas (Tapia & Flores, 1984). Muy por el contrario se observa que tan sólo *Trifolium amabile* es muy apetecida por igual para el ganado alóctono. Igualmente tan sólo el 19% de la flora resulta apetecible para el ganado ovino y vacuno, un 95% poco apetecible y el resto incomedible para estos rebaños (56%). No se ha observado una marcada diferencia en cuanto al grado de apetecibilidad entre el ganado ovino y vacuno en la zona (A 14 % para ambos, PA 52% y 42%, y; NA 28% y 38%). Las plantas de zonas turfófilas se encuentran permanentemente húmedas y muestran siempre una cobertura del 100%, pero a pesar de esta condición no son muy preferidas por el ganado alóctono. Este resultado reafirma las observaciones de diversos autores (Ochoa, 1977; Tapia & Flores, 1984; Flórez & Malpartida, 1987; Vargas, 1992), y comprueba una vez más como a pesar del tiempo de aclimatación (más de 500 años) en los Andes (Ochoa *op. cit.*), el ganado ovino y vacuno no se ha podido adaptar a las duras condiciones ambientales, mientras que los camélidos han coevolucionado con ese medio y especialmente con la comunidad del oconal, siendo capaces de consumir alimentos bajos en proteínas, en nutrientes totales y con alto contenido en fibras (Tapia & Flores *op. cit.*). No hemos observado la presencia de alpacas en la zona de estudio, pero si de llamas, que normalmente son llevadas a lugares más secos y agrestes de la subcuenca.

Tabla 3. Tabla comparativa de especies apetecibles para alpacas y para el ganado alóctono en las zonas turfófilas en la subcuenca del Maraño. MA: muy apetecible, A: apetecible, PA: poco apetecible; NA: no apetecible; SD: sin datos (MA: muy apetecible para alpacas, *Isoetes lechleri*, de acuerdo con *Tapia & Flores, 1984).

Grado de aceptación			Especies
Tipo de ganado			
Alpacas*	Ovi.	Vac.	
MA	A	PA	<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc.
MA	PA	PA	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.
A	PA	PA	<i>Calamagrostis curvula</i> (Weed.) Pilg.
A	NA	PA	<i>Calamagrostis rigescens</i> (J. S. Presl) Scribn.
A	PA	A	<i>Carex</i> sp. pl.
A	NA	NA	<i>Castilleja pumila</i> (Benth.) Wedd.
MA	NA	NA	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen
A	PA	PA	<i>Eleocharis albibracteata</i> Nees & Meyen (ex Kunth)
MA	NA	NA	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth
MA	A	A	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.
MA	PA	PA	<i>Hypsela reniformis</i> (H.B.K.) C. Presl
A	PA	PA	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Walp.) Benth. & Hook. f.
MA	PA	PA	<i>Isoetes andicola</i> * (Amstutz) L. D. Gómez
SD	PA	NA	<i>Juncus ebracteatus</i> E. Mey.
MA	PA	PA	<i>Mimulus glabratus</i> Kunth
A	A	A	<i>Muhlenbergia ligularis</i> (Hack.) Hitchc.
MA	NA	NA	<i>Oenothera multicaulis</i> Ruiz & Pav.
SD	PA	NA	<i>Oreobolus</i> sp. pl.
MA	NA	NA	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. ex Hook. f.
SD	PA	NA	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.
A	MA	MA	<i>Trifolium amabile</i> Kunth

Tabla 4. Porcentaje del grado de aceptación de las especies de las zonas turfófilas en la subcuenca del Marañón. MA: muy apetecible, A: apetecible, PA: poco apetecible; NA: no apetecible; SD: sin datos (MA: muy apetecible para alpacas, de acuerdo con *Tapia & Flores, 1984).

Tipo ganado	MA	A	PA	NA	SD*
<i>Camélidos(alpacas)</i>	47,6	38,1	0	0	14,3
<i>Ovino</i>	4,8	14,3	52,4	28,6	0
<i>Vacuno</i>	4,8	14,3	42,9	38,1	0

La calidad de los oconales se considera superior a otros pastos nativos más bastos (Tapia & Flores, 1984; Cardozo, 2003), siendo *Distichia muscoides* el principal alimento de la alpaca (Florez & Malpartida, 1987). En la zona de Lauricocha y Antacallanca, aparte del ganado ovino y vacuno, también el ganado equino y porcino pastan en los oconales, lo que incrementa su degradación por el pisoteo de sus pezuñas (Cardozo, *op. cit.*). Por otro lado, también es patente la escasez de leguminosas palatables entre la composición florística de los oconales, tan sólo como hemos comentado *Trifolium amabile*, y su presencia en la zona es muy escasa pero por el contrario muy apetecida por el ganado.

CONCLUSIONES

Existe una clara diferencia en las especies vegetales apetecidas por las razas ganaderas autóctonas y alóctonas, así como un uso distinto de los oconales en la subcuenca del Marañón (Andes centrales) y los Andes del Sur del Perú. Probablemente la sustitución de las razas de camélidos autóctonas por especies ganaderas europeas, ha contribuido a la disminución de la biodiversidad y a su degradación por sobreexplotación de los hábitat. Hacen faltan estudios más profundos sobre el manejo de los oconales y otros pastos andinos con el ganado autóctono, comparando con las razas importadas, para establecer recomendaciones que permitan un uso sostenible de estos ecosistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRACK, A.; MENDIOLA, C., 2000. *Ecología del Perú*. Bruño-PNUD, 496 pp. Lima (Perú).
- CARDOZO, A., 2003. El bofedal y el desarrollo de los camélidos. En: *Uso pastoril en humedales altoandinos*, 1-11. Eds. O. ROCHA.; C. SÁEZ. Ramsar, WCS/Bol. La Paz (Bolivia).
- FLOREZ A.; MALPARTIDA, E., 1987. *Manejo de Praderas Nativas y Pasturas Altoandinas*. Tomo I. Fondo del Libro, Banco Agrario del Perú, 140 pp. Lima (Perú).
- GÉHU, J. M.; RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1981. Notions fondamentales de phytosociologie. Ber. Intern. Symposium. IVVS, *Syntaxonomie*:1-33. J. Ed. Cramer.
- HOLOCHECK; J. L.; PIEPER, R.D.; HERBEL, C. H., 1989. *Range management principles and practices*. Prentice Hall, Endlewood Cliffs. New Jersey.

LE HOUEROU, H.N., 1980. Browse in North Africa. En : *Browse in Africa: The current state of knowledge*, 55-82. Ed. H. N. LE HOUEROU. ILCA, Addis Ababa (Etiopía). OCHOA, J., 1977. Pastores de puna *uywamichiq punarunakuna*. IEP, 287 pp. Lima (Perú).

PEÑA, A., 1995. *Inventario y Plan de uso racional de pastizales para la crianza de ganado vacuno de Lidia*. Tesis para optar al Título de Ingeniero Zootecnista.

RÍOS, S.; E. CORREAL; ROBLEDO, A., 1989. Palatability of the main fodder and pasture species present in S.E. Spain: I. Woody species (trees and shrubs). Section Papers. 7-14. *International Grassland Congress*, Nice (France), 1531-1532.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; TOVAR, O., 1982. *Vegetatio andinae*. Datos sobre las comunidades vegetales altoandinas de los Andes centrales del Perú. *Lasaroa* 4: 167-187.

TAPIA, M.; FLORES, J., 1984. *Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú*. Programa de Investigación en Rumiantes Menores. INIA, 321 pp. Lima (Perú).

TOVAR, O. 1973. Comunidades vegetales de la Reserva Nacional de Pampa Galeras, Ayacucho-Perú. *Pub. Mus. Hist. Nat. Javier prado*, B (Bot.) 27: 1-32.

VARGAS, L., 1992. *Estructura y Dinámica Estacional de la vegetación en Bofedal, Tolar y Pajonal "iru ichu" en el Ecosistema de Puna seca*. Tesis para optar al Título de Ingeniero Zootecnista.

WEBERBAUER, A. 1945. *El mundo vegetal de los Andes peruanos*. Estación Experimental Agrícola. La Molina, 776 pp. Lima (Perú).

INCIDENCIA CONJUNTA DE METALES PESADOS EN PASTOS DE VACUNO UBICADOS EN EL ENTORNO DE UNA MINA ABANDONADA EN LA SIERRA DE GUADARRAMA

A. J. HERNÁNDEZ¹ Y J. PASTOR².

¹Dpto. Interuniversitario de Ecología, Sección de la Universidad de Alcalá (Madrid).
Edificio Ciencias, Campus.

²CCMA, CSIC, Dpto. Ecología de Sistemas, Serrano 115, Madrid 28006.

RESUMEN

El estudio se ha realizado en un área de pastos afectada por una mina de calcopirita, perteneciente al término municipal de Garganta de los Montes (Madrid), cuya explotación fue abandonada hace unos cuarenta años. Sus suelos son cambisoles húmicos y dístricos y los principales metales encontrados son Cu, Zn, Cd y Pb. La zona de estudio está atravesada por una cañada. Los prados, que son pastados principalmente por vacas, presentan los suelos más contaminados de todo el emplazamiento de la mina. El grado de recubrimiento vegetal es, en general elevado (95% en prados), y es más bajo en la escombrera (40% en su base). Se han analizado 32 especies de interés pascícola (parte aérea), presentando todas ellas niveles destacables de Cu; la mitad tiene Ni; catorce especies Cd; diez, Cr y solamente tres Pb. La mayoría presentan más de dos metales tóxicos por especie. Así, aunque la biodiversidad vegetal disminuye con la contaminación, el comportamiento de las especies pascícolas es, por lo general, de tolerancia a los mismos, con el consiguiente perjuicio para la cadena trófica.

Palabras clave: Ecotoxicología, suelos contaminados, Cu, Cd, Zn, Pb.

HEAVY METALS IN COW PASTURES OVERLYING AN ABANDONED MINE IN THE SIERRA DE GUADARRAMA (CENTRAL SPAIN)

SUMMARY

This study was performed in an area affected by an old calcopyrite mine abandoned 40 years ago, belonging to the Garganta de los Montes (Madrid) area. The main heavy metals polluting the area's humic and distric cambisol soils are copper, zinc and cadmium, with smaller amounts of lead, nickel and chromium. The study area is crossed by a droving route and its fields are grazing land for cows. These pastures have the most highly polluted soils of the entire mine area. Plant cover is generally high (95% in pastures); lower cover is achieved in the nearby landfill (40% at the base). In our analysis of 32 pasture species (aerial portions), all the plants showed marked copper levels, half the species contained nickel, 14 cadmium, 10 chromium and only three species had taken up some lead. Most of plant species had accumulated more than two toxic metals. Thus, although pollution generally restricts plant biodiversity, the behaviour of these pasture species seems to be one of tolerance towards these pollutants to the detriment of the food chain.

Key words: Ecotoxicology, polluted soils, Cu, Cd, Zn, Pb.

INTRODUCCIÓN

En bastantes localidades del Sistema Central, existen enclaves con escombreras y suelos contaminados por metales pesados, correspondientes a antiguas áreas y explotaciones mineras. Las comunidades vegetales que en ellas se asientan corresponden a formaciones herbáceas de pastos y formaciones de matorral-pasto y algunos pastos arbolados, aprovechados por ganado vacuno, ovino y por fauna silvestre. Dado que la mayoría de los metales pesados y elementos traza están incluidos en ciclos biogeoquímicos, en los cuales los dos compartimentos fundamentales son suelo y vegetación, es importante estudiarlos dada su importancia en la cadena alimentaria.

