

R. Barne
Mayo 2002

PRODUCCIÓN DE PASTOS, FORRAJES Y CÉSPEDES

ACTAS

XLII Reunión Científica de la Sociedad Española
para el Estudio de los Pastos
6-10 de mayo de 2002, Lleida (España)

Chocarro, C.; Santiveri, F.; Fanlo, R.; Bovet, I.; Lloveras, J.
(Editores)

Edicions de la Universitat de Lleida, 2002

© Edicions de la Universitat de Lleida
© de la compilación: Chocarro, C.; Santiveri, F.; Fanlo, R.; Bovet, I.; Lloveras, J.
© de los textos: los autores

Diseño de portada: Montse Maench
Maquetación: Servei de Publicacions (UdL) Laura Narro
Impresión: INO Reproducciones
Encuadernación: Fontanet

ISBN: 84-8409-145-7
D.L.: Z-916-2002

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación sin autorización expresa de los autores y editores de la misma.

COMITÉ DE HONOR

Hble. Sr. Josep Grau i Seris
Conseller d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya

Excmo. y Magfco. Sr. D. Jaume Porta i Casanellas
Rector de la Universitat de Lleida

Ilmo. Sr. D. Josep Maria Pujol i Gorné
President del Consell Social de la Universitat de Lleida

Ilmo. Sr. D. Antoni Siurana i Zaragoza
Paer en Cap del Excmo. Ajuntament de Lleida

Ilmo. Sr. D. Josep Pont i Sans
President de la Excma. Diputació de Lleida

Sr. D. Xavier Coll i Gilabert
Director General de Producció Agrària i Innovació Rural.
Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya

Ilmo. Sr. D. Leopoldo Olea Márquez de Prado
Presidente de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP)

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente

D. Jaume Lloveras i Vilamanyà
Dpto. Producció Vegetal i Ciència Forestal.
Universitat de Lleida. Centro UdL-IRTA.

Vocales

Dña. Isabel Bovet i Pla
Dpto. Hortofructicultura, Botànica i Jardineria.
Universitat de Lleida

D. Xavier Canut i Esteva
Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
La Seu d'Urgell

Dña. Cristina Chocarro Gómez
Dpto. Producció Vegetal i Ciència Forestal.
Universitat de Lleida

Dña. Rosario Fanlo Domínguez
Dpto. Producció Vegetal i Ciència Forestal.
Universitat de Lleida

D. Miquel Pascual i Roca
Dpto. Hortofructicultura, Botànica i Jardineria.
Universitat de Lleida

D. Narciso Pastor Sáez
Dpto. Hortofructicultura, Botànica i Jardineria.
Universitat de Lleida

Dña. Francisca Santiveri Morata
Dpto. Producció Vegetal i Ciència Forestal.
Universitat de Lleida. Centro UdL-IRTA.

Dña. Teresa Sebastià Álvarez
Dpto. Hortofructicultura, Botànica i Jardineria.
Universitat de Lleida. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

COMITÉ CIÉNTIFICO

D. Francisco Alcaráz
Universidad de Murcia

D. Manel Aragay
DARP. Generalitat de Catalunya

D. Gerardo Besga
NEIKER. Eusko Jaularitza

Dña. Isabel Bovet
Universitat de Lleida

Dña. Rosa María Canals
Universidad Pública de Navarra

Dña. Pilar Castro
CIAM. Xunta de Galicia

D. Jesús Círia
Universidad de Valladolid

Dña. Cristina Chocarro
Universitat de Lleida

D. Ignacio Delgado
SLA. Diputación General de Aragón

Dña. Rosario Fanlo
Universitat de Lleida

D. Carlos Ferrer
Universidad de Zaragoza

D. Federico Fillat
CSIC. Jaca

D. Balbino García
CSIC. Salamanca

D. Antonio González
CIAM. Xunta de Galicia

D. José Luis González-Rebollar
CSIC. Granada

Dña. Celia López
CI. Castilla - La Mancha

D. Jaume Lloveras
Universitat de Lleida. Centro UdL-IRTA

Dña. Adela Martínez
SERIDA. Principado de Asturias

Dña. Teodora Martínez
IMIA. Madrid

D. Hipólito Medrano
Universitat de les Illes Balears

D. Leopoldo Olea
Universidad de Extremadura

D. José Alberto Oliveira
Universidad de Oviedo

D. Koldo Osoro
SERIDA. Principado de Asturias

D. Juan Piñeiro
CIAM. Xunta de Galicia

Dña. Josefina Plaixats
Universitat Autònoma de Barcelona

D. Segundo Ríos
Universidad de Alacant

Dña. Ana Belén Robles
CSIC. Granada

Dña. Sonia Roig
Universidad Politécnica de Madrid

D. Alfonso San Miguel
Universidad Politécnica de Madrid

Dña. Francisca Santiveri
Universitat de Lleida. Centro UdL-IRTA.

D. Emiliano Sanz
Universitat de Lleida

Dña. Teresa Sebastià
Universitat de Lleida. CTFC.

ENTIDADES ORGANIZADORAS

Universitat de Lleida

Subdirecció General d'Innovació Rural. Departament de Agricultura, Ramaderia i Pesca.
Generalitat de Catalunya (DARP)

Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP)

Centro UdL - IRTA

ENTIDADES COLABORADORAS

Direcció General d'Universitats, Recerca, i Societat de la Informació (DURSI)
Generalitat de Catalunya

Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles (AIFE)

Excma. Diputació de Lleida

Excmo. Ajuntament de Lleida

Fundació Territori i Paisatge. Caixa de Catalunya.

Pioneer Hi-bred

Cooperativa Cadí

Cooperativa La Pirenaica

Raimat Golf - Club

Transalfals & La Vispesa

RENFE

IBERIA

ACTEL

PRESENTACIÓN

Los sistemas pastorales, en sus diferentes facetas, ocupan cerca de un 20 % de la superficie española y un 25 % de la mundial.

Desde hace más de medio siglo, no sólo son estudiados desde sus aspectos productivos, sino también desde los puntos de vista ecológico y social, y han sido, en algunos casos, tomados como ejemplo de las relaciones interespecíficas, de la sucesión ecológica, de las adaptaciones de sus especies, o por su importancia medioambiental.

Mucho se ha avanzado en el estudio de los pastos y forrajes españoles desde la última reunión celebrada en Catalunya (Vic) durante 1984, como se ha ido dejando constancia en las jornadas científicas celebradas anualmente en otras comunidades autónomas.

Las nuevas metodologías incorporadas al estudio de las técnicas de la producción y de la calidad, la utilización de sistemas informáticos en cartografía y los estudios de aspectos ecológicos de las especies y comunidades de utilidad pastoral están permitiendo una mejor gestión y aprovechamiento de los recursos forrajeros.

Este volumen, que hoy llega a vuestras manos, recoge los más de 80 trabajos y ponencias presentadas en la XLII reunión de la SEEP celebrada en Lleida en mayo de 2002. El carácter multidisciplinar de su composición (con estudios sobre botánica, producción de pastos, forrajes y céspedes, producción animal, gestión agro-silvo-pastoral, aspectos económicos y sociales de los sistemas) es fiel reflejo de la actividad investigadora de sus socios, y sirve de base de información permanente para aquellos que, de forma directa o indirecta, estén interesados en la temática de los pastos, forrajes y céspedes, y cuanto con ellos se relaciona.

Es fácil imaginar que, durante la edición de esta obra, ha habido momentos en los que se ha contado con la inestimable ayuda de muchas personas, a las que agradecemos desde aquí su colaboración; sin olvidar la ayuda económica para la edición de entidades públicas y privadas. A todos, la gran familia de los pascólogos y adlateres, gracias y "per molts anys".

El Comité Organizador
Mayo, 2002

ÍNDICE

PONENCIA INAUGURAL

- La ganadería extensiva en Cataluña. El nuevo marco legislativo.
Coll, X. 19

Sección A: ECOLOGÍA Y BOTÁNICA DE PASTOS Y CÉSPEDES

Ponencias

- El césped en España. Situación actual y perspectivas de futuro.
Pastor J.N.; Bovet, I. y Pascual, M. 31
- Material vegetal para uso cespitoso en España.
Cirera, J. 37
- X Los pastos en Cataluña: tipología Corine y directiva hábitats.
Vigo, J.; Carreras, J. 43

Comunicaciones

- A1. Estudio comparativo del comportamiento cespitoso de diferentes cultivales de
Poa pratensis L.
Cirera, J.; Pastor, J.N. 55
- A2. Elección de especies cespitosas de un campo de golf construido bajo parámetros
de eficiencia hídrica: proyecto de ampliación del "Rimat Golf Club" en Lleida.
Pastor, J.N.; Bonet, I.; Pascual, M. 61
- A3. Utilización de aguas residuales en el riego de especies cespitosas.
Cirera, J.; Pastor, J. 67
- A4. Crecimiento inicial de *Medicago arborea* L. y *Medicago citrina* (Font Quer)
Greuter: respuesta al déficit hídrico en suelo y capacidad de recuperación.
Lefi, E.; Medrano, H. 73
- A5. Aclimatación a bajas temperaturas y tolerancia a la congelación en dos especies
anuales de trébol.
Hekneby, M.; Antolín, M.C.; Sánchez-Díaz, M. 79
- A6. Caracterización del género *Dactylis* en la cordillera cantábrica.
Lindner, R.; Lema, M. 85
- X A7. Clave simplificada para la determinación de los prados y pastos pirenaicos.
Gómez, D.; Remón, J.L.; García-González, R. 91