En el caso que presentamos, la escombrera originaria de la mina abandonada “Fernandito” localizada en la sierra de Guadarrama, actúa como foco potencial de contaminación por Cu, Pb, Zn y Cd (Lacal *et al.*, 1995). Estos metales pueden ser absorbidos por las plantas o perderse por una lixiviación más profunda y llegar a cursos subterráneos de agua, o por erosión, afectando cauces superficiales. La importancia de las distintas vías de transferencia de estos elementos a otros compartimentos de la red trófica, varía dependiendo del metal en cuestión, las especies vegetales presentes, o del uso que se dé al pasto (aprovechamiento por ganado in situ, utilización de las plantas para forraje o elaboración de piensos). Diversos estudios han mostrado que los animales reflejan las concentraciones de elementos tóxicos cuando pastan en suelos contaminados (Ronneau *et al.*, 1984, Morcombe *et al.*, 1994, Petersson *et al.*, 1997), se hace necesario así el control de los metales en los ecosistemas terrestres. La FAO (2000), ha establecido normativas para limitar los niveles máximos Pb y Cd, que después ha asumido la UE. Es admitido generalmente que el Cd es altamente tóxico; Cu y Pb se consideran tóxicos, aunque éste último lo sea moderadamente para las plantas y altamente para los animales; Ni, Zn y Cr incrementan la lista de los metales que causan toxicidad. Sin embargo, el conocimiento que tenemos de estas cuestiones es escaso (Hapke, 1996), especialmente el relativo a especies silvestres. En el aspecto ecotoxicológico, tampoco se dispone de mucha información sobre los pastos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La mina fue abandonada hace unos 40 años y posee una escombrera actual de unos 3.500 m³. Los suelos de la zona están ubicados en cotas de 1180 a 1200 m y se clasifican como cambisoles húmicos y dísticos según la FAO. Dado que la mineralización principal de la mina es calcopirita, parte de las formas de Cu son debidas a su presencia como sulfuro mineral, (Encabo *et al.*, 1997). En los suelos del entorno estos autores, sólo destacaron, por elevado, el Cu, en algunos puntos el Cd., y en ocasiones contenidos mencionables de Zn.

En la capa superficial edáfica (0-20 cm.) y en 38 puntos de todo el emplazamiento y entorno de esta mina, atendiendo al carácter diferente de las escombreras y ecosistemas ubicados en cada uno de ellos, hemos realizado un muestreo de los suelos, por medio de distintas tomas al azar en cada uno de estos sistemas. También se recogieron las especies con el fin de analizarlas. Se ha realizado además, otro muestreo, de tipo transecto, desde la escombrera a pie de mina hasta los prados de cota inferior, siguiendo un gradiente topográfico de 400 metros, para el estudio de las comunidades herbáceas, con el fin de diagnosticar si la contaminación de los suelos les afectaba. En ellas se determinó la riqueza, abundancia y cobertura vegetal de especies, por medio de tres parcelas de 2 x 4 m.,

distribuidas al azar en cada uno de los sistemas mas emblemáticos del transecto (escombrera, parte superior y base de la misma, zona de aluvión de los materiales, fresneda y prados).

El contenido total del Cu, Cd, Zn, Pb y cromo de los suelos y planta se determinó por espectroscopia de emisión de plasma, tras molerlos con mortero ágata y someterlos a ataque ácido con HNO₃ y HClO₄ en proporción 4:1 para suelos y en proporción 3:1 para planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 38 muestras de suelos analizadas, los mayores niveles de Cu se encuentran en las correspondientes a los prados que pastan las vacas, pero además estos suelos poseen valores altos de otros metales. Los niveles alcanzados en los suelos correspondientes a las parcelas del transecto realizado para el inventario fitoecológico se muestran en la tabla 1. Atendiendo a los contenidos de Cu determinados por Encabo *et al.*, (1997) en las fracciones que podrían considerarse más disponibles, hemos igualmente observado que sobrepasaban ampliamente el valor límite del contenido total de Cu estipulado para suelos de pH menor de 7 según la legislación española (BOE, 1990), por lo que pueden considerarse tóxicos.

Tabla 1. Concentración media de metales en el suelo (totales en mg/Kg. y asimilables en mg /100 g.) y porcentaje de materia orgánica.

Suelos	Zn	Cu	Pb	Cr	Cd	M. O %
Escombrera	200 / 1,1	145 / 2,6	45 / 0	82	< 2	0,03
Base escombrera	175 / 1,1	228 / 3,4	40 / 0	79	7	0,94
Zona aluvión	145 / 0,8	315 / 4,7	105 / 0	99	10,5/1,3	0,94
Fresneda	150 / 3,3	791 / 58,8	95 / 1,3	82	< 2	6,70
Prado húmedo	100 / 1,7	741 / 1,7	47 / 1,1	67	11,5 / 1,1	3,69
Prado encharcado	800 / 4,2	1480 / 107	3750 / 1	111	27 / 1,4	6,45

Las muestras presentan además asociados Zn, Pb y Cd, especialmente en los suelos de los prados, en los que hay una variación notable en la concentración de estos metales. Todos los suelos presentan un pH ácido (alrededor de 5) y tienen bastante materia orgánica en relación a la que presentan las escombreras. Estos dos factores son muy importantes a la hora de estudiar la dinámica y disponibilidad de los metales pesados para las plantas, ya que para suelos agrícolas (con un pH entre 7-8) los niveles de referencia pueden ser distintos. Por eso, resulta todavía difícil encontrar niveles de referencia para los metales pesados y elementos traza a la hora de hablar de suelos contaminados. En la tabla 2 se expone una síntesis de estos valores según diversas fuentes de información. Aunque lo lógico sería hablar de los contenidos asimilables, los valores de referencia vienen siempre dados por la cantidad total del elemento en el suelo, si bien es suficientemente conocida la existencia de un equilibrio entre las fracciones disponible y no disponible.

El Cu es uno de los metales traza más abundantes y puede encontrarse en concentraciones muy altas en áreas mineras (Duffus, 1983), como se puede comprobar con los resultados obtenidos, todos ellos por encima del N.R. de Holanda y, por encima también del nivel medio (30 ppm) que Adriano (2001) menciona para los suelos, o los 34,2 consignados para suelos agrícolas de la CAM (Pérez *et al.*, 2000). El Zn es un micronutriente esencial, al igual que el Cu, y su toxicidad puede aumentar debido a la presencia de Pb y Cd en el suelo (Duffus, 1983). Los valores alcanzados para los suelos analizados están por encima de la media referida por Adriano (2001) cercana a 90 ppm, y en ocasiones sobrepasa el valor límite de 150, consignado por el BOE para nuestro país. Recientemente, López-Alonso *et al.* (2002) en un estudio realizado en diferentes áreas de Galicia, sobre la incidencia de la concentración del Cu, Zn y As de los suelos sobre un total de 438 terneros que pastaban en ellos, demostraron que los niveles de Cu y Zn se incrementaban en el hígado de forma progresiva, cuando aumentaba su nivel en los suelos, especialmente el Cu.

Tabla 2. Datos de referencias para metales pesados totales en suelos (mg./Kg. de materia seca).

Metales	Valor límite (1)	N.R. Holanda (2)	Aceptable agrícola (3)	EPA (4)
Cd	1	1	3	0,1-1
Cu	50	50	140	1-50
Ni	30	50	75	0,5-25
Pb	50	50	300	4 -61
Zn	150	200	300	40
Cr	100	100	-	50

(1) BOE (1990) para suelos de pH < 7; (2) Niveles de referencia por encima de los cuales hay contaminación demostrable; (3) valores máximos aceptables en suelos agrícolas según la UE ; (4) Valores según la Agencia de Protección Ambiental de EEUU.

El Cd se encuentra en el suelo en bajas concentraciones, entre 0,01-0,5 mg/kg., (Hapke, 1996; Albert, 1998) pero es peligroso porque muchas plantas y animales lo absorben eficazmente y lo concentran en sus tejidos, provocando toxicidad en los mismos, aunque es bastante inmóvil en la cadena trófica en comparación con otros metales. No obstante, la retención, a partir de los alimentos, por parte de los mamíferos, es baja, pero la absorción aumenta si éstos están sometidos a una dieta pobre en calcio (Albert, 1998; Adriano, 2001), como puede ser la de los herbívoros que pastan en sistemas ubicados en suelos ácidos, aquí el Cd se intercambia fácilmente, lo que lo hace disponible para las plantas. En relación al Pb, hay menos referencias bibliográficas que para los elementos anteriores, aunque en el área de los prados afectados, los valores están muy por encima de los consignados para suelos agrícolas de la CAM (Pérez *et al.*, 2000). Los suelos analizados tienen indicios de Cr, aunque tampoco hay demasiada información relativa al mismo.

Un total de 57 especies han sido inventariadas en el conjunto de las distintas parcelas ubicadas a lo largo del transecto que va desde la escombrera a pié de mina hasta 400 m. en dirección de la pendiente. Los datos globales de las comunidades vegetales ubicadas en estos sistemas se exponen en la tabla 3. Estamos pues en presencia de comunidades vegetales con una mayor cobertura en las cotas más bajas, que son también

las correspondientes a los suelos con mayores niveles de contaminación de Cu, aunque la diversidad vegetal es menor debido a la contaminación del suelo, como ya hemos comprobado (Pastor *et al.*, 2003). Son 44 las especies que se encuentran presentes en el área pastada por las vacas, de las que han sido analizadas 32, ya que el resto eran poco abundantes para el análisis (*Bromus tectorum*, *Cerastium glomeratum*, *Convolvulus arvensis*, *Daucus carota*, *Juncus acutiflorus*, *J. conglomeratus*, *J. tenageia*, *Rumex acetosa*, *Spergularia rubra*, *Silene sp* y *Petrorragia sp*). En la tabla 4 pueden verse los valores de al menos tres de los metales pesados que se encuentran en 21 de esas especies, mientras que el resto solamente tienen Cu y Zn.

Tabla 3. Resultados de los inventarios realizados en las comunidades vegetales.

ESPECIES n°	Escombrera	Base escombrera	Zona aluvión	Fresneda	Prado húmedo	Prado encharcado
GRAMÍNEAS	8	8	6	6	2	2
LEGUMINOSAS	2	2	6	7	3	2
COMPUESTAS	6	4	4	6	2	0
OTRAS	14	16	9	9	4	4
Total	30	30	25	28	11	7
Rcbrto. Vegetal	60	39	80	95	85	95
%						
ESPECIES MÁS ABUNDANTES	<i>Melilotus alba</i> (15%)	<i>A. castellana</i> (6%) <i>M. alba</i> (4%)	<i>T.campestre</i> (23%) <i>A. castellana</i> (5%) <i>P.coronopus</i> (15%)	<i>A. castellana</i> (40%) <i>Adenocarpus</i> (8%)	<i>Corrigiola</i> (30%) <i>A. castellana</i> (9%)	<i>A. castellana</i> (60%) <i>H .lanatus</i> (2%) <i>T. pratense</i> (2%)

Tabla 4. Especies analizadas que no presentan Pb, Cd ni Cr.

Especies	Cu	Zn	Especies	Cu	Zn
<i>Bromus sterilis</i>	10	127	<i>Anthyllis vulneraria</i>	18	60
<i>Taeniatherum caput-medusae</i>	7	152	<i>Trifolium campestre</i>	25	84
<i>Adenocarpus complicatus</i>	17	127	<i>Trifolium glomeratum</i>	7	32
<i>Crepis capillaris</i>	13	129	<i>Trifolium ochroleucon</i>	15	50
<i>Plantago coronopus</i>	17	84			

Los niveles de Cu en plantas se refieren solo a algunas cultivadas (Adriano, 2001) y carecemos de datos comparativos para especies de pastos. Las gramíneas analizadas parecen acumular más Cu que las leguminosas (tabla 5). De 100 a 400 ppm de Zn es considerado un rango tóxico para las plantas (Brieger *et al.*, 1992), si bien Adriano (2001) considera que las especies pratenses tienen generalmente de 10 a 60 ppm. Indiscutiblemente, la mayoría de las especies analizadas superan estos valores.

Tabla 5. Especies que presentan al menos tres metales tóxicos.

Especies	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb
<i>Agrostis castellana</i>	4744	423	24	0	3,6	8
<i>Arrhenaterum bulbosus</i>	192	779	22,6	0	1,7	7,9
<i>Bromus hordaceus</i>	17	166	1,2	7	1,2	4
<i>Cynosurus echinatus</i>	12	56	1,1	1,7	0	7,9
<i>Koeleria caudata</i>	17	71	0	13	0,3	0
<i>Lolium multiflorum</i>	27	255	3	0	2,9	0
<i>Molineriella laevis</i>	62	180	1,8	37	4,4	0
<i>Vulpia myuros</i>	10	40	0	1,6	0,1	0
<i>Cytisus scoparius</i>	9	36	0	0	4,1	0
<i>Lathyrus angulatus</i>	18	70	0	0	2,8	0
<i>Lotus corniculatus</i>	5	52	0	0,1	0	0
<i>Ornithopus compressus</i>	8	52	0	3	0	0
<i>Trifolium arvense</i>	30	99	5,7	2,8	4,6	0
<i>Trifolium dubium</i>	13	108	2,5	0	0	0
<i>Trifolium striatum</i>	45	84	1,27	0	1,6	0
<i>Trifolium strictum</i>	79	107	15	1,3	0	0
<i>Andryala integrifolia</i>	15	102	9	0	0	3,4
<i>Bellardia trixago</i>	7	40	0	0	2,2	0
<i>Hypochoeris radicata</i>	19	112	4,1	0	2	0
<i>Plantago lanceolata</i>	126	460	18	0	0,1	0
<i>Sanguisorba minor</i>	19	49	0	0,2	0	0

De 0,03 a 0,3 ppm de Cd se considera el rango de este metal en gramíneas (Adriano, 2001), pero entre 5 y 30 se establece el rango tóxico (Brieger *et al.*, 1992), con lo que nueve de las especies analizadas poseen niveles excesivos de este elemento. Plomo solamente tienen cuatro especies, pero no podemos olvidar que las plantas que crecen en suelos contaminados por él tienden a concentrarlo, sobre todo, en su sistema radicular (Albert, 1998) y aquí se muestran únicamente los niveles de las partes aéreas. El Cr es alto también siempre que pase de trazas y desde cerca de un 1 ppm de Ni puede haber toxicidad en plantas herbáceas según algunos autores, si bien en el trabajo de Brieger *et al.* (1992) se cita un rango tóxico de 10-100 ppm.

CONCLUSIONES

Aunque la cobertura vegetal de los prados afectados por la contaminación de Cu, Zn, Pb y Cd del suelo del emplazamiento minero estudiado no resulte afectada, sí lo es la biodiversidad vegetal. Además, muchas de las especies analizadas presentan más de uno de estos elementos en sus partes aéreas con la repercusión lógica si son trasladados al ganado que de ellas se alimentan.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto REN2002-02501/TECNO del MCyT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANO, D.C., 2001. Trace Elements in Terrestrial Environments. *Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals*. Ed. Springer, 2ª edición.
- ALBERT, L.A., 1998. *Curso Básico de Toxicología Ambiental*. Ed. UTEHA, México
- BOE, 1990. Real Decreto 1310/1990 del 29 de octubre.
- BRIEGER, G.; WELLS, J.R.; HUNTER, R.D., 1992. Plant and Animal Species Composition and Heavy Metal Content in Fly Ash Ecosystems. *Water Air Soil Pollution*, **63**: 87-103.
- DUFFUS, J.H. 1983. *Toxicología Ambiental*. Ed. Omega, Barcelona.
- ENCABO, C.; CALA, V.; GUTIERREZ-MAROTO, A., 1987. Evaluación de la dispersión de metales pesados en suelos del entorno de una mina, mediante el método de especiación secuencial química. *Boletín Geológico y Minero*, **108**: 57-68
- FAO, 2000. Infections and intoxications of farm livestock associated with feed and forage. www.fao.org/es/ESN/animal/animapdf7annex-4.pdf.
- HAPKE, H.J. 1996. Heavy metal transfer in the food chain to humans. *Fertilizers and Environment*. C. Rodriguez-Barrueco (ed). Kluwer Academic Publishers. pp. 431-436.

LACAL, M.; ENCABO, C.; JIMÉNEZ-BALLESTA, R.; GUTIÉRREZ-MAROTO, A., 1995. Contaminación ambiental provocada por una escombrera en Garganta de los Montes (CAM). *Actas VI Congreso de Geoquímica* pp. 5061-5065.

LÓPEZ ALONSO, M.; BENEDITO, J.L.; MIRANDA, M.; CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; SHORE, R.F., 2002. Cattle as Biomonitor of Soil Arsenic, Copper, and Zinc Concentrations in Galicia (NW Spain). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **43**: 103-108.

MORCOMBE, P.W.; PETERSSON, D.S.; MASTERS, H.G.; ROSS, P.J. EDWARDS, J.R., 1994. Cd concentrations in kidney of sheep and cattle in western Australia. I. Regional distribution. *Austr. J. Agric. Res.* **45**: 851-862.

PASTOR, J.; GUTIÉRREZ-MAROTO, A.; HERNÁNDEZ, A. J., 2003. Biomarcadores a nivel de una comunidad de pasto y de una población herbácea forrajera para suelos contaminados por Cu. *Anales de Biología*, **25**: 103-108.

PÉREZ, L.; MORENO, A. M^a; GONZÁLEZ, J., 2000. Valoración de la calidad de un suelo en función del contenido y disponibilidad de metales pesados. *Edafología*, **7-3**: 113-120.

RONNEAU, C.; CARA, J., 1984. Correlations of element deposition on pastures with analysis of cows' hair. *Sci. Total Environ.* **39**: 135-142.

PETERSSON, K.P.; THIERFELDER, T.; JORHEM, L.; OSKARSSON, A., 1997. Cd levels in kidneys from Swedish pigs in relation to environmental factors-temporal and spatial trends. *Sci. Total Environ.* **208**: 111-122.

WILKINSON, J.M.; HILL, J.; PHILLIPS, C.J., 2003. The accumulation of potentially-toxic metals by grazing ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, **62**: 267-277.

LEGUMINOSAS RARAS Y CATALOGADAS DE ZONAS DE PASTOS DE ARAGÓN

J. YERA¹; C. FERRER², D. GÓMEZ-GARCÍA³ Y J. ASCASO¹.

¹Área de Botánica. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza. Ctra. de Cuarte s/n. 22071 Huesca. España. ²Área de Producción Vegetal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. C/ Miguel Servet 177. 50013 Zaragoza. España. ³Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Apdo. 64. 22700 Jaca. Huesca. España.

RESUMEN

Se consideran aquellos táxones de las *Leguminosae* presentes en fitocenosis pascícolas de Aragón que están protegidos por la legislación, contenidos en catálogos conservacionistas o que son raros desde la perspectiva biogeográfica. Para cada uno de ellos se contemplan la figura de protección y estado de conservación, las particularidades biogeográficas, forma vital y tipos de amenaza. Se pone en evidencia que hay un grupo numeroso de leguminosas muy raras en la región y la necesidad de contemplar su conservación en la ordenación del pastoreo.

Palabras clave: Leguminosae, conservación, pastos, Aragón.

RARE AND THREATENED LEGUMES OF PASTURES IN ARAGON (SPAIN)

SUMMARY

We have studied the plants of the *Leguminosae* presents in pastures of Aragon which are protected by the legislation, included in threatened check-list or rare from a biogeographical point of view. For each one we consider its figure of protection and state of conservation, its biogeographical particularities, its vital form and its types of threat. It is obvious that there is an important group of very rare *Leguminosae* in the area and it has become necessary tu look for its conservation in the management of grazing.

Key words: Leguminosae, conservation, pastures, Aragon.

INTRODUCCIÓN

El tipo de pastoreo pasado, presente y futuro determina la dinámica de las fitocenosis pascícolas y consecuentemente su flora. En efecto, la época del año, la carga total e instantánea, la especie y raza ganadera y las prácticas agrarias complementarias, todo ello enmarcado en el factor tiempo, afectan a la dinámica de población de las especies potenciales en cada unidad territorial.

Por otra parte, la respuesta de cada taxon a las combinaciones de los factores anteriores es específica (Grace, 1999). Así, por ejemplo, hay especies que para persistir requieren un encinar poco denso y la disminución de la carga o del aclareo mecánico les resulta desfavorable frente a otras que presentan como amenaza el sobrepastoreo e incluso éste en determinada época del año. Es preciso considerar que los pastos actuales, en su mayor parte, son fitocenosis de origen antrópico y por tanto su flora actual depende del tipo de intervención (García Antón *et al.*, 2002; Huston, 1994; Pineda *et al.*, 2002). Así mismo, buena parte de las especies de fitocenosis pascícolas han sufrido procesos de coevolución con los herbívoros que las han dotado de mecanismos de defensa (Margalef, 1988; López-González, 2003).

Se dispone ya de un grado de conocimientos sobre florística, fitocenología, fitogeografía histórica, ecología y pascicultura que, si bien son parciales (Ferrer *et al.*, 2001; San Miguel, 2003), permiten abordar aspectos de conservación de aquellos táxones que destacan por su distribución biogeográfica o su rareza.

La familia de las leguminosas agrupa a un gran número de táxones que tienen un interés especial desde la perspectiva de los pastos y su aprovechamiento. Su importancia no estriba exclusivamente en el valor alimentario de las especies que consume el ganado. También destaca por ser un grupo con numerosas táxones (18.000 especies; Polhill y Raven, 1981). En la región de Aragón se estima que existen 230 táxones de la familia considerando hasta el nivel de subespecie (Yera, 2005). Algunas de ellas son de interés desde las perspectivas biogeográfica y conservacionista y forman parte de distintos ecosistemas pascícolas.

En este trabajo se han considerado táxones de la familia de las leguminosas presentes en Aragón que están protegidos por la legislación, que están recogidos en alguna categoría de conservación y algunos otros que, según nuestro criterio, son raros o presentan alguna singularidad biogeográfica.

METODOLOGÍA

Las leguminosas se han seleccionado de la forma siguiente: el elenco de las leguminosas presentes en Aragón se ha extraído del Atlas de la Flora de Aragón (Gómez-García, 2005), de la consulta de las obras de referencia en taxonomía botánica y, en los casos necesarios, de la revisión de material de herbario. Consideramos táxones raros aquellos que se han encontrado en menos de 3 localidades, aquellos que están protegidos (BOA nº42, 1995; BOA nº32, 2004), los que tienen calificación UICN (Aizpuru *et al.*, 2000; Bañares *et al.*, 2003) o los que presentan, siendo muy raros, alguna particularidad biogeográfica.

A partir de los táxones contemplados según los criterios anteriores se han seleccionado aquellos que están en fitocenosis sometidas al aprovechamiento ganadero.

Para cada uno de los táxones se aporta la figura legal de protección, el estado de conservación para España, la forma vital, las particularidades biogeográficas y los tipos de amenazas; estos últimos se han considerado a partir de datos publicados o estimaciones de campo. En algunos casos el conocimiento actual no permite emitir ningún juicio.

RESULTADOS

Se han considerado 32 táxones de la familia de las leguminosas.

***Astragalus clusianus* Soldano.**

Caméfito. Endemismo ibérico. En Aragón: Mallén y Magallón (Zaragoza).