— A8.	Análisis de la flora de las fitocenosis pascícolas herbáceas de la alberca de Loreto (Huesca, España). <i>Yera, J.; Ascaso, J.</i>	99
A9.	Estudio florístico de los pastizales del sector occidental del Valle de Alcudia (Ciudad Real). <i>García Fuentes, A.; Salazar, C.; Lara, J.J.; Cano, E.</i>	105
— A10.	Aproximación al estudio de los majadales silícolas del sector occidental del Valle de Alcudia (Ciudad Real, España). <i>García Fuentes, A.; Melendo, M.; Lara, J.J.; Cano, E.</i>	111
A11.	Caracterización de herbáceas acompañantes de los jarales de <i>Cistus ladanifer</i> en el oeste de la Península Ibérica. <i>Chaves, N.; Buyolo, T.; Cabezas, J.; Escudero, J.C.</i>	117
— A12.	Influencia del pastoreo en la composición de la vegetación a lo largo de un gradiente climático. <i>F. De Bello, T. Torrigiani Y M.T. Sebastià.</i>	123
— A13.	Dinámica sucesional de las comunidades vegetales con interés pascícolas en el Valle de Alcudia (Ciudad Real, España). <i>García Fuentes, A.; Torres, J.A.; Lara, J.J.; Cano, E.</i>	129
— A14.	Diversidad durante la sucesión en taludes de carreteras de la provincia de Salamanca. <i>Garañeda, R.; Martínez-Ruiz, C.; Fernández Santos, B.</i>	135
~ A15.	Los pastos de la Alcarria y sus principales características edáficas. <i>Pastor, J.; Prieto, N.; Hernández, A.J.</i>	141
— A16.	Caracterización edáfica de cinco comunidades pascícola en los puertos de Aisa y Ordesa (Pirineo Central). <i>Badía, D.; Lalueza, B.; Vadillo, L.; Martí-Dalmau, C.; García-González, R.</i>	147
A17.	Características químicas de suelos y características importantes de las fases vegetativa y regenerativa de especies colonizadoras de vertederos sellados en relación a barbechos y pastos del territorio arcósico. <i>Hernández, A.J.; Urcelai, A.; Pastor, J.</i>	153
— A18.	Recarga del banco de semillas en un prado pirenaico tras el primer corte de la hierba. <i>Reiné, R.; Chocarro, C.; Fillat, F.</i>	159
— A19.	Evolución temporal del pastizal acompañante de <i>Cytisus multiflorus</i> (L'Hér), tras desbroce y posterior quema. <i>Buyolo, T.; Escudero, J.C.</i>	165
— A20.	Efecto del pastoreo por bovino retinto sobre la amplitud del nicho de especies pascícolas en dehesas de Extremadura. <i>Paton, D.; Díaz-Romero, E.</i>	171
— A21.	Variaciones estructurales y de composición en el pastizal de dehesa tras la utilización por ganadería vacuna. <i>Buyolo, T.; Escudero, J.C.</i>	177

- A22.	Estructura y productividad de diversas comunidades en el Pirineo Central según el tipo de pastoreo. <i>Taüll, M.; Sebastià, M.T.</i>	183
- A23	Biomasa aérea y producción primaria de pastizales submediterráneos en la Plana de Vic (Cataluña). <i>Casas, C.; Ninot, J.M.</i>	189
- A24	Evolución temporal de la distribución de la biomasa subterránea en pastos herbáceos mediterráneos. <i>Acosta, B.; Ascanio, R.; Pérez-Corona, M.E.; Rescia, A.J.; Pineda, F.D.</i>	195
- A25	Valoración de los recursos pascícolas en el Parque Natural de Aralar (País Vasco). <i>Mendarte, S.; Albizu, I.; Besga, G.; Amezaga, I.; Onaindia, M.</i>	201

Sección B: PRODUCCIÓN VEGETAL

Ponencias

Producción y utilización de los forrajes en Cataluña. <i>Pujol, M.; Armadàs, R.</i>	211
La evolución de la deshidratación de forrajes en España: perspectivas de futuro. <i>Ollé, F.</i>	227

Comunicaciones

- B1.	Cartografía preliminar de recursos pascícolas en Aragón. La provincia de Huesca como ejemplo. <i>Broca, A.; Ferrer, C.; Maestro, M.</i>	237
- B2.	Revisión bibliográfica de la producción primaria neta aérea de las principales comunidades pascícolas pirenaicas. <i>García-González, R.; Marinas, A.; Gómez, D.; Aldezabal, A.</i>	245
- B3.	Valoración forrajera de los pastos de <i>Festuca gautieri</i> (Hackel) K. Richt en el Pirineo Aragonés. <i>Marinas, A.; García-González, R.; Gómez-García, D.</i>	251
- B4.	Presentación preliminar de una tabla de resultados productivos y analíticos de recursos pascícolas de Aragón. <i>Maestro, M.; Ferrer, C.; Broca, A.</i>	257
B5.	Exportación de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O restitución con purín de vacuno en prados y praderas. <i>Ferrer, C.; Maestro, M.; Broca, A.</i>	265
- B6.	Seguimiento del abonado y de la fertilidad del suelo en la granja Arqueixal durante el proceso de conversión en ecológica. <i>Castro, J.; Novoa, R.; Blazquez, R.; Barbeyto, F.; Díaz, N.; Piñeiro, J.</i>	271

B7.	Establecimiento y producción de líneas autóctonas de trébol subterráneo en la dehesa salmantina. <i>Morales, R.; Pérez Sánchez, R.; Crespo, M.C.</i>	277
B8.	Efecto de la siembra en superficie y del manejo en la presencia del trébol blanco en praderas. <i>Piñeiro, J.; Díaz, N.; Díaz, D.; Castro, J.; Barbeyto, F.</i>	283
B9.	Evaluación de la aptitud forrajera de variedades comerciales de maíz (<i>Zea mays</i> , L.) de ciclo FAO 700 cultivadas en regadío, en el nordeste de España. <i>Serra, J.; Salvia, J.; Aragay, M.; Puigdomènech, M.A.</i>	289
B10.	Relación de la dosis de siembra con la producción y calidad de maíz para uso forrajero cultivado bajo sistema ecológico. <i>Mangado, J.M.</i>	295
B11.	Primeros años de siembra directa de maíz para ensilar. <i>Martínez Martínez, A.; Piñeiro, J.</i>	303
B12.	Elección de variedades de maíz forrajero en Galicia. <i>Suarez, R.; Piñeiro, J.</i>	309
B13.	Mezclas cereal-leguminosa como forraje invernal en zonas húmedas. <i>Martínez, A.; Argamentería, A.; De la Roza, B.; Martínez, A.</i>	315
B14.	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. <i>Oliveira, J.A.; González, E.; Castro, P.; Costal, L.</i>	321
B15.	Acción del abonado nitrogenado sobre el crecimiento y la movilización de reservas nitrogenadas de la alfalfa. <i>Delgado, I.; Martínez, N.; Andueza, D.; Muñoz, F.</i>	327
B16.	Efecto de la fertilización nitrogenada y de la aportación de boro sobre un cultivo de alfalfa. <i>Delgado, I.; Martínez, N.; Andueza, D.; Muñoz, F.</i>	333
→ B17.	La importancia de nuestras alfalfas. <i>Montserrat, P.</i>	339
B18.	Variabilidad del ecotipo de alfalfa Tierra de Campos. <i>Fombellida, A.; Acero, P.; Mazón, J.J.</i>	343
B19.	Niveles poblacionales de pulgones en alfalfa libre de tratamientos aficidas. <i>Pons, X.</i>	349
B20.	Efecto de la dosis de siembra en la producción y densidad de plantas de alfalfa en el Valle del Ebro <i>Lloveras, J.; Santiveri, P.; Moreno, A.</i>	355
B21	Biomasa aportada al suelo por <i>Chamaecytisus palmensis</i> (Tagaste). <i>Chinea, E.; García-Ciudad, A.; Barquín, E.; García-Criado, B.</i>	361

- B22 Incidencia de gusanos de suelo en maíz en una alternativa forrajera en el Alt Urgell.
Eizaguirre, M.; Xanxo, L.; Pons, X. 367

Sección C: PRODUCCIÓN ANIMAL

Ponencias

- Characterizing maize hybrids for milk production: What does a cow expect from the hybrids she eats?
Sapienza, D.A. 377
- La ganadería extensiva en Cataluña.
Sanz, E.; Boleda, J.L. 385

Comunicaciones

- × C1. Composición química y digestibilidad *in vitro* de gramíneas en diferentes fases de desarrollo.
Bochi, O.; López, S.; García, R.; Calleja, A. 401
- C2. Predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de ensilajes de maíz a partir de su composición química y digestibilidad *in vitro*.
Flores, G.; González-Arreaez, A.; Castro, J.; Castro, P.; Cardelle, M. 407
- C3. Parámetros genéticos del rendimiento, digestibilidad y otros caracteres del maíz (*Zea mays*, L.) forrajero.
Moreno-Gonzalez, J.; Brichette Mieg, I.; Lopez, A.; y Alonso, R.C. 413
- C4. Valor nutritivo y degradabilidad ruminal de los componentes morfológicos del maíz forrajero de dos estados de madurez.
Salcedo, G.; Sarmiento, M. 419
- C5. Pérdidas mecánicas de valor nutritivo y digestibilidad *in vitro* en el henificado de alfalfa.
González, V.; García, R.; Moro, A.; Calleja, A. 425
- C6. Relación entre la composición química y la degradabilidad ruminal de la proteína bruta de las alfalfas verdes.
Faría-Mármol, J.; Rodríguez, C.A.; Alvir, M.R.; González, J. 431
- C7. Análisis de los pastos de dos zonas de la montaña de Palencia y su contribución a la cobertura de necesidades nutritivas de las vacas de carne.
Aceró, P.; Fombellida, A.; Mazón, J.J.; Sarmiento, M. 437
- C8. Variabilidad de las determinaciones analíticas de silos de hierba de explotaciones gallegas muestreados con sonda.
Flores, G.; González-Arreaez, A.; Castro, J.; Castro, P.; Cardelle, M. 445

- C9.	Aplicación del análisis discriminante en la clasificación de especies herbáceas por NIRS. <i>Martínez Fernández, A.; De la Roza, B.; Argamentería, A.</i>	451
C10.	Predicción del contenido de fósforo y potasio en pastos de dehesa utilizando espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano. <i>Ferrera, E.M.; Viguera, F.J.; Olea, L.; Coletto, L.</i>	457
× C11.	Pastos de dehesa: calidad nutritiva. <i>Vázquez de Aldana, B.R.; García Ciudad, A.; Pérez Corona, M.E.; García Criado, B.</i>	463
C12.	Efecto de la disponibilidad de pasto sobre las variables productivas de vacas avileña-negra ibérica en el ecosistema de la dehesa. <i>López-Carrasco, C.; Robledo, J.C.; Ovejero, I.; Daza, A.</i>	469
C13.	Estrategias de calibración NIRS para determinar parámetros nutritivos en ensilados de hierba. <i>Castro, P.; Flores, G.; Gonzalez-Arreaez, A.; Diaz G-Villamil, L.</i>	475
C14.	Efecto de la estrategia de aprovechamiento del pasto para ensilar sobre la producción y composición química de tres gramíneas pratenses en el período primavera-verano. <i>Flores, G.; González-Arreaez, A.; Castro, J.; Piñeiro, J.; Cardelle, M.</i>	479
C15.	Efectos de la suplementación con harina de soja a ensilado de trigo sobre la producción y composición química de la leche. <i>Salcedo, G.</i>	485
C16.	Retención de efluentes en ensilados de hierba por diversos absorbentes. <i>De la Roza, B.; Martínez Fernández, A.</i>	491
C17.	Efecto del ensilado sobre la degradabilidad ruminal del maíz forrajero y del raigrás italiano. <i>Faria-Mármol, J.; González, J.; Alvir, M.R.; Rodríguez, C.A.; Martínez, A.</i>	497
- C18.	Efecto del tipo de forraje y del acabado con cantidades moderadas de concentrado en la calidad de la canal y la carne de terneros rubio gallegos. <i>Zea, J.; Carballo, J.A.; Diaz, M^aD.; Oliete, B.</i>	503
- C19.	Efecto del tipo de forraje y del peso de sacrificio en la calidad de la canal y la carne de terneros rubio gallegos. <i>Zea, J.; Diaz, M^aD.; Carballo, J.A.; Oliete, B.</i>	509
C20.	Producción caprina sustentable en la Reserva Provincial Manzano Histórico, Mendoza, Argentina. <i>Allegretti, L.I.; Páez, J.A.; Passera, C.B.; Robles, A.B.</i>	515
- C21.	Regulación de la carga ganadera idónea para el aprovechamiento del pastoreo en alta montaña: caso de la Cerdaña (Gerona). <i>Trias, R.; Seguí, A.; Sanz, E.</i>	521
C22.	Manejo del rebaño para la producción de leche en pastoreo. <i>González Rodríguez, A.</i>	527

- C23. Estimación de la calidad de la dieta de distintas especies utilizadoras de los pastos del Parque Natural de Gorceia.
Mandaluniz, N.; Oregui, L.M. 533
- C24. Efecto de la proporción de ovinos y caprinos en el rebaño sobre la dinámica vegetal de brezales-tojales parcialmente mejorados.
R. Celaya, R.; y Osoro, K. 537

Sección D: SILVOPASCICULTURA Y ECONOMÍA

Ponencias

- De la trashumancia al nomadismo. La evolución de la ganadería trashumante en el Pirineo Catalán Occidental durante el siglo XX.
Ros, I. 547
- Diversidad del paisaje y razas autóctonas en Cataluña.
Plaixats, J.; Bartolomé, J. 555
- Gestion sylvopastorale des suberaies en Catalogne Nord (France)
Masson, P. 565

Comunicaciones

- D1. Propuesta metodológica para el diagnóstico del estado de los pastos en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar (Almería).
Robles, A.B., González, A.; Barroso, F.G.; Boza, J.; González-Rebollar, J.L. 573
- D2. Aplicación de técnicas de inteligencia artificial en el análisis de las relaciones tamaño-biomasa ramoneable de leñosas mediterráneas.
Patón, D.; Nuñez, J. 579
- D3. Modelización de un sistema agroforestal: el caso monte mediterráneo-población de ciervos en los Quintos de Mora (Toledo).
Martínez Jauregui, M.; San Miguel, A.; Roig, S. 585
- D4. Cambios de uso en las superficies pastorales de un municipio de montaña en los últimos 50 años: el caso de Espot (Lleida).
Fanlo, R.; Chocarro, C.; Masip, G.; Castelló, M. 591
- D5. Uso de la vegetación por los herbívoros silvestres y domésticos en la Sierra de Gredos.
Martínez Martínez, T. 597
- D6. Relación entre vivares de conejo y variables del medio: implicaciones en la gestión agrosilvopastoral.
Gea, G.; Muñoz, J.; Roig, S.; San Miguel, A. 603

- D7. Resultados preliminares sobre la evaluación de los recursos pastables de una explotación caprina semi-extensiva en el Parque Rural de Nublo, Gran Canaria. *Rodríguez Marcos, R.; Hernández, A.; Mujica, F.; Viera, M.; Rodríguez-Ventura, M.; Flores, M.P.* 609
- D8. Los recursos pascícolas como factores de localización de sistemas ganaderos extensivos. *Manrique, E.; Olaizola, A.M^a; Cherthou, T.* 615
- D9. Producción de leche de vacuno en la granja Arqueixal: análisis económico del proceso de conversión a producción ecológica. *Barbeyto, F.; Castro, J.; Díaz, N.; Piñeiro, J.* 621
- D10. Estudio morfológico de los crecimientos anuales en encinas con distinto nivel de decaimiento. Influencia de la poda sanitaria. *Blázquez, A.; Fernández Rebollo, P.; Navarro, R.* 627
- D11. Evaluación de la producción y del calibre de bellotas de *Quercus ilex*, L. subsp. *ballota* (Desf) Samp a lo largo de un ciclo de poda. Resultados de la campaña 2000-2001. *Carbonero, M.D.; Fernández Rebollo, P.; Navarro, R.* 633
- × D12. Aportación preliminar al estudio de la influencia de la densidad del arbolado en la producción de bellota de un carrascal oscense de *Quercus ilex subsp. ballota* (Desf) Samp. *Milla, R.; Palacio, S.; Maestro, M.* 639
- × D13. Producción de bellota en la dehesa salmantina. *Alvarez S.; Morales, R.; Bejarano, L.; Durán, A.* 645
- D14. Invasión de *Erica scoparia* (L.) en pastos herbáceos del Parque Natural del Montseny. *Lopez Tecpoyotl, Z.G.; Plaixats, J.; Bartolomé, J.* 651
- D15. Efecto de la salinidad en el crecimiento de *Gliricidia sepium* Jacq. *Clavero, T.; Razz, R.* 657
- D16. Efecto de diferentes métodos de escarificación y tiempo de almacenamiento sobre la germinación de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. *Razz, R.; Clavero, T.* 661

PONENCIA INAUGURAL

X. Coll

LA GANADERÍA EXTENSIVA EN CATALUÑA. EL NUEVO MARCO LEGISLATIVO

X.COLL

Direcció General de Producció Agrària i Innovació Rural. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
Generalitat de Catalunya

INTRODUCCIÓN

Los pastos representan en Cataluña una superficie casi tan importante como el conjunto de la tierra cultivada y se distribuyen por todas las comarcas catalanas de manera bastante equitativa, si bien su valor es muy desigual y los tipos de pasto son muy diferentes de una comarca a otra.

El barbecho blanco tradicional de antaño prácticamente ha desaparecido y el aprovechamiento de rastrojeras es cada vez mas infrecuente y mas corto. Por ello los recursos pastables se centran mayoritariamente en los prados naturales, los pastos de alta montaña y zonas de erial, matorrales y zonas de baja densidad de arbolado, muy abundantes en Cataluña.