***Astragalus exscapus* L.**

BOA: Sensible a la alteración de su hábitat. Hemicriptófito. Turquía asiática. C, S y E de Europa. En España y Aragón: Almunia de San Juan (Huesca). Según nuestras observaciones las amenazas provienen de la disminución del pastoreo, carboneo, etc. Esto supone un aumento del sombreado de las encinas y la competencia con caméfitos y nanofanerófitos más vigorosos.

***Astragalus glaux* L.**

Caméfito. NW de África y SW de Europa. En Aragón: Agüaviva y Abejuela (Teruel).

***Astragalus granatensis* Lam.**

Caméfito. N de Marruecos y Península Ibérica. En Aragón: Estopiñán (Huesca) y Sistema Ibérico (Teruel).

***Astragalus oxyglottis* M. Bieb.**

UICN: CR B1ab(i, ii, iv)+2ab(i, ii, iv). Terófito. Irano-turaniana y Península Ibérica. En Aragón: Osera (Zaragoza). Según nuestras observaciones las amenazas provienen del sobrepastoreo en época de actividad vegetativa y reproductiva, las infraestructuras agrícolas y viarias y los vertederos incontrolados.

***Chamaespartium sagittale* (L.) P. Gibbs.**

Caméfito. Centro y sur de Europa. En Aragón: Bonansa, Chía y Sahún (Huesca).

***Genista anglica* L.**

BOA: De interés especial. Nanofanerófito. Endemismo de Europa occidental. En Aragón: Sigües y Salvatierra de Esca (Zaragoza), Orihuela del Tremedal, Albarracín, Bronchales y Sierra de Gúdar (Teruel).

***Genista pumila* (Debeaux & É. Rev. ex Hervier) Vierh. subsp. *pumila*.**

Caméfito. Endemismo ibérico. En Aragón: Villed (Teruel).

***Genista teretifolia* Willk.**

BOA: De interés especial. Caméfito. Endemismo del norte de la Península Ibérica. En Aragón: Prepirineo con área fragmentada (Huesca y Zaragoza).

***Hippocrepis biflora* Spreng.**

Terófito. Región mediterránea y Caúcaso. En Aragón: Almudévar y La Sotonera (Huesca) y Zaragoza.

***Lathyrus clymenum* L.**

Terófito. Cuenca mediterránea y Macaronesia. En Aragón: Noguera (Teruel).

Lathyrus vernus* (L.) Bernh. subsp. *vernus

BOA: De interés especial. Geófito. Europa y Asia. En la Península Ibérica se distribuye por el NE. En Aragón: Sierras de Sis (Huesca) y Santo Domingo (Zaragoza).

***Lathyrus vivanii* P. Monts.**

BOA: Vulnerable. Hem criptófito. Endemismo pirenaico (de Francia y España). En Aragón: Ansó y Hecho (Huesca).

***Medicago doliata* Carmign.**

Terófito. Cuenca mediterránea. En Aragón: Beceite (Teruel).

***Medicago secundiflora* Duriei.**

Terófito. Cuenca mediterránea. En Aragón: Mezalocha y Tosos (Zaragoza) y Riglos (Huesca).

***Ononis viscosa* L. subsp. *breviflora* (DC.) Nyman.**

Terófito. Región mediterránea. En Aragón: Sigüés (Zaragoza), Castillonroy (Huesca) y Aréns de Lledó (Teruel).

***Ornithopus perpusillus* L.**

Terófito. W y C de Europa. En Aragón: Sierra del Toro (Teruel).

***Oxytropis halleri* Bunge ex Koch subsp. *halleri*.**

Hem criptófito. Europa. En Aragón: Benasque y Montanuy (Huesca).

***Oxytropis jabalambrensis* (Pau) Podlech.**

BOA: En peligro de extinción. UICN: CR B2ac(iii, iv). Terófito o hem criptófito bienal. Endemismo aragonés. Sierra de Javalambre (Teruel). Según Bañares et al. (2003) las amenazas provienen del pastoreo intensivo durante los meses de mayo a noviembre (floración-fructificación) y de las infraestructuras asociadas a la estación de esquí.

***Oxytropis lapponica* (Wahlenb.) Gay.**

Hem criptófito. W de Siberia, Tibet, Afganistán, Irán y Europa. En Aragón: Castanesa y Gistaín (Huesca).

***Trifolium bocconeii* Savi.**

Terófito. Cuenca mediterránea y Macaronesia. En Aragón: Guadalaviar (Teruel).

***Trifolium hybridum* L.**

Hemicriptófito. SW de Asia, N de África y Europa. En Aragón: Plan y Canfranc (Huesca).

***Trifolium leucanthum* M. Bieb.**

Terófito. SW de Asia, NW de África y Europa. En Aragón: Calatayud (Zaragoza).

***Trifolium pallescens* Schreb.**

Hemicriptófito. S de Europa. En Aragón: Benasque (Huesca).

***Trifolium resupinatum* L.**

Terófito. SW de Asia, NW de África, Macaronesia y Europa. En Aragón: Buñales (Huesca) y Sistema Ibérico (Teruel).

***Trifolium stellatum* L.**

Terófito. SW de Asia, NW de África, Macaronesia y Europa. En Aragón: Beceite (Teruel).

***Trifolium suffocatum* L.**

Terófito. SW de Asia, NW de África, Macaronesia y Europa. En Aragón: Jaca (Huesca) y Añón de Moncayo (Zaragoza).

***Trifolium tomentosum* L.**

Terófito. SW de Asia, NW de África, Macaronesia y Europa. En Aragón: Ballobar (Huesca) y Santed (Zaragoza).

***Tripodion tetraphyllum* (L.) Fourr.**

Terófito. Cuenca mediterránea. En Aragón: Sierra de Javalambre (Teruel).

***Vicia argentea* Lapeyr.**

BOA: De interés especial. UICN: VU D2. Hemicriptófito. Endemismo pirenaico de Francia y España (Huesca y Lérida). En Aragón: Valles de Tena, Ordesa, Puértolas y Benasque (Huesca). La mayor amenaza podría ser el sobrepastoreo dado que ocupa áreas reducidas y aisladas. No obstante en los estudios poblacionales no se ha detectado esta amenaza (García y Antor, 1994).

***Vicia loiseleurii* (M. Bieb.) Litv.**

Terófito. S de Europa. En Aragón: Beceite (Teruel).

***Vicia narbonensis* L.**

Terófito. SW de Asia, N de África, Macaronesia, C y S de Europa. En Aragón: Luesia (Zaragoza).

DISCUSIÓN

Desde la perspectiva biogeográfica aparecen plantas endémicas, mediterráneas, eurosiberianas y pluriregionales. Dentro de los endemismos se diferencian los ibéricos con cuatro táxones, los pirenaicos con dos o los ibero-magrebís con uno. Destaca entre los ibéricos *Oxytropis jabalambrensis* por habitar exclusivamente una pequeña zona de la Sierra de Javalambre (Teruel). Entre las pluriregionales destacamos las que presentan su área de distribución disyunta, como son *Astragalus exscapus* (única localidad ibérica) y *Astragalus oxyglottis* (dos localidades ibéricas). Como ejemplo de orófitos alpinos citamos *Oxytropis halleri*. Por otra parte cabe nombrar, entre otras a *Astragalus granatensis*, que siendo de área más o menos amplia, presentan en la región su límite de distribución.

Parte de los táxones considerados tienen una figura de protección legal. Dentro del ámbito legislativo sólo están recogidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. En éste se contemplan siete táxones y cabe añadir que ninguno tiene aprobado el correspondiente y preceptivo Plan de Recuperación, Plan de Conservación del Hábitat, Plan de Conservación o Plan de Manejo. En la flora estudiada hay tres táxones evaluados con criterios UICN.

En términos generales el tipo y grado de amenaza al que están sometidas estas plantas raras es poco conocido. Hay pocos casos en los que se disponga de datos publicados sobre su demografía, autoecología y aprovechamiento pastoral. En relación al pastoreo cabe destacar que en unos casos se estima que puede ser positivo y en otros negativo para la persistencia de la especie. Aun siendo los conocimientos parciales, se pueden realizar algunas consideraciones a modo de ejemplo. Así, las plantas anuales tienen un periodo crítico circunscrito a la época de actividad vegetativa, floración y fructificación (*Oxytropis jabalambrensis*, *Astragalus oxyglottis*). Los riesgos potenciales de las perennes y vivaces serían por exceso de pastoreo de las partes vegetativas y de flores y frutos. Sin embargo, algunas plantas han generado mecanismos de defensa como las espinas en el caso de *Astragalus granatensis*, *Astragalus clusianus*, *Genista anglica* y *G. pumila*. En otros casos, el riesgo proviene de la falta de pastoreo y aclareo que provocan la invasión del espacio por parte de otras especies de mayor porte (*Astragalus exscapus*).

CONCLUSIONES

Se constata la presencia de un elevado número de plantas pascícolas de la familia de las leguminosas muy raras en la región. De ellas, solo siete tienen una figura de protección legal y tres están evaluadas con criterios UICN. Así mismo, hay pocos datos publicados sobre demografía, autoecología y tipo y grado de amenaza en relación al pastoreo.

Respecto al área de distribución biogeográfica, las plantas que presentan mayor interés son los endemismos, las disyuntas y las finícolas.

BIBLIOGRAFÍA

AIZPURU, I.; BALLESTER, G.; BAÑARES, A.; BASCONES, J.C.; BENITO, J.L.; BLANCA, G.; BLANCHÉ, C. 2000. Lista Roja de la Flora Vascular Española (valoración UICN). Ministerio de Medio Ambiente. *Conservación Vegetal* 6 (extra): 11-38. Madrid.

BAÑARES, A.; BLANCA, G.; GÜEMES, J.; MORENO, J. C.; ORTIZ, S. —Eds.— 2003. *Atlas y libro rojo de la flora vascular amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.

BOA nº 42 de 7 de abril de 1995. *Decreto 49/ 1995, de 28 de marzo*, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.

BOA nº 34 de 22 de marzo de 2004. *Orden de 4 de marzo de 2004*, del Departamento de Medio Ambiente, por la que se incluyen en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón determinadas especies, subespecies y poblaciones de flora y fauna y cambian de categoría y se excluyen otras especies ya incluidas en el mismo.

FERRER, C.; BARRANTES, O.; BROCA, A. 2001. La noción de biodiversidad en los ecosistemas pascícolas españoles. *Pastos* **31(2)**, 129-184.

GARCÍA, M. B.; ANTOR, R. J. 1994. Datos para la conservación de plantas endémicas: reproducción y estructura poblacional de *Vicia argentea* Lapeyr. (*Fabaceae*). *Lucas Mallada*, **6**: 77-86.

GARCÍA ANTÓN, M.; MALDONADO, J.; MORLA, C.; SAINZ-OLLERO, H. 2002. Fitogeografía histórica de la Península Ibérica. In Pineda, F. D. *et al.* —Coords.— *La diversidad biológica de España*. Ed. Prentice Hall. Madrid.

GÓMEZ-GARCÍA, D. —Ed.— 2005. *Atlas de la Flora de Aragón*. Diputación General de Aragón.

GRACE, J. B. 1999. The factors controlling species density in herbaceous plant communities: an assessment. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, **2**: 1-28.

HUSTON, M. A. 1994. *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press. Cambridge.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, G. 2003. Adaptaciones y defensas contra el pastoreo de las plantas de climas mediterráneos. In Robles, A. B. *et al.*—Eds.— *Pastos, desarrollo y conservación*: 539-550. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Granada.

MARGALEF, R. 1988. Evolución de los macrófitos y su coevolución con los herbívoros. *Monogr. Inst. Pir. Ecol.*, **4**: 637-642.