La existencia de la cordillera Pirenaica en el norte de Cataluña ha configurado la ganadería extensiva como una ganadería "de montaña", caracterizada por la utilización, durante el verano, de unos abundantes pastos de altura para bovinos, equinos y ovinos y el mantenimiento invernal de los rebaños en condiciones de escasez.

El frecuente y acusado desequilibrio entre los abundantes y baratos recursos que se aprovechan de 3 a 5 meses en los puertos y la escasez de alimentos invernales, producto de una agricultura limitada en espacio y posibilidades, han venido marcado estas formas productivas.

Los cultivos cerealistas de las comarcas centrales y, en menor medida, las plantaciones de olivar, algarrobo y otros, han constituido zonas tradicionales de pasto de invierno para el ganado ovino. En las montañas del sur el ganado caprino disputaba los pastos al ovino.

La evolución de la agricultura en la Cataluña central ha hecho disminuir considerablemente los terrenos de pasto del ganado ovino y, en compensación, ha motivado un desarrollo notable de la producción forrajera, destinada mayoritariamente al ganado vacuno.

Esta evolución hacia la producción forrajera y el vacuno de leche se ha producido también en las zonas pirenaicas y prepirenaicas, allí donde las características del terreno lo han permitido.

Paralelamente, los prados pirenaicos han experimentado un ciclo de ascenso y descenso.

Según Roser Mayoral *"la expansión de los prados en las comarcas pirenaicas se acelera a partir de 1920 por la instalación de industrias de derivados lácticos en la zona, hasta llegar al año 1973, en que constituían el 41% de la superficie de cultivo en una franja que se extendía, de poniente a levante, desde el valle de Aran hasta el Ripollés y, desde allí, hacia el sur, hasta las Guillerias"*

El área de los prados naturales corresponde, en general, a la demarcación con precipitaciones superiores a los 900 mm anuales, pero, con la ayuda del regadío, se extienden también a otras zonas.

Actualmente, se ha producido una clara disociación entre la alta y la media montaña pues, mientras en las zonas mas favorable se extienden prados de siega y cultivos forrajeros de alta calidad, en las zonas altas los prados se degradan por la falta de atención y por el pastoreo irracional.

La disminución de la carga ganadera, el pastoreo monoespecífico o la sobrexplotación han provocado la disminución de especies de alto valor forrajero (*Agrostis*, *Bromus*, *Phleum*, *Trifolium*, *Poa*, *Festuca alpina*) sustituidas por otras de menor apetecibilidad y valor nutritivo (*Narcissus*, *Lavandula*, *Gentiana*, *Festuca skiaea*, *F. ovina*)

Mención específica merece el tramo oriental de los Pirineos, desde Le Pertús hasta el mar, que se conoce como Sierra de la Albera. Este macizo, que ha sido declarado Paraje Natural de Interés Nacional, conserva una extraordinaria diversidad botánica y mantiene una población propia de ganado bovino, explotada en régimen de pastoreo permanente de unas 400 cabezas. El sistema de explotación pastoril de este macizo montañoso está ya documentado en el año 1148 a favor de los monjes de Vallbona (Budó)

LA ACTIVIDAD PASTORIL, UN PROBLEMA DE VOCACIONES

El aprovechamiento de los pastos mediante el pastoreo del ganado ha sido una de las primeras actividades económicas del hombre y sigue dependiendo de una compleja relación suelo-animal-hombre para su mantenimiento y desarrollo. Para ilustrar la situación actual del sector, lo mejor es exponer brevemente dos recientes casos acaecidos en Cataluña.

Más de la mitad de las plazas de pastor en Cataluña están sin cubrir y en casi todas las explotaciones falta algún profesional. El pasado 21 de enero Francesc Salvà, responsable del ovino de ASAJA de Cataluña resumía la situación del sector ovino de Cataluña con una visión muy elocuente.

“Nos falta por cubrir entre un 50 y 70% de los puestos en función de las zonas. Un problema adicional es que no hay pastores cualificados y cuando se va uno cuesta mucho de encontrar a otra persona que atienda el rebaño.”

Según Salvà, *“para paliar la falta de pastores en Cataluña y en el conjunto de España es necesario fomentar un plan de formación que asegure la entrada en el oficio y la continuidad del sector. La mayoría de pastores tienen más de 50 años y, por debajo de esta edad, prácticamente no hay nadie que quiera seguir esta profesión.”* En opinión de Salvà *“es un trabajo de muchas horas y si el pastor no trabaja a gusto, los animales de resienten.”*

En Cataluña disponemos de una escuela ubicada en los Pirineos especializada en la formación de pastores para poder así satisfacer la demanda. El problema es que faltan vocaciones para llenar las plazas, limitándose actualmente a complementar los estudios para una mejora de la gestión de la ganadería extensiva.

La segunda noticia de los mismos días, hace referencia a un gran rebaño de cerca de 1.000 ovejas abandonadas por su dueño, que sufría depresiones, y de cuyo rebaño la familia no podía hacerse cargo por falta de mano de obra. El rebaño se tuvo que dividir y entregar a otros ganaderos para su mantenimiento, por las dificultades de encontrar un sustituto en la gestión diaria del mismo, no sin que antes hubiera que sacrificar algunos animales debido a su estado.

Esta es la situación de la ganadería extensiva en una zona de vocación predominantemente agrícola. El aprovechamiento de los pastos viene determinada por la estructura económica de las explotaciones ganaderas extensivas y su rentabilidad.

LAS DISPONIBILIDADES DE PASTOS

A pesar de que, en algunas zonas, la evolución de la agricultura haya eliminado las rastrojeras y de que, en otras, el sector turístico haya ocupado terrenos para vivienda o equipamiento, otrora dedicados a prados, la superficie potencialmente apta para pastos y forrajes en Cataluña no ha disminuido, si no todo lo contrario. Lo que sí ha disminuido es el aprovechamiento por pastoreo.

A principios del siglo XX la superficie arbolada era de 400.000 has, y actualmente en el último Inventario Forestal aparecen 1.400.000 ha: un millón más de hectáreas de bosques. Ello fue debido a la reducción de la ganadería extensiva, que ha disminuido, o simplemente se ha estabulado, especialmente en la postguerra, gracias a la “revolución forrajera” que impulsó la mejora de pastos y supuso un aumento de la superficie cultivada de forrajes de alta calidad, que era prácticamente inexistente.

En cuanto al pastoreo, la oferta de suelo para ganadería extensiva es muy considerable. Si se considera como suelo susceptible de pastoreo todos los aprovechamientos calificados como tales y se adiciona un 10% de la superficie de bosques y de los cultivos susceptibles de pastoreo, se obtiene una superficie total de más de un millón de hectáreas.

Año 2000.			
	Ha		Ha
Prados y pastos	237 827	Cereales grano	353 264
Erial a pastos	234 769	Forrajes	114 995
Terreno improductivo	118 098	Industriales	22 711
No agrícola	225 492	Frutos secos	96 883
Total de suelo de pastoreo	816 186	Viña	64 546
10% de la superf. de bosques	140 860	Olivos	122 913
		Total	775 312

EL APROVECHAMIENTO DE LOS PASTOS, UN PROBLEMA ECONOMICO

A mediados de los ochenta y con plenas competencias autonómicas, la Generalidad de Cataluña reguló el aprovechamiento de pastos y rastrojeras impulsados por la baja rentabilidad de los pastos que limitaban el desarrollo de la producción agrícola. En la práctica se venía a anular el carácter público y colectivo de las rastrojeras, que hasta la fecha eran subastados por las Cámaras Agrarias, requiriéndose, a partir de entonces, la autorización de cada uno de los propietarios para su aprovechamiento. Una vez más se reprodujo un hecho repetidamente anotado por una historia que se inicia en el Génesis, en que Caín, el agricultor, mata a Abel el pastor de ovejas. Es el fenómeno eterno, en que la agricultura supera a la ganadería extensiva para permitir aumentar la producción de alimentos y por tanto la población a partir del aprovechamiento optimizado de los recursos básicos de un territorio siempre escaso.

La normativa venía a consolidar una realidad económica y social. Las subastas eran mínimas, solamente se practicaban en algún municipio de Lérida y Tarragona, y el rendimiento dinerario era nulo para la colectividad. No hay que olvidar que el territorio de Cataluña está muy dividido, es accidentado y por tanto de difícil gestión.

Desde un punto de vista histórico y jurídico la institución de “La Mesta” nunca tuvo poder en el territorio de Cataluña y la Ley de pastos y rastrojeras no era fruto de la tradición, sino más bien de una imposición. Las cañadas, llamadas “carreradas” en el norte y “llogallos” en Tarragona estaban prácticamente en desuso, lo que ha obligado a realizar esfuerzos de arqueología para su delimitación y protección. De esta forma se consolidó el derecho total a la propiedad y se definió la prioridad del aprovechamiento agrícola sobre el ganadero tradicional.

En la montaña, la mayor parte de los pastos son de propiedad comunal o gestionados por la administración. El sistema tradicional de arrendamiento de pastos y, todavía más, la explotación mediante “derechos” ligados a la vecindad del municipio ha venido limitando la especulación y ha permitido mantener la existencia de una buena parte de la ganadería de montaña. Sin embargo, en estos últimos años, la política de ayudas ganaderas condicionadas por la disponibilidad de tierras dedicadas a la alimentación de los animales, iniciada en 1992, y profundizada en la Agenda 2000, ha

incrementado el valor potencial de los pastos. Este hecho, unido a la disociación empresarial entre algunos de los titulares del ganado y los tradicionales usuarios de las tierras provoca notables distorsiones sobre lo que tendría que ser un aprovechamiento racional de éstas y, en muchos casos, no contribuye precisamente a una mejora de los pastos.

EL APROVECHAMIENTO DEL HENO

En las zonas de alta montaña, el aprovechamiento de los prados de siega es mediocre. A mediados de los ochenta, una visita científica de expertos suizos para el estudio de la ganadería de alta montaña apreció positivamente la propuesta de selección genética hacia la producción de carne de la raza Bruna Alpina. Como elemento adicional destacó el mal aprovechamiento del heno, por realizarse la siega demasiado tarde.

Esta práctica ya fue denunciada en Cataluña en el llamado Libro del Prior de Fra Agustí que fue un Best-Seller en su día (1617!)... *El heno se debe segar antes de que sea seco, porque es mejor y se recoge mas cantidad. Si se siega o corta demasiado seco pierde todo su jugo y substancia y solo sirve para hacer la cama del ganado...*

Una vez detectado el problema, se constató que la causa principal era la falta de mano de obra y de maquinaria adaptada a las características del terreno. La realidad es que se ha ido a una especialización en la que se mejoran los suelos agrícolas para la producción de forrajes y se abandonan los prados dedicados a la producción de heno, que pasan a pastoreo exclusivo.

NECESIDAD DE VALORAR LA GANADERIA EXTENSIVA PARA LA CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS PAISAJES NATURALES

La ganadería extensiva, como ya han comprendido los países alpinos representan el coadyuvante necesario para la conservación del Medio Ambiente y los paisajes Naturales. En este sentido el caso mas representativo es el de un Parque Natural de una zona esteparia situada cerca de Barcelona, donde el pastoreo era una práctica tradicional. En el mismo, se habilitó un precioso aprisco modernista como aula de la naturaleza, substituyendo el rebaño de ovejas por un joven y dinámico grupo de biólogos, con la misión de imbuir a las nuevas generaciones ideas modernas de respeto a la naturaleza.

A los pocos años de dejar de aprovechar los pastos, la biomasa aumentó exponencialmente, facilitando así de una forma periódica, con una precisión matemática triannual, la extensión de los incendios precisamente en una zona rodeada por instalaciones urbanas de baja calidad y por tanto de alto riesgo. De esta forma, el fuego substituyó a los rumiantes como garantes del equilibrio del medio natural, con menor rentabilidad económica y mayores riesgos colaterales.

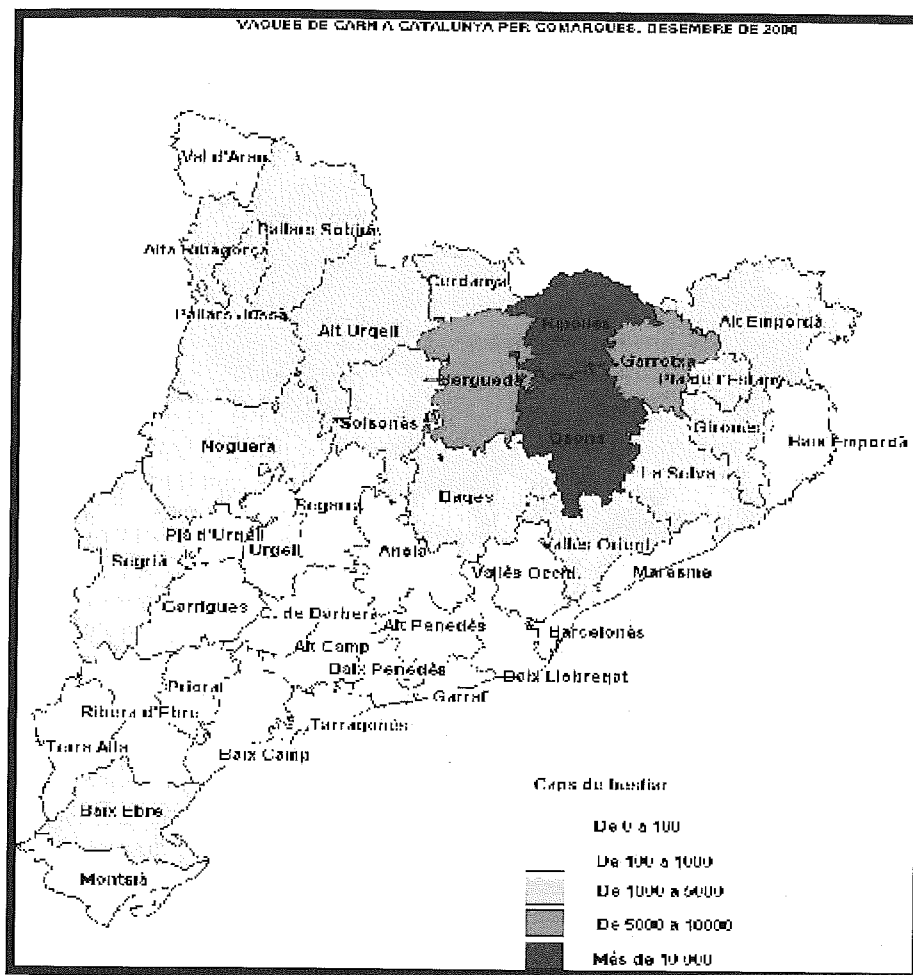
ESTADÍSTICAS SOBRE LA GANADERÍA EXTENSIVA

La comparación histórica de los datos sobre la cabaña ganadera podría ser de gran utilidad para conocer la evolución del aprovechamiento de los pastos. Actualmente las series históricas de toda España referidas al ganado extensivo son de muy baja calidad, debido a una ocultación favorecida por la tributación territorial por la riqueza rústica y pecuaria que se calculaba por cabezas de ganado.

Como ya se ha citado, a partir de 1993, la reforma de la Política Agrícola Común propiciada por Mac-Sharry significó por primera vez unas ayudas, en forma de prima ganadera por cabeza de ganado extensivo. Ello supuso inicialmente un gran aumento estadístico de las cabezas de ganado que actualmente se han clarificado y se han estabilizado con unos datos más aproximados a la realidad.

Distribución del ganado vacuno de carne

A efectos de aprovechamiento de pastos y forrajes, interesa fundamentalmente el censo de animales adultos ya que el cebo, cualquiera que sea el sistema de explotación de las madres, se suele

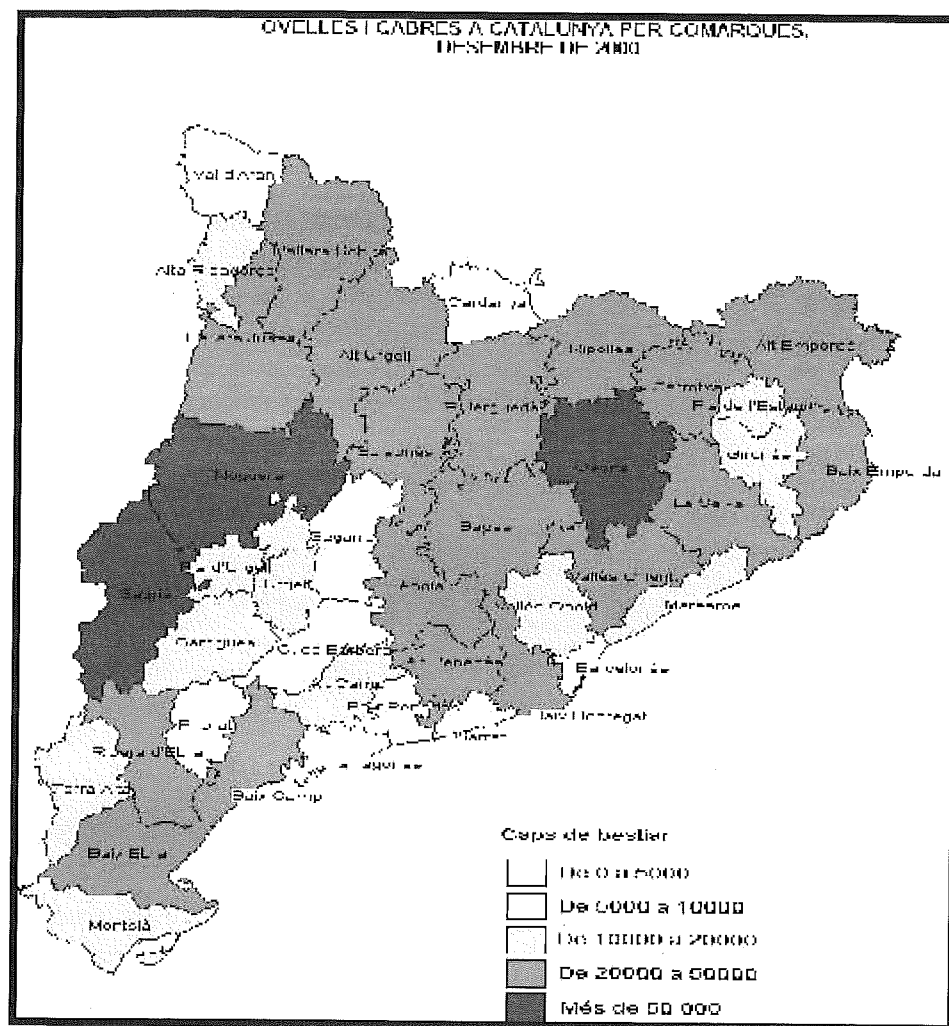


hacer en régimen de estabulación intensiva, en base a pienso. Los rebaños de vacuno de carne se concentran básicamente en las comarcas del norte de Cataluña, con una mayor densidad en las comarcas de Osona y Ripollés.