PINEDA, F. D.; MIGUEL, J. M. DE; CASADO, M. A.; MONTALVO, J. 2002. Claves para comprender la diversidad biológica y conservar la biodiversidad. In Pineda, F. D. *et al.* —Coords.— *La diversidad biológica de España*. Ed. Prentice Hall. Madrid.

POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. —Eds.— 1981. *Advances in legume systematics*. Royal Botanic Gardens. Kew.

SAN MIGUEL, A. 2003. Gestión silvopastoral y conservación de especies y espacios protegidos. In Robles, A. B. *et al.* —Eds.— *Pastos, desarrollo y conservación*: 409-409. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Granada.

YERA, J. 2005. *Leguminosae*. In Gómez-García, D. —Ed.— *Atlas de la Flora de Aragón*. Diputación General de Aragón.

**DATOS PRELIMINARES SOBRE VARIABILIDAD MOLECULAR
POBLACIONAL EN EL AGREGADO DE *Bituminaria bituminosa* (Leguminosae)**

A. JUAN¹; B. COCA¹; M. B. CRESPO¹; S. RÍOS¹ Y E. CORREAL².

¹Instituto Universitario de Investigación-CIBIO. Universidad de Alicante. Apdo. 99. E-03080 Alicante. e-mail: ana.juan@ua.es; s.rios@ua.es. ²Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (IMIDA, Finca Sericícola). E-30150 La Alberca, Murcia.

RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados más relevantes en el estudio de variabilidad molecular poblacional en el agregado *B. bituminosa*, que se realizó mediante la técnica AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*). *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt. (= *Psoralea bituminosa* L.) presenta una amplia distribución mediterránea y macaronésica, habiéndose descrito en su seno algunos táxones infraespecíficos de valor variable. Las muestras incluyen poblaciones ibéricas y canarias de *B. bituminosa* pertenecientes a la variedad típica *bituminosa*, poblaciones canarias de las variedades *albomarginata* y *crassiuscula*, y algunas poblaciones mediterráneas con peculiaridades morfológicas como en el caso de las poblaciones de Galilea (Israel). Los cebadores seleccionados para analizar las muestras fueron EcoRI+MseI: ACA+CAG, AAG+CTA, AAC+CTC. Con los resultados obtenidos se observa la presencia preliminar de dos grupos. En uno de ellos se ordenan todas las poblaciones ibéricas y mediterráneas de la variedad típica, mientras que el otro grupo agrupa las poblaciones canarias. Los resultados genéticos son concordantes en gran medida con los análisis morfológicos realizados previamente en las mismas poblaciones. Tales resultados permiten ya discriminar entre poblaciones canarias e ibéricas.

Palabras clave: variabilidad genética, AFLP, Península Ibérica, Canarias.

**PRELIMINARY DATA ABOUT POBLATION GENETIC VARIABILITY IN THE
AGGREGATE OF *Bituminaria bituminosa* (Leguminosae)**

SUMMARY

Preliminary data are reported on molecular variation in the aggregate of *Bituminaria bituminosa* based on AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*). *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H. Stirt. (= *Psoralea bituminosa* L.) is widely distributed in the Mediterranean basin and the Canary Islands, and several infraspecific taxa have been described with different taxonomic significance. The studied samples come from Iberian and Canarian populations belonging to varieties *bituminosa*, *albomarginata* and *crassiuscula* (the latter two exclusive from The Canaries), as well as from other Mediterranean populations with morphological peculiarities (e.g. Galilea, Israel). Primers selected were EcoRI+MseI: ACA+CAG, AAG+CTA, AAC+CTC. Results point out to two clusters. One of them groups the Iberian and Mediterranean populations belonging to var. *bituminosa*, whilst the other groups the Canarian populations of all varieties. Genetic results are greatly coincident with morphological analyses carried out previously in those populations. All those data allow differentiation among Iberian and Canarian populations.

Kew words: genetic variability, AFLP, Iberian Peninsula, Canary Islands.

INTRODUCCIÓN

Bituminaria bituminosa (L.) C. H. Stirt. (*Leguminosae*, *Psoraleeae*) es una planta herbácea perenne de hábito hemicriptofítico a sufruticoso, con una distribución circummediterránea, que se extiende hasta las islas oceánicas del Atlántico (Stirton, 1981). En el archipiélago de Canarias, se reconocen dos variedades endémicas: *B. bituminosa* var. *albomarginata* Méndez *et al.* y *B. bituminosa* var. *crassiuscula* Méndez *et al.* (Méndez *et al.*, 1991). Estas poblaciones están bien separadas morfológicamente de las restantes canarias y peninsulares, que corresponden a la variedad típica (Méndez *et al.*, 1991; Coca, 2003).

El notable interés de este grupo por su valor forrajero, ha originado que sea objeto de trabajos e investigaciones acerca de su calidad forrajera (Méndez y Fernández, 1990; Muñoz y Correal, 1998; Méndez, 2000), resistencia al frío (Muñoz y Correal, 1999), contenido en cumarinas (Méndez y Fernández, 1990; Méndez *et al.*, 2001), etc. Sin embargo, son escasos los trabajos que analizan su variabilidad genética para constatar su variabilidad genética frente a la morfológica (Muñoz *et al.*, 2000), así como la identificación de algunas poblaciones con el uso de marcadores genéticos (RAPD; AFLP; etc.).

El presente trabajo es una primera aproximación de los estudios de variabilidad genética con el uso de la técnica AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) (Vos *et al.*, 1995). Este estudio se relaciona con un proyecto multidisciplinar sobre este taxon (RTA01-026-C3-3), basado en trabajos morfológicos, reproductivos, contenido en cumarinas, resistencia al frío, tamaño de genoma, etc., que se están llevando a cabo en la actualidad, para disponer de resultados aplicables a futuros trabajos de selección y mejora agronómica de esta especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 57 individuos de *B. bituminosa*, procedentes de diferentes poblaciones del archipiélago canario, Península Ibérica e Israel, han sido analizados (tabla 1), que corresponden a las variedades canarias (var. *albomarginata* y *crassiuscula*) y la variedad típica (var. *bituminosa*) de dicha especie.

El material vegetal recolectado (hojas y flores) fue conservado en gel de sílice (Chase y Hills, 1991). La extracción del ADN se ha realizado de acuerdo con el método de 2x CTAB (Doyle y Doyle, 1987). La técnica AFLP se llevó a cabo atendiendo a los protocolos para plantas de genoma de tamaño normal de 500-6000 Mb (Applied Biosystems Inc.). Esta técnica se realiza en tres fases –restricción-ligado, amplificación pre-selectiva y amplificación selectiva– (Vos *et al.*, 1995). Para la selección de los cebadores selectivos, se realizaron 17 combinaciones con diferentes cebadores, de las que tres resultaron ser eficaces: EcoR1 + Mse1: ACA+CAG, AAG+CTA, AAC+CTC. Las muestras fueron procesadas con el secuenciador ABI Prism™ 377. Los geles fueron analizados con los programas informáticos Genescan 3.1 y Genotyper® 2.0 (PE Applied Biosystems Inc.). Con el último programa indicado, sólo los fragmentos de tamaño variable entre 50-500 pares de bases fueron incluidos en una matriz binaria donde los fragmentos de una misma banda fueron marcados como presentes (1) o ausentes (0). La matriz binaria resultante fue analizada con el algoritmo UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages) mediante el programa PAUP v. 4.0d64 (Swofford, 1998).

Tabla 1. Táxones y poblaciones de *B. bituminosa* estudiadas. Se indica el número de individuos analizadas por población.

Taxon	Población	Nº individuos
<i>var. albomarginata</i>	Famara (Lanzarote)	5
	Teno (Tenerife)	4
<i>var. crassiuscula</i>	Cañadas (Tenerife)	4
<i>var. bituminosa</i>	Tenerife	8
	Güïmar (Tenerife)	5
	Israel	4
	Portugal	5
	Huesca	5
	Santiago de la Espada (Jaén)	4
	La Perdiz (Murcia)	6
Sierra Helada (Alicante)	5	

RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 416 bandas, de las que 226 fueron polimórficas (55.1%). El dendrograma de UPGMA obtenido evidencia la existencia de diferentes grupos (figura 1). Las poblaciones canarias forman un grupo más o menos compacto, separado de las poblaciones mediterráneas, con la única excepción de un ejemplar de Tenerife. En este grupo canario, se incluyen todas las localidades estudiadas, con independencia de la variedad taxonómica a la que pertenezcan. Para la mayor parte de los casos: no se aprecia una clara separación de las poblaciones e incluso de las variedades. La única población que aparece agrupada y aislada del resto corresponde a la de Güïmar (*B. bituminosa* var. *bituminosa*).

Con respecto de las poblaciones de la Península Ibérica e Israel se aprecia una mayor diferenciación. Israel forma un grupo bien separado, mostrando cierta tendencia a relacionarse con las poblaciones ibéricas más que con las canarias. Por su parte, las poblaciones ibéricas se separan en dos grupos, quedando Huesca y Sierra Helada (Alicante), por un lado; y las de La Perdiz (Murcia), Santiago de la Espada (Jaén) y Portugal, por otro. Cabe indicar que aunque todos ellos forman grupos individualizados, en el grupo de Santiago de la Espada aparecen un individuo de Huesca y Tenerife.

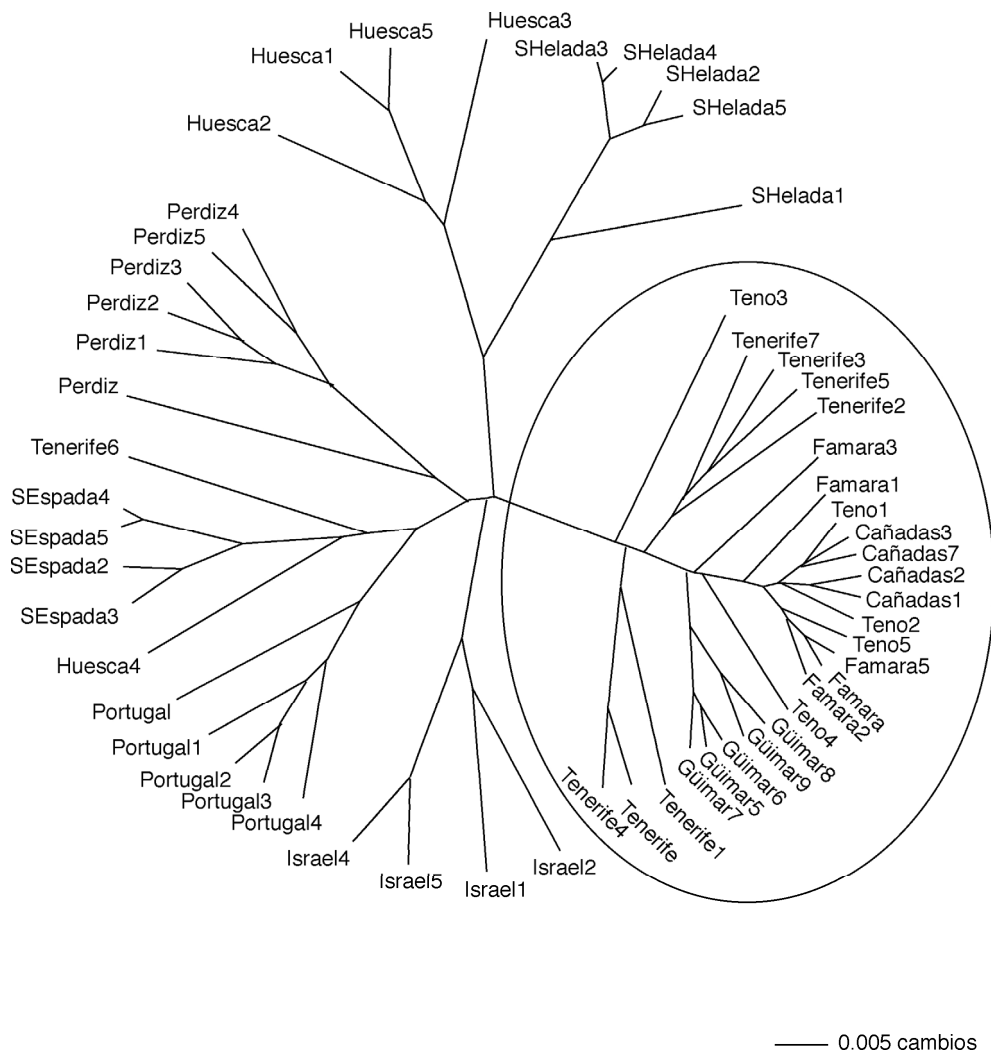


Figura 1. Dendrograma de UPGMA de las poblaciones de Canarias, Israel y Península Ibérica. Se ha marcado con una circunferencia el grupo de las poblaciones canarias.