Distribución del ganado ovino y caprino

A efectos de censo, las explotaciones ovinas no se ubican en los pastos de verano, por tanto, la distribución territorial "oficial" es, mas bien, la situación a 31 de diciembre.

El ganado ovino y caprino se distribuye de forma uniforme por todo el territorio, aunque se concentra especialmente en las comarcas extensivas de los llanos de Lérida donde aprovecha las rastrojeras y en la comarca de Osona, una comarca de elevada especialización ganadera, tanto de porcino como de ovino y vacuno de carne. En ambas zonas y en las del Ebro aún subsiste una cierta transhumancia entre los llanos y los pastos de montaña.



ALGUNAS ACTUACIONES DE LA ADMINISTRACIÓN CATALANA

Las quemas de pastos y reintroducción de rumiantes en zonas forestales

Una de las prácticas habitualmente utilizadas por los pastores en zonas de montaña era la realización de quemas de pastos para eliminar matorrales y plantas dominantes y regenerar los pastos. Esta práctica, causa de innumerables incendios forestales, fue prohibida, favoreciéndose masas continuas de matorral que a su vez propagaban los incendios con mayor rapidez.

A mediados de 1993 la Dirección General del Medio Natural se propuso acercarse a la realidad de una práctica tradicional y por ello reglamentó, promocionó y inició por su cuenta, la realización de quemas controladas no solamente en las zonas de alta montaña sino también en la región mediterránea formando un personal especializado para garantizar la eficacia de una labor de alto riesgo.

Los resultados son positivos por cuanto se ha logrado una identidad con los pastores que colaboran con la administración y se ha realizado un seguimiento científico sobre el impacto ambiental de las quemas que garantiza su bondad. Actualmente, la Dirección General de Emergencias y Seguridad Civil (Bomberos) ha asumido también el problema creando también un equipo especializado que realiza quemas controladas para la gestión de las masas forestales.

Paralelamente a las acciones de quemas, se han abierto diversos estudios en relación a la utilización de rumiantes para la reducción de la biomasa forestal. En la medida en que los trabajos de limpieza y desbroce de las zonas forestales se abandona por la escasa rentabilidad de los bosques mediterráneos la dimensión de los incendios forestales aumenta. El diseño de los nuevos esquemas de prevención se basa en la promoción de un mosaico de cultivos, zonas forestales y corta fuegos. El problema básico es el elevado coste que supone mantenimiento de los corta fuegos limpios de maleza. Los rumiantes en general y las cabras en particular suponen un máximo de eficacia, un mantenimiento de una actividad tradicional y un aumento del valor medioambiental. El problema básico se sitúa en la financiación de las nuevas actividades y la responsabilidad de la gestión de los nuevos espacios, cada vez mas alejada de los sectores agrarios.

NECESIDAD DE MEDIDAS AGROAMBIENTALES

La Comisión Europea ha abierto un nuevo concepto, valorar y pagar la multifuncionalidad de las prácticas agrarias, que tiene como finalidad compensar a los agricultores por aquellas actuaciones que no son rentables para la explotación agraria, pero son rentables para la sociedad.

El concepto de que la "Naturaleza rentable es naturaleza protegida" es una máxima que exige tener en cuenta la rentabilidad social de determinadas practicas en desuso o con pérdida de velocidad y aplicarlas a las explotaciones agrícolas o ganaderas.

El mantenimiento de zonas de pastos suponen una gran riqueza para el medio natural y para la conservación de la biodiversidad. Es por ello que diversos Estados y Comunidades Autónomas han establecido ayudas para el mantenimiento de los pastos: la prima a la extensificación tiene la misma función, aunque asume otros conceptos relacionados con la economía de la explotación ganadera.

MEDIDAS AGROAMBIENTALES DE CATALUÑA RELACIONADAS CON LOS PASTOS

El presente ejercicio ha sido el primero en el que se aplican para las 10 comarcas declaradas de alta montaña unas ayudas agroambientales para prados y pastos. Se define la obligación de presentar un Plan agroambiental, disponer de una superficie mínima de 3 has, y mantener al menos el 75% de la SAU a la alimentación del ganado. La carga ganadera deberá ser de 0,2 UGM como mínimo y 1,4 UGM como máximo y la ayuda será de 6.000 Pta./ha y año que se incrementará en un 20% cuando al menos un 75% de cabezas correspondan a una raza autóctona. En resumen, se espera que una ayuda máxima de 36.000 PTA por UGM signifique un aliciente suficiente para mantener este tipo de ganadería.

En todo caso en el futuro será necesario integrar las ayudas para realizar operaciones de microcirugía sobre el territorio teniendo en cuenta los objetivos concretos a conseguir. El **contrato de explotación** es una nueva figura que ha iniciado su andadura en Francia. Su financiación esta prevista a través de los fondos que se liberen a partir de la modulación de las ayudas directas (primas) y otros que pueda aportar la Administración.

PROPUESTAS DE LA LEY DE ORIENTACION AGRARIA DE 31 DE DICIEMBRE 2001

La reciente aprobación de la Ley de Orientación Agraria supone una revitalización de las posibilidades de desarrollo de la ganadería extensiva y con ello del aprovechamiento de los prados y pastos.

En la misma se indica la voluntad de: "Potenciar los programas de fomento de la ganadería extensiva y de la mejora genética y tener especialmente en cuenta las razas autóctonas, con el objeto de conservar el territorio, el paisaje, y los ecosistemas, y mejorar las producciones ganaderas, su calidad y su adaptación al territorio."

La reciente aprobación de un Plan de Actuación para el Sector del Ovino y el caprino supone una voluntad de tratar los problemas de forma integrada atendiendo a las posibilidades de desarrollo de un sector con una demanda creciente.

CONCLUSION

Aunque el valor final de la producción ganadera extensiva en Cataluña represente una parte muy pequeña del total de la PFA, por el volumen y el valor de otras producciones como la fruta, o la ganadería intensiva, el modelo productivo basado en la transformación directa de los recursos forrajeros por los animales herbívoros se mantiene como una opción prioritaria en base a sus beneficios mediambientales y de fijación de población. En determinadas zonas.

A su vez, el hecho de que muchos de estos recursos tengan su mejor sistema de aprovechamiento en el pastoreo y que, a su vez, sean las razas autóctonas las mejor capacitadas para este aprovechamiento configura una actuación política basada en programas de actuación integral donde se contemplen con igual intensidad diversas acciones.

- Mejora de pastos
- Mejora de estructuras y equipamientos agrícolas y ganaderos.
- Conservación de razas autóctonas, mejora genética y sanitaria del ganado y mejora de su manejo.
- Mejoras en infraestructuras, comunicaciones y equipamientos

En esta línea se va a seguir trabajando, desarrollando el marco que establece la Ley de Orientación Agraria y aprovechando todas las opciones que ofrecen los mecanismos de la Política Agrícola de la UE y los Programas de Desarrollo establecidos.

**SECCIÓN A: ECOLOGÍA Y BOTÁNICA DE
PASTOS Y CÉSPEDES**

PONENCIAS

J.N. Pastor Sáez, I. Bovet Pla y M. Pascual Roca

J. Cirera Clotet

J. Vigo y J. Carreras

EL CÉSPED EN ESPAÑA. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

J.N. PASTOR SÁEZ, I. BOVET PLA Y M. PASCUAL ROCA

Departament d'Hortofruïticultura, Botànica i Jardineria. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agraria.
Universitat de Lleida. Avda. Rovira Roure, 191. 25198. Lleida

RESUMEN

Existen diferentes factores que pueden ser limitantes para la instalación de césped en nuestro país. El más importante es la climatología que afecta a una gran extensión del territorio nacional y que se caracteriza por temperaturas elevadas y una pluviometría escasa. Esto provoca la necesidad de tener que aportar agua suplementaria a través del riego para cubrir sus necesidades hídricas. Durante los últimos años se viene repitiendo una pertinaz sequía que está comprometiendo seriamente los recursos hídricos de las cuencas hidrográficas. Sin embargo el césped continúa teniendo una demanda creciente, tanto en el ámbito público como privado. Resulta obligatorio, por tanto, compatibilizar técnicamente ambas circunstancias: mayor demanda de césped, y a la vez, menor disponibilidad de recursos hídricos. En general los nuevos cultivares de césped deberán ser más resistentes a distintos tipos de estrés producidos por condiciones ambientales adversas como sequía o temperaturas extremas y ser capaces de prosperar adecuadamente si se riegan con agua de poca calidad (aguas residuales, etc.).