DISCUSIÓN

Los resultados aquí obtenidos presentan un gran interés debido a la existencia de grupos canarios, peninsulares y mediterráneos bien separados en *B. bituminosa*, lo que coincide en gran medida con los resultados morfológicos (Coca, 2003; Coca *et al.*, 2003; Muñoz *et al.*, 2000) y moleculares (Muñoz *et al.*, 2000) previamente publicados. La separación de las poblaciones canarias y peninsulares es totalmente coincidente con los resultados obtenidos anteriormente por Muñoz *et al.* (2000). Estos autores, con el uso de RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), obtienen una notable separación de las

poblaciones canarias, con independencia de la variedad analizada (var. *albomarginata*, *crassiuscula* y *bituminosa*). Esta separación podría estar respondiendo al hecho de la propia historia geológica de las islas Canarias y la Península Ibérica. Con respecto a las poblaciones peninsulares estudiadas por Muñoz *et al.* (2000), la mayor parte de éstas presentan una reducida variabilidad molecular, siendo poblaciones muy similares genéticamente. Sin embargo, las poblaciones peninsulares estudiadas en el presente trabajo muestran una mayor variabilidad genética, pudiéndose reconocer grupos bien aislados, sin entremezclarse con otras poblaciones, como es el caso de Sierra Helada, La Perdiz o Portugal. Esta gran variabilidad genética parece estar en concordancia con la amplia variabilidad morfológica encontrada en este grupo (Coca, 2003; Coca *et al.*, 2003).

No obstante, los resultados con AFLP difieren parcialmente con los resultados morfológicos previos, fundamentalmente en relación con los táxones canarios (Coca, 2003; Coca *et al.*, 2003; Muñoz *et al.*, 2000). En este sentido, las relaciones de la var. *albomarginata* (Famara y Teno) y var. *crassiuscula* (Cañadas), no han resultado ser las esperables, atendiendo a los resultados morfológicos existentes. Los individuos de ambas variedades canarias aparecen entremezclados, a diferencia de la notable separación morfológica demostrada en varios trabajos previos (Coca, 2003; Muñoz *et al.*, 2000). Atendiendo a estas diferencias, es necesario profundizar en el estudio de las poblaciones canarias (intrapoblacional e interpoblacional), con el fin de determinar si estas relaciones se mantienen o es efecto del bajo número de poblaciones e individuos analizados.

Se presenta por primera vez la relación de la variabilidad genética de una población del Mediterráneo oriental (Israel) junto con poblaciones canarias y peninsulares. Los datos previos basados en caracteres morfológicos indicaban una notable relación con la variedad *albomarginata* (Coca, 2003). Sin embargo, este hecho no coincide con los resultados aquí obtenidos, siendo más próxima genéticamente a las poblaciones peninsulares de la variedad típica (figura 1). Este hecho puede estar debido a que todas ellas son plantas mediterráneas, y por ello, aún persista cierta relación genética entre ellas. No obstante, y con el fin de poner de manifiesto la relación entre las poblaciones mediterráneas occidentales y orientales, en futuros trabajos será necesario incluir otras localidades como Cerdeña o Grecia, poblaciones en las que se ha observado una gran diversidad morfológica. De esta forma, se obtendrán datos suficientes para conocer el grado de variabilidad genética del grupo *B. bituminosa* en el Mediterráneo.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, la variabilidad genética interpoblacional de *B. bituminosa* muestra una clara separación de las poblaciones canarias frente a las mediterráneas (Península Ibérica-Israel). Las relaciones genéticas de las poblaciones canarias de las variedades *albomarginata* y *crassiuscula* quedan entremezcladas, sin una clara separación entre ellas. Este hecho muestra ciertas incongruencias con los análisis morfológicos realizados, poniendo de manifiesto, que no siempre la información genética está en consonancia con la morfología, o viceversa. Un futuro estudio centrado en todas las variedades morfológicas canarias de las diferentes islas ofrecería las relaciones genéticas existentes entre ellas en la actualidad. En el caso de las poblaciones mediterráneas (peninsulares e Israel), la similitud existente pone de manifiesto una estrecha relación genética. La notable variabilidad genética de las poblaciones peninsulares parece estar en concordancia con la amplia variabilidad morfológica obtenida en este grupo en previos

estudios. No obstante, los datos aquí expuestos deben de tomarse de forma preliminar, y como punto de partida para estudiar con mayor profundidad este grupo.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a Pilar Méndez y Arnoldo Santos (ICIA-Canarias) por su ayuda en la recolección de muestras vegetales de Canarias. Este trabajo ha sido financiado por el INIA-Subdir. Gen. Prospectiva y Coord. de Programas, proyecto nº RTA01-026-C3-3.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHASE, M.W.; HILLS, H.G. 1991. Silica gel: an ideal material for field preservation of leaf samples for DNA studies. *Taxon*, **40**, 215-220.

COCA, B. 2003. *Caracterización botánica de Bituminaria bituminosa (L.) C. H. Stir. (= Psoralea bituminosa L.) en poblaciones representativas del Mediterráneo occidental, Portugal y Canarias*. Diploma de Estudios Avanzados (D.E.A.). Universidad de Alicante.

COCA, B.; JUAN, A.; RÍOS, S.; CRESPO, M.B.; MÉNDEZ, P. 2003. Caracterización micromorfológica de la leguminosa *Bituminaria bituminosa* (L.) Stir. en diversas poblaciones mediterráneas y atlánticas. En: *Pastos, Desarrollo y Conservación*, 601-607. Ed. A. B. ROBLES; M.E. RAMOS; M.C. MORALES; E. DE SIMÓN; J. BOZA. Granada.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bull.*, **19**, 11-15.

MÉNDEZ, P., 2000. El heno de tедера (*Bituminaria bituminosa*): un forraje apetecible para el caprino en el archipiélago canario. *III R. Ibérica de Pastos y Forrajes*, 411-414.

MÉNDEZ, P.; DÍAZ, E.; RIVERO, R., 2001. Contenido en cumarinas del forraje verde de tедера (*Bituminaria bituminosa*). Stirton (*Leguminosae*) en el archipiélago canario. En: *Biodiversidad de Pastos*, 335-339. Ed. M.B. CRESPO; A. JUAN; S. RÍOS. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad, CIBIO, Alicante.

MÉNDEZ, P.; FERNÁNDEZ, M., 1990. Interés forrajero de las variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton (“tedera”) de Canarias. *PASTOS (nº extr.)*, 264-271.

MÉNDEZ, P.; FERNÁNDEZ, M.; SANTOS, A., 1991. Variedades de *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton (*Leguminosae*) en el archipiélago canario. *PASTOS*, **20-21 (1-2)**, 157-166.

MUÑOZ, A.; CORREAL, E., 1998. *Bituminaria bituminosa* (L.) Stirton, leguminosa de interés forrajero en la Cuenca Mediterránea: I. Situación taxonómica, distribución y autoecología, 87-91. *XXXVIII R.C. SEEP*, Soria.

MUÑOZ, A.; CORREAL, E. 1999. *Bituminaria bituminosa* (L) Stirton, leguminosa de interés forrajero en la Cuenca Mediterránea: II. Comportamiento frente a frío y selección de material tolerante, 257-262. *Actas XXXIX Reunión Científica de la SEEP*. Almería.

MUÑOZ, A.; ORTIZ-DORDA, A.; CORREAL, E. 2000. Morphological and molecular characterization of *Bituminaria bituminosa* accesions from south-east Spain and the Canary islands. *Cahiers OPTIONS méditerranéennes*, **45**, 103-108.

STIRTON, C. H., 1981. Tribe *Psoraleae* (Benth.) Rydb. En: *Advances in legume Systematics*: 337-343. Ed. R.M. Polhill and P.H.Raven. Royal Botanic Gardens, U.K.

SWOFFORD, D.L. 1998. PAUP, version 4.0d64 for Macintosh. Sinauer Associates, Northampton, Mass.

VOS, P. ; HOGERS, R. ; BLEEKER, ET AL. (1995). AFLP: a new concept for DNA fingerprinting. *Nucl. Acids Res.*, **23**, 4407-4414.

ÍNDICE (Vol. II)

Prólogo.....	411
Comité de Honor.....	415
Comité Organizador.....	417
Colaboradores Comité Organizador.....	417
Comité Científico.....	419
Organismos colaboradores.....	421
Entidades colaboradoras.....	421

PRODUCCIÓN VEGETAL

Ponencia

J. PIÑEIRO Y N. DÍAZ. La producción forrajera en la España húmeda.....	425
---	-----

Sesión 1

J. A. OLIVEIRA PRENDES, M. MAYOR LÓPEZ, E. AFIF KHOURI Y R. LINDNER SELBMANN. Caracterización agromorfológica de accesiones del género <i>Agrostis</i> . Primer año de ensayo.....	465
---	-----

L. COSTAL ANDRADE, E. GONZÁLEZ ARRÁEZ Y J.A. OLIVEIRA PRENDES. Resultados medios de la caracterización agronómica de gramíneas pratenses de la Cordillera Cantábrica.....	473
--	-----

R. LINDNER Y R. FORTES. Colección núcleo del género <i>Dactylis</i> en el norte y noroeste de España.....	481
--	-----

J. SALVIA FUENTES, J. SERRA GIRONELLA, M. ARAGAY BENERIA Y X. CARRÉ SALORT. Incidencia del momento de aprovechamiento sobre la calidad y la producción del Raigrás italiano alternativo (<i>Lolium Multiflorum</i> Lam. ssp. <i>alternativum</i>).....	489
---	-----

E. CERAMI, R.R. RAMÍREZ, J. CIRIA Y J. R. ALLUÉ. Evaluación del establecimiento de <i>Brachiaria decumbens</i> cv 'Basilisk' en una finca ubicada en el sector Buría-Londres, Estado de Lara (Venezuela).....	497
--	-----