Palabras clave: eficiencia hídrica, semillas, sequía.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la gestión racional de los recursos naturales (especialmente los hídricos), parece un tanto paradójico que estemos hablando de la situación actual y futura del césped en nuestro país, cuando la propia climatología nos recuerda año a año que somos un país con graves problemas de sequía debido a la irregularidad de sus lluvias; en ocasiones la lógica nos lleva a pensar que la mejor solución sería la de optar por soluciones ecológicamente más respetuosas. Todos sabemos que el césped es un 'producto' desarrollado y potenciado por países con una climatología bastante menos rigurosa que la nuestra (países del norte de Europa por ejemplo) y que están dotados de una pluviometría mucho más generosa. En la Península Ibérica la pluviometría media total de 684 milímetros al año, muy inferior a la de otros países europeos situados más al norte, que en ocasiones sobrepasan los 1500 mm anuales.

Existen a priori una serie factores que pueden ser limitantes para la instalación del césped en España. Quizás el más importante es la climatología; ese fatídico binomio 'temperaturas extremas' y 'pluviometría escasa' que caracteriza a una amplia superficie de nuestro país, genera una necesidad de aporte de agua a través del riego. En el caso de los espacios verdes este aporte de agua es cada vez más comprometido (no debe olvidarse que cuando se producen restricciones hídricas impuestas por parte de las administraciones públicas, éstas siempre afectan en primera instancia a las zonas verdes, y especialmente a las superficies de césped). Otro factor limitante es el alto coste de instalación y mantenimiento que caracteriza a algunas especies o mezclas; y por último, la escasa tradición cultural de este cultivo, el cual ha sido adoptado en nuestro país a pesar de las limitaciones indicadas.

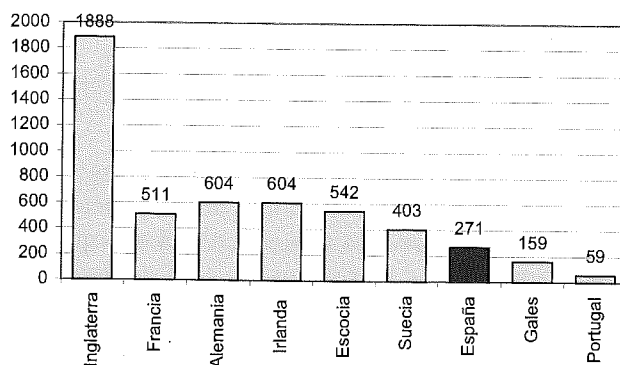
Sin embargo, el día a día demuestra que la demanda de espacios verdes y de superficies de césped es cada vez más importantes en nuestro país. La frialdad de las cifras se encargan de ponerlo en evidencia, pero además nuestra condición de usuarios de ciudades o pueblos lo verifica. Los espacios verdes juegan un papel vital desde el punto de vista socioeconómico en el desarrollo urbano (Harnik, 2000) y la propia sociedad se encarga de demandar a las autoridades más parques y jardines que mejoren su calidad de vida. No en vano, se considera cada vez más el ratio 'metros cuadrados de zona verde por habitante' para intentar estimar la calidad de vida en una determinada ciudad

Son pocas las obras o urbanizaciones en que se construya una zona verde donde el césped no sea una de las bases del proyecto (Candela, 2001) lo que ha contribuido, junto al incremento del denominado "verde deportivo" a que la superficie de césped haya aumentado considerablemente en los últimos años.

Sirva también como ejemplo la proliferación de los campos de golf a lo largo de nuestra geografía. Según la Real Federación Española de Golf, el número de campos de golf en nuestro país ha pasado de 220 a 271 en los últimos tres años, habiendo experimentado por tanto un incremento del 23.2%, y ocupando en la actualidad una superficie que se aproxima en nuestro país a las 1600 ha.

Existen estimaciones que sitúan en 298 000 las hectáreas de césped en nuestro país; para hacernos una idea, corresponde a una superficie superior a la de Luxemburgo. Esta superficie total de césped se distribuye tanto en el ámbito privado como público (65000 ha de céspedes públicos, 70 000 ha de céspedes privados, campos deportivos –no golf- 12 000 ha, etc.), y continúan creciendo año a año. Europa cuenta con más de 5 500 campos de golf, con una extensión superior 300 000 ha, (Stubbs, 2000); observando la distribución de campos de golf en los países de nuestro entorno (figura 1), y pensando que con el tiempo la tendencia es la de ir convergiendo hacia ellos, las cifras indican que todavía hemos de seguir creciendo a un ritmo vivo, y por lo tanto debería de seguir aumentando la superficie cubierta de césped en este ámbito concreto.

Figura 1. Número de campos de golf en algunos países europeos de (año 2001)



Fuente: Asociación Europea de Golf (EGA) correspondientes al año 2001

Por otro lado, y fruto de la situación indicada en los primeros párrafos de este artículo, durante los últimos años se está produciendo en nuestro país un incremento de la sensibilización social hacia todo lo que supone la protección y conservación de los recursos naturales; entre ellos probablemente el más significativo es el agua. En general, actualmente la sociedad presta una atención creciente a la función ecológica del agua, que además de ser imprescindible para la vida, es soporte de numerosos ecosistemas específicos (Foro del agua, 1997). Nadie duda que esta mayor sensibilización y preocupación sean provocadas por la amenaza que supone la sequía que nos viene afectando desde hace algunos años. Curiosamente se da la circunstancia de que España es el primer país de Europa y el tercero del mundo en superficie de regadío (Lamo de Espinosa, 2001; Martínez, 2000), lo que contribuye a que los recursos hídricos estén disminuyendo.

Queda planteada por tanto la gran disyuntiva: superficies cubiertas de césped para uso y disfrute público/privado, o bien la aplicación de una política restrictiva de creación de espacios que puedan generar un mayor consumo de los recursos hídricos existentes. Ambas opciones son reclamadas por la propia sociedad y sin embargo criticadas también de manera activa por ella misma. Queramos o no, en la actualidad los temas de protección medioambiental son motivo de debate público y de gran impacto en el terreno político. En los últimos 30 años nuestro país ha sido testigo de un creciente movimiento medioambiental que se refleja de manera patente en los medios de comunicación y que se respalda por la propia opinión pública y por la legislación.

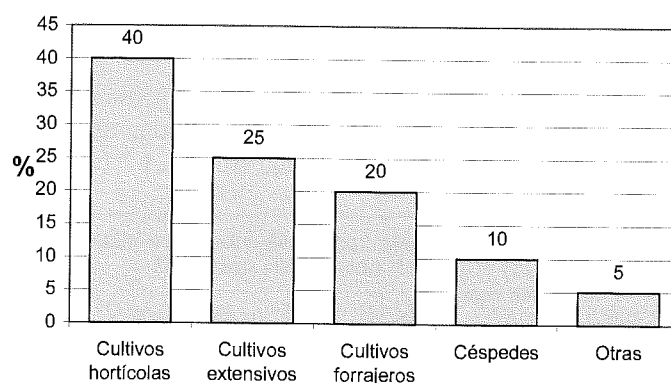
Sin duda este doble planteamiento es uno de los más habituales actualmente en nuestro país y probablemente suponga el reto al que tengamos que enfrentarnos como técnicos y científicos para intentar aportar soluciones que satisfagan la demanda de nuevas áreas verdes por parte de la sociedad, sin que esto suponga un elevado consumo hídrico, ya que la creación y mantenimiento de espacios verdes sostenibles serán necesarios para asegurar a largo plazo la calidad de vida en las ciudades (Thompson, 2000).

SITUACIÓN ACTUAL

Ya se plantearon en el apartado anterior los aspectos más significativos respecto de la utilización de los céspedes en nuestro país. Sin embargo es adecuado intentar aportar algunas cifras que describan un poco mejor la situación actual desde el punto de vista estricto del material vegetal del césped y su posición en el mercado.

Las ventas globales de semillas en el mercado español quedan reflejados en la figura 2. Aquí se comprueba como los cultivos más importantes económicamente (en cuanto a venta de semillas) son los hortícolas, con un 40% del volumen total de ventas, a continuación los cultivos extensivos y forrajeros (25% y 20% de volumen de ventas respectivamente), y seguido de las semillas de céspedes con un 10% de las ventas. De estas últimas, las especies con un mayor volumen de ventas son *Lolium perenne* y *Festuca arundinacea* (figura 3).

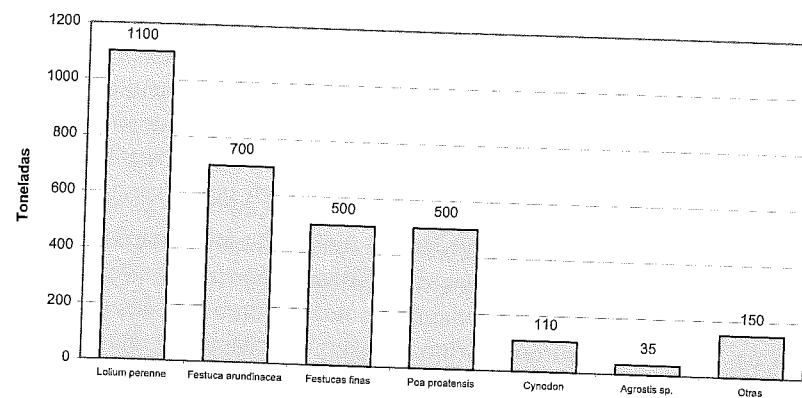
Figura 2. Ventas de semillas en el mercado español (año 2001)



Fuente: elaboración propia

(datos en porcentaje)

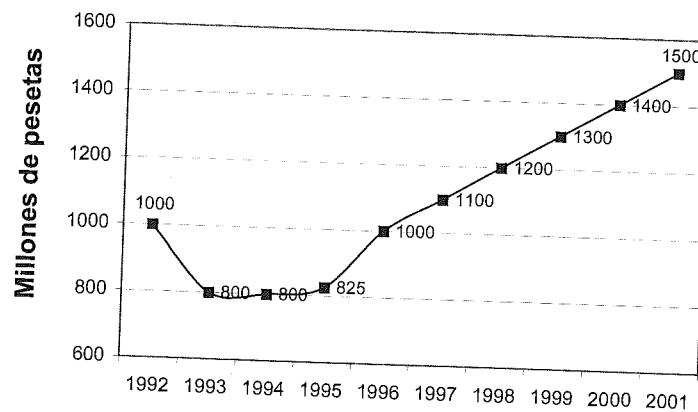
Figura 3. Venta de semillas de césped en España por especies (datos del año 2001)



Fuente: elaboración propia

La tendencia respecto a las semillas cespitosas es la de incrementar sus cuotas de mercado, tal como refleja la tendencia indicada en la figura 4 (evolución de las ventas de semilla en el territorio nacional a lo largo de la última década). Los datos ponen en evidencia la tendencia ascendente que se ha producido en la venta de semillas de césped, habiendo sufrido un incremento prácticamente del 100% en los últimos 6 años. Quizás como dato significativo respecto a la utilización de todo este material vegetal, cabe destacar que el 60% de todo el césped que se instala en nuestro país se hace en la costa mediterránea (curiosamente con más restricciones hídricas que el resto de España), mientras que el 40% restante se implanta en el resto del territorio nacional.

Figura 4. Evolución de las ventas de semillas de césped en España



Fuente: elaboración propia

PERSPECTIVAS DE FUTURO

Normalmente los epígrafes con este título resultan siempre complicados de desarrollar, e incluso a veces puede cometerse el error de hacer un 'brindis al sol'. En este caso, por el contrario, y teniendo en cuenta las restricciones hídricas que sufre nuestro país, quizás sea más sencillo de abordar de manera más real, y dejando los 'brindis' para otra ocasión.

Probablemente en los próximos años se produzca un crecimiento moderado de las zonas de césped (desde su concepción más general), intentando buscar el equilibrio entre el incremento necesario para satisfacer las demandas que se generan por parte de la sociedad, y entre la cantidad de recursos hídricos disponibles.

Por el contrario, la previsión indica un incremento significativo de la superficie de césped en campos deportivos (golf, etc.). No obstante, en muchos de los ámbitos en los que se instale una superficie de césped se verán obligadas a cambiar de forma importante la manera de trabajar, tanto a nivel de diseño como de gestión. Esto pasará por la adopción de criterios de sostenibilidad y respetuosidad con los recursos naturales de la zona, especialmente los hídricos, aplicando de manera exhaustiva criterios de eficiencia hídrica. Obviamente ha de trabajarse con esta idea desde el mismo instante en que se gesta la nueva zona verde, durante su proceso de planificación y diseño. Es en esta fase donde deben comenzar a contemplarse aspectos fundamentales, como son entre otros, una selección rigurosa de especies, tanto del propio césped como del resto de elementos vegetales que intervendrán en la futura zona verde (intentando optar en este caso por plantas autóctonas o naturalizadas, las cuales presentarán sin duda una mayor capacidad de permanecer en equilibrio con el medio), o la utilización de una tecnología adecuada que permita una gestión óptima de los recursos hídricos.

Centrándonos un poco más en las especies cespitosas, y dada su significación en muchas de las zonas verdes (campos de golf, etc.), la elección de los cultivares que formen la mezcla a implantar debe ser, si cabe, aún más cuidadosa. Han de centrarse en aquellos cultivares de portes más enanizantes, los cuales presentan un menor crecimiento vertical y por tanto necesitan una menor frecuencia de siega (reduciéndose las necesidades hídricas y de elementos nutritivos), y entre otras cosas, han de presentar características de tolerancia a las enfermedades que afectan a este tipo de plantas. Esto garantizará menores niveles de infestación y, por tanto, una reducción de los tratamientos fitosanitarios. Las variedades presentarán un aspecto general aceptable (lógicamente no puede descuidarse el aspecto estético), pero en determinadas zonas del área verde, se dará preferencia a otros criterios como el de la rusticidad.

Debe pensarse que las restricciones impuestas por parte de las administraciones públicas cada vez son más severas y se centran más en determinadas áreas verdes, como es el caso de los campos de golf. En este sentido la última restricción impuesta en la Comunidad Autónoma de Cataluña ha sido publicada en el *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya (DOGC)* del pasado 5 de febrero de 2002. El Decreto 22/2002, de 22 de enero, de establecimiento y mejora de las medidas para la gestión de los recursos hídricos, indica en su artículo 4.3 que "La utilización de agua para riego de jardines públicos se reducirá al mínimo indispensable, y con un límite máximo de 450m³/ha/mes"; más adelante, en el artículo 8 se indica textualmente "queda reducida la extracción o derivación de agua no procedente de depuradora de aguas residuales para el riego de campos de golf a las cantidades que figuran en la tabla del anejo 1". La citada tabla es la siguiente:

"Anejo 1"

Dotación en periodo de sequía (m ³ /ha)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
210	210	210	560	560	700	840	840	700	560	210	210

Esto da pie a indicar que los cultivares seleccionados han de ser menos exigentes en agua que los utilizados tradicionalmente y, por supuesto, que el uso de aguas residuales estará cada vez más extendido, lo que obligará a utilizar especies y cultivares capaces de prosperar adecuadamente con este agua de inferior calidad. En general, los nuevos cultivares de césped tratarán de mejorar la resistencia al estrés ambiental como la sequía, el calor, frío y sombra.

Serán muy utilizadas las especies de césped de bajo mantenimiento; esto conllevará a la introducción paulatina de nuevas especies como *Digitaria didactyla* y *Axonopus compressus* (para céspedes de zona cálida), o *Agrostis idahoensis* y *Deschampsia caespitose* (para ubicaciones más frías). Es muy probable que se comercialicen varios cultivares de especies como *Pennisetum clandestinum* y *Paspalum vaginatum* (Beard, 1999).

Se comienza a hablar con cierta frecuencia de cultivares no transgénicos resistentes a herbicidas, pero también de cultivares de césped transgénicos que jugarán papeles fundamentales durante el siglo que acaba de comenzar. Se han desarrollado ya genes que favorecen la germinación de las semillas a temperaturas muy bajas del sustrato, o que incluso modifican el color del follaje. Para acabar utilizaremos unas líneas publicadas recientemente por el profesor J. Beard, prestigiosa figura mundial en el mundo de los céspedes; el profesor Beard indica que en el futuro es bien posible que los profesionales produzcan césped de color amarillo o color rojo. Este concepto se puede denominar 'césped de las galaxias' en analogía al popular término de Guerra de las Galaxias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEARD, J., 1973. *Turfgrass: Science and culture*. Prentice Hall. (USA).
- BEARD, J., 1999. Avances en el campo del césped previstos para el siglo XXI. TurFax®7:1-7.
- CANDELA, X., 2001. Los pliegos de condiciones en la gestión de los mantenimientos y la norma ISO 14001. Comunicación personal. III Jornada de Jardinería Municipal: *La gestió dels espais verds municipals*. Octubre de 2001. Municipalia-2001. Lleida. (España).
- FORO DEL AGUA, 1997. Algunas cuestiones importantes entorno al agua. Aula del Agua en Granada. Nota informativa Nº 2.
- HARNIK, P., 2000. *Inside City Parks*. Urban Land Institute, Washington DC (USA).
- LAMO DE ESPINOSA, J., 2001. El regadío español en un mundo globalizado (pag: 23-37). En: Los regadíos españoles. II Symposium Nacional. Editorial Agrícola Española S.A. Nº 18. Serie Técnica.
- MARTÍNEZ, S., 2000. *L'aigua i l'agricultura: ús, consum o abús*. *Revista del Col·legi d'Enginyers Tècnics Agrícoles de Catalunya*. Nº 4. Julio de 2000.
- STUBBS, D., 2000. Golf y Ecología. Comunicación personal. Comprometidos con el medio ambiente. Real Federación Española de Golf. Madrid, noviembre de 2000.
- THOMPSON, W.; SORVIG, K., 2000. *Green Building Outdoors*. Island Press, Washington D.C. (USA).

LAWNS IN SPAIN: PRESENT STATUS AND FUTURE PERSPECTIVES

SUMMARY

There are many factors, which may be limiting for lawn installations in Spain. The most important is the climate