J. SERRA GIRONELLA, J. SALVIA FUENTES Y M. SOLSONA POBES.	
Producción y valor nutritivo de variedades comerciales de sorgo forrajero y de híbridos de sorgo x pasto del Sudán normales y ‘Brown Midrib’, en el nordeste de Cataluña.....	505
E. LEFI, J. GULÍAS, J. CIFRE Y H. MEDRANO .	
Interés agronómico de <i>Medicago citrina</i> en condiciones mediterráneas.....	513
B. R. VÁZQUEZ DE ALDANA, A. GARCÍA CIUDAD, C. PETISCO, L. GARCÍA CRIADO, Y B. GARCÍA CRIADO.	
Evaluación de variedades de alfalfa en la provincia de Salamanca.....	521
I. DELGADO Y F. MUÑOZ.	
Efecto de la distancia entre líneas, del cultivar y de la localización, sobre la producción de semilla de alfalfa	527
F. MUÑOZ, D. ANDUEZA E I. DELGADO.	
Variación a lo largo del día del valor nutritivo de la alfalfa cultivada en el Valle Medio del Ebro	535
<i>Sesión 2</i>	
A. IBARRA, I. ALBIZU, S. MENDARTE, I. MIJANGOS, C. GARBISU, M. PINTO, Y A. AIZPURUA.	
Efecto del tipo de fertilizante sobre la producción y el contenido proteico en rotaciones forrajeras de zonas húmedas.....	541
R. GARCÍA, S. ANDRÉS, J. ALVARENGA Y A. CALLEJA.	
Efecto de la fertilización NPK y del fraccionamiento del nitrógeno en la producción de tréboles.	549
M. MATOS-MOREIRA, M.E. LÓPEZ-MOSQUERA, E. CARRAL Y M.J. SAINZ.	
Evolución de la fertilidad del suelo bajo diferentes estrategias de abonado orgánico en praderas	557
E. M. FERRERA, L. OLEA, F. J. VIGUERA Y M. J. POBLACIONES.	
Mejora de pastos naturales con aplicación de diversas fuentes fosfóricas y yeso en suelos de rañas y rañizos en el este de Extremadura.....	565
J. SANZ, R. B. MUNTIFERING, B. S. GIMENO Y V. BERMEJO.	
Análisis del crecimiento y de la calidad nutritiva de <i>Trifolium cherleri</i> y de <i>Cynosurus echinatus</i> sometidos a diferentes tratamientos de ozono y nitrógeno.....	573

Sesión 3

M. R. MOSQUERA-LOSADA, E. FERNÁNDEZ-NÚÑEZ Y A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ. Evolución estacional de los niveles de proteína y fósforo de diferentes especies pratenses de la montaña lucense.	581
A. RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, S. RODRÍGUEZ-BARREIRA Y M. R. MOSQUERA-LOSADA. Efecto del sombreado sobre los niveles de proteína y fósforo en <i>Trifolium pratense</i> L. cv ‘Marino’	587
J. BUSQUÉ MARCOS Y S. MÉNDEZ LODOS. Efecto de distintos herbicidas sobre la vegetación de prados invadidos por rabanillo (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.).....	593
I. DELGADO, M. J. OCHOA, F. MUÑOZ Y A. ALBIOL. Aprovechamiento invernal para forraje de un cultivo de cardo (<i>Cynara cardunculus</i> L.) y valoración de su incidencia sobre la producción de biomasa	601
M.J., POBLACIONES, L. OLEA, E.M. FERRERA, F. J. VIGUERA Y J.L. GIL. Influencia de la fecha y del método de conservación en la baja calidad de los forrajes conservados en la dehesa de Extremadura.....	609
Y. GODOY, R. RAMÍREZ, J. R. ALLUÉ Y J. CIRIA Desarrollo vegetativo y composición química de la coquia (<i>Kochia scoparia</i>) bajo condiciones de bosque muy seco tropical.....	617

Sesión 4

A. MARTÍNEZ Y N. PEDROL. Raigrás italiano y maíz implantados con dos sistemas de siembra y abonados con dos tipos de fertilización	625
N. PEDROL, R. PELÁEZ, A. MARTÍNEZ Y G. SICILIA. Aplicación del Sistema Integrado de Diagnósis y Recomendación (DRIS) para evaluar los requerimientos de fertilización de maíz forrajero en la Cornisa Cantábrica	633
L. CAMPO RAMÍREZ Y J. MORENO-GONZÁLEZ. Estudio del efecto de la fecha de recolección en la calidad nutritiva y rendimiento del maíz forrajero (<i>Zea mays</i> L.).....	641
R. PELÁEZ VALLE, B. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, L.F. ALONSO SIERRA Y L. FERNÁNDEZ GARCÍA. Densidad óptima de plantas en maíz forrajero.....	649
R. SUÁREZ, J. PIÑEIRO Y J. VALLADARES. Distintos sistemas de escarda en maíz forrajero	657

N. PEDROL Y A. MARTÍNEZ. Control de la flora arvense en rotaciones ecológicas con maíz forrajero	665
A. MARTÍNEZ, N. PEDROL Y J. PIÑEIRO. Cultivares de Haboncillo (<i>Vicia faba</i> L.) y Triticale (x <i>Triticosecale</i> Wittm.) para producción de forraje invernal en zonas húmedas con mezclas cereal – leguminosa ...	673
A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, B. DE LA ROZA DELGADO, A. SOLDADO CABEZUELO Y A. ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ. Evaluación de producción y valor nutritivo de las habas forrajeras como alternativa al raigrás italiano utilizadas como cultivo de invierno en rotación con el maíz	681
B. DE LA ROZA-DELGADO, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A. MARTÍNEZ- MARTÍNEZ, S. MODROÑO LOZANO, A. SOLDADO-CABEZUELO Y A. ARGAMENTERÍA-GUTIÉRREZ. Aplicación de la filosofía del infrarrojo cercano para la evaluación del valor nutritivo de habas forrajeras.....	689

ECOLOGÍA Y BOTÁNICA DE PASTOS

Ponencia

T.E. DÍAZ GONZÁLEZ Y J.A. FERNÁNDEZ PRIETO. Prados y pastos Cantábricos: origen y diversidad.....	699
--	-----

Sesión 1

P. GARCÍA MANTECA, J. VALDERRÁBANO LUQUE Y M.A. ÁLVAREZ GARCÍA. Cartografía y tipificación de los pastos de Asturias.....	731
R.FANLO, C.CHOCARRO, G.MASIP Y J.LLOVERAS. Cartografía de los recursos pascícolas de Catalunya	739
O. BARRANTES, R. REINÉ, A. BROCA, S. GONZALO, J. ASCASO Y C. FERRER. Pastos arbustivos de coscojar y de espinar caducifolio en la Cordillera Ibérica de Aragón. Tipificación, cartografía y valoración.....	747
R. REINÉ, O. BARRANTES, A. BROCA, S. GONZALO, J. ASCASO Y C. FERRER. Pastos arbustivos de aliagar y de romeral en la Cordillera Ibérica de Aragón. Tipificación, cartografía y valoración.....	755
R. REINÉ, O. BARRANTES, A. BROCA, S. GONZALO, J. ASCASO Y C. FERRER. Pastos arbustivos de erizal y de jaral en la Cordillera Ibérica de Aragón. Tipificación, cartografía y valoración.....	763

O. BARRANTES, R. REINÉ, A. BROCA, S. GONZALO, J. ASCASO Y C. FERRER. Tipificación de los pastos de monte en Aragón	771
J. GULÍAS, M. MUS, J. RAMON, M. RUIZ Y J. CIFRE. Tipificación y evaluación de los recursos pascícolas de la isla de Mallorca: pastos de explotación extensiva.....	777
P. MÉNDEZ, L. DE NASCIMENTO Y A. SANTOS. Caracterización fitocenológica y cartografía de los pastos de Tenerife (I. Canarias) ...	785
C. LÓPEZ-CARRASCO Y P. HOYOS RODRÍGUEZ. Determinación de zonas de dehesa en Castilla-La Mancha mediante cartografía disponible: resultados obtenidos en la provincia de Toledo	793
<i>Sesión 2</i>	
A. GARCÍA FUENTES, A. CANO ORTIZ, L. RUIZ Y E. CANO. Pastizales desarrollados en los cultivos abandonados de olivar-almendral: identificación de las comunidades y aproximación a su valor pastoral	801
A. MARINAS, R. GARCÍA-GONZÁLEZ, D. GÓMEZ, M. GARTZIA Y A. CAMPO. Valor ecológico y pastoral de las gleras calizas (<i>Iberidion spathulatae</i> Br.-Bl. 1948) en el Pirineo Aragonés	809
M. GARTZIA, A. MARINAS, A. CAMPO, R. GARCÍA-GONZÁLEZ Y D. GÓMEZ. Valoración eco-pastoral de los pastos del Puerto de Aísa (Pirineo Occidental).....	817
F. FILLAT, G. BUENO, M.GARTZIA, D. GÓMEZ Y J. AGUIRRE. Inventario de las zonas de pastoreo más frecuentadas en la Montaña de Sesa (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, Puértolas) y la influencia del pastoreo en la dinámica de los pastos.....	825
V. FERRER LORÉS, A. IRIARTE Y J.Mª. MANGADO. Caracterización de pastos herbáceos montanos en la transición atlántico-mediterránea de Navarra	833
J. BARTOLOMÉ, M. BOADA, D. SAURÍ, S. SÁNCHEZ Y J. PLAIXATS. Colonización de pastos por <i>Abies alba</i> , <i>Pinus sylvestris</i> y <i>Pinus mugo</i> en el Parque Natural del Montseny	841
T. BUYOLO, L. FERNÁNDEZ-POZO, D. PATÓN, F. M. VENEGAS, C. CRISÓSTOMO Y J. CABEZAS. Variabilidad en los índices de biodiversidad de pratenses en ecosistemas de la Reserva de la Biosfera de Monfragüe	847
A. CANO-ORTIZ, A. GARCÍA-FUENTES, J. A. TORRES Y E. CANO. Primera aproximación al conocimiento de los pastizales como bioindicadores edáficos en el olivar (Andalucía, España).....	853

L. FERNÁNDEZ-POZO, J. CABEZAS, T. BUYOLO, F. M. VENEGAS, D. PATÓN Y C. CRISÓSTOMO. Relación suelo – vegetación herbácea en ecosistemas de la Reserva de la Biosfera de Monfragüe	861
D. PATÓN, J. CABEZAS, T. BUYOLO, L. FERNÁNDEZ-POZO, F. M. VENEGAS Y C. CRISÓSTOMO. Calidad nutritiva del pastizal mediterráneo de 16 ecosistemas de la Reserva de la Biosfera de Monfragüe.....	869
T. MARTÍNEZ, M. MARTÍNEZ E Y. DÍAZ. Biomasa y composición florística de la vegetación herbácea de zonas de ribera, su efecto en la captura de carbono	875
L. SÁNCHEZ-JARDÓN, M. D. MARTÍN AGUDO, B. ACOSTA, E. GARCÍA-IBÁÑEZ, M. A. CASADO Y F. DÍAZ PINEDA. Disponibilidad hídrica en comunidades de pastizales mediterráneos: simulación experimental en condiciones extremas de temperatura.....	883
<i>Sesión 3</i>	
B.M. JÁUREGUI, R. CELAYA, U. GARCÍA Y K. OSORO. Sucesión de un brezal-tojal quemado experimentalmente sometido a pastoreo con pequeños rumiantes	891
B.M. JÁUREGUI, R. CELAYA, U. GARCÍA Y K. OSORO. Influencia de la raza y de la presión de pastoreo del caprino sobre la fauna en un matorral atlántico	899
J. CABEZAS, T. BUYOLO, L. FERNÁNDEZ-POZO, D. PATÓN, F. M. VENEGAS Y C. CRISÓSTOMO. Intensidad del pastoreo de <i>Cervus elaphus</i> L. sobre pratenses en la Reserva de la Biosfera de Monfragüe.....	907
A. GARCÍA FUENTES, J. J. MUÑOZ Y E. CANO. Alteraciones florísticas en los pastizales sometidos a altas densidades de conejos.....	915
M. E. RAMOS, A. B. ROBLES, J. RUIZ-MIRAZO, J. A. CARDOSO Y J. L. GONZÁLEZ-REBOLLAR. Dispersión endozoócara por ganado ovino de cuatro leguminosas herbáceas de interés forrajero	923
M. LILI, R.M. CANALS, L. SAN EMETERIO, J. PERALTA E I. ZABALGOGEAZCOA. Aleloquímicos en <i>Lolium rigidum gaud.</i> : ¿micotoxinas o fitotoxinas?.....	931
E. CHINEA, R. MESA, E. BARQUÍN, J. FRAGOSO, L. M. MARTÍN Y J.R. ARÉVALO. Composición del banco de semillas de los pastos de Tenerife (Islas Canarias).....	939

F. M. SALVADOR, M. A. ALONSO Y S. RÍOS. Avance sobre los pastos de turberas en los Andes Centrales peruanos (Lauricocha, Húanuco).....	947
A. J. HERNÁNDEZ Y J. PASTOR. Incidencia conjunta de metales pesados en pastos de vacuno ubicados en el entorno de una mina abandonada en la Sierra de Guadarrama	955
J. YERA, C. FERRER, D. GÓMEZ-GARCÍA Y J. ASCASO. Leguminosas raras y catalogadas de zonas de pastos de Aragón	963
A. JUAN, B. COCA, M. B. CRESPO, S. RÍOS Y E. CORREAL. Datos preliminares sobre variabilidad molecular poblacional en el agregado de <i>Bituminaria bituminosa</i> (<i>Leguminosae</i>).....	971
<i>Índice (Vol. II)</i>	979
<i>Índice de autores (Vol. I y II)</i>	989

ÍNDICE DE AUTORES (Vol. I y II)

AUTORES	PÁGINAS
ACOSTA, B.	883
AFIF KHOURI, E.	465
AGUIRRE, J.	299, 825
AIZPURUA, A.	541
ALBIOL, A.	601
ALBIZU, I.	541
ALDEZABAL, A.	81
ALLEGRETTI, L.	221
ALLES, A.	153
ALLUE, J.R.	497, 617
ALONSO, E.	89
ALONSO, M.A.	947
ALONSO GONZÁLEZ, S.	262
ALONSO SIERRA, L.F.	649
ALVARENGA, J.	549
ÁLVAREZ, S.	229
ÁLVAREZ GARCÍA, M.A.	731
AMMAR, A.	291
ANDRÉS, S.	105, 549
ANDUEZA, D.	535
ARAGAY BENERIA, M.	489
ARÉVALO, J.R.	939
ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ, A.	161, 169, 681, 689
ASCASO, J.	747, 755, 763, 771, 963
BÁEZ BERNAL, D.	183
BARQUÍN, E.	939
BARRANTES, O.	747, 755, 763, 771
BARROSO, F.G.	351
BARTOLOMÉ, J.	841
BERMEJO, V.	573
BLÁZQUEZ CARRASCO, A.	367, 375

BOADA, M.	841
BOCHI, O.....	105
BROCA, A.	747, 755, 763, 771
BUENO, G.	825
BUSQUÉ MARCOS, J.	593
BUSTAMANTE, J.	153
BUYOLO, T.....	847, 861, 869, 907
CABEZAS, J.	847, 861, 869, 907
CALLEJA, A.....	105, 549
CAMPO, A.	307, 809, 817
CAMPO RAMÍREZ, I.	641
CANALS, R.M.	931
CANO, E.	801, 853, 915
CANO ORTIZ, A.....	801, 853
CARBONERO MUÑOZ, M.D.	367, 375
CARDELLE, M.	121, 129, 137, 145
CARDOSO, J.A.....	923
CARRAL, E.	557
CARRÉ SALORT, X.	489
CASADO, M.A.	883
CASTRO, P.....	73, 121, 129, 137, 145
CASTRO INSUA, J.	183
CELAYA, R.....	45, 207, 213, 253, 315, 323, 891, 899
CERAMI, E.....	497
CHINEA, E.....	939
CHOCARRO, C.....	739
CIFRE, J.....	513, 777
CIRIA, J.	497, 617
CLAVERO, T.....	345
COCA, B.....	971
CORREAL, E.....	971
COSTAL ANDRADE, L.	473

CRESPO, M.B.	971
CRISÓSTOMO, C.	847,861, 869, 907
CUETO ARDAVÍN, M.A.	161, 169
DAZA, A.	391
DELFA, R.	245
DELGADO, I.	245, 527, 535, 601
DÍAZ, C.	229
DÍAZ, E.	383
DÍAZ, N.	425
DÍAZ, Y.	875
DÍAZ GONZÁLEZ, T.E.	699
DÍAZ PINEDA, F.	883
FANLO, R.	739
FERNÁNDEZ, I.	383
FERNÁNDEZ, P.	383
FERNÁNDEZ GARCÍA, L.	649
FERNÁNDEZ-LORENZO, B.	73, 121, 129, 137, 145
FERNÁNDEZ-NÚÑEZ, E.	581
FERNÁNDEZ-POZO, L.	847, 861, 869, 907
FERNÁNDEZ PRIETO, J.A.	699
FERNÁNDEZ RANCHAL, A.	367
FERNÁNDEZ REBOLLO, P.	367, 375
FERREIRA, L.M.M.	253
FERRER, C.	755, 763, 771, 963
FERRER LORES, V.	283, 833
FERRERA, E.M.	565, 609
FILLAT, F.	267, 299, 825
FLORES, G.	121, 129, 137, 145
FONDEVILLA, C.	299
FORTES, R.	481
FRAGOSO, J.	939
FRESNO, M.	229

GARBISU, C.....	541
GARCÍA, R.	105, 549
GARCÍA, U.	45, 207, 213, 253, 315, 323, 891, 899
GARCÍA CIUDAD, A.	97, 521
GARCÍA CRIADO, B.....	97, 521
GARCÍA CRIADO, L.	521
GARCÍA FUENTES, A.	801, 853, 915
GARCÍA-GONZÁLEZ, R.	307, 809, 817
GARCÍA-IBÁÑEZ, E.	883
GARCÍA MANTECA, P.	731
GARTZIA, M.....	307, 809, 817, 825
GIL, J.L.	609
GIMENO, B.S.....	573
GODOY, Y.....	617
GÓMEZ, A.	383
GÓMEZ, D.	809, 817, 825
GÓMEZ-GARCÍA, D.....	963
GONZÁLEZ, F.	359
GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.....	121, 129, 137, 145
GONZÁLEZ ARRÁEZ, E.....	473
GONZÁLEZ-REBOLLAR, J.L.	337, 351, 923
GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A.....	191, 199
GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, B.....	649
GONZALO, S.....	747, 755, 763, 771
GUADA, J.A.	237
GULÍAS, J.	513, 777
HERNÁNDEZ, A.J.	955
HOYOS RODRÍGUEZ, P.	793
IBARRA, A.....	541
IGARZABAL, A.	89
IRIARTE, A.	283, 833
JÁUREGUI, B.M.....	207, 213, 253, 315, 323, 891, 899

JOY, M.	245
JUAN, A.....	971
KELI, A.	237
LECHUGA DÍAZ, M.P.	375
LEFI, E.	513
LILI, M.....	931
LINDNER SELBMANN, R.....	465, 481
LLOVERAS, J.	739
LÓPEZ, S.	105
LÓPEZ BOTE, C.	391
LÓPEZ-CARRASCO, C.....	391, 793
LÓPEZ DÍAZ, J.	191, 199
LÓPEZ DÍAZ, M.L.	331
LÓPEZ-MOSQUERA, M.E.	557
MANDALUNIZ, N.....	81, 89, 275
MANGADO, J.M ^a	283, 833
MANRIQUE, E.	291
MARCELINO SOROETA, J.....	17
MARINAS, A.....	307, 809, 817
MARTÍN, L.M.....	939
MARTÍN AGUDO, M.D.	883
MARTÍNEZ, M.	875
MARTÍNEZ, T.	351
MARTÍNEZ, T.	875
MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A.	161, 169, 681, 689
MARTÍNEZ MARTÍNEZ, A.....	45, 625, 633, 665, 673, 689
MASIP, G.....	739
MATOS-MOREIRA, M.....	557
MAYOR LÓPEZ, M.	465
MEDIAVILLA, S.	97
MEDRANO, H.	513
MENDARTE, S.	541

MÉNDEZ, P.....	229, 785
MÉNDEZ LODOS, S.....	593
MENÉNDEZ DE LUARCA, S.....	17
MESA, R.....	939
MIJANGOS, I.....	541
MODROÑO LOZANO, S.....	689
MONTSERRAT, P.....	267
MORENO, P.....	383
MORENO, V.....	359
MORENO-GONZÁLEZ, J.....	641
MOSQUERA-LOSADA, M.R.....	331, 581, 587
MUNTIFERING, R.B.....	573
MUÑOZ, F.....	245, 527, 535, 601
MUÑOZ, J.J.....	915
MUÑOZ DE LUNA, T.....	391
MURILLO, M.....	359
MUS, M.....	777
NASCIMENTO, L. DE.....	785
NAVARRO CERRILLO, R.....	367
NOVOA MARTÍNEZ, R.....	183
OCHOA, M.J.....	601
OLAIZOLA, A.M ^a	291
OLEA, L.....	565, 609
OLIVÁN, M.....	45, 253
OLIVEIRA PRENDES, J.A.....	465, 473
OLIVES, J.R. DE.....	153
OLMOS, G.....	237
OREGUI, L.M.....	81, 89, 275
OSORO, K.....	45, 207, 213, 253, 315, 323, 891, 899
PÁEZ, J.....	221
PAREDES, J.....	359
PASSERA, C.....	221

PASTOR, J.....	955
PATÓN, D.....	847, 861, 869, 907
PEDREÑO, A.....	351
PEDRO, E. DE,	383
PEDROL, N.	625, 633, 665, 673
PELÁEZ VALLE, R.	633, 649
PERALTA, J.....	931
PETISCO, C.....	97, 521
PICÓN ALONSO, E.	17
PINTO, M.....	541
PIÑEIRO, J.	425, 657, 673
PLAIXATS, J.	841
POBLACIONES, M.J.	565, 609
PRIETO, P.M.....	359
RAMÍREZ, R.R.....	497, 617
RAMON, J.....	777
RAMOS, M.E.....	337, 923
RAZZ, R.	345
REINÉ, R.	747, 755, 763, 771
RESCH, C.	121, 129, 137
REY, A.	391
RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.....	331, 581, 587
RÍOS, S.....	947, 971
ROBLES, A.B.....	221, 337, 351, 923
RODRÍGUEZ-BARREIRA, S.....	587
ROVIRA, J.....	153
ROZA DELGADO, B. DE LA,	161, 169, 681, 689
RUIZ, L.....	801
RUIZ, M.	777
RUIZ, R.	275
RUIZ-MIRAZO, J.....	337, 923
SAINZ, M.J.....	557

SALCEDO DÍAZ, G.	113, 175
SALVADOR, F.M.	947
SALVIA FUENTES, J.	489, 505
SAN EMETERIO, L.	931
SÁNCHEZ, L.	383
SÁNCHEZ, S.	841
SÁNCHEZ-JARDÓN, L.	883
SANTOS, A.	785
SANUY, D.	299
SANZ, J.	573
SARTOR, C.	221
SAURÍ, D.	841
SERRA GIRONELLA, J.	489, 505
SICILIA, G.	633
SOLDADO CABEZUELO, A.	681, 689
SOLSONA POBES, M.	505
SUÁREZ, R.	657
TORRES, J.A.	853
ÚBEDA, A.	221
VALDERRÁBANO LUQUE, J.	731
VALLADARES, J.	73, 121, 129, 137, 145, 657
VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.	97, 521
VÁZQUEZ YÁÑEZ, O.P.	191, 199
VEGA, A. DE,	237
VENEGAS, F.M.	847, 861, 869, 907
VICENTE, F.	161, 169
VIGUERA, F.J.	565, 609
YERA, J.	963
ZABALGOGEAZCOA, I.	97, 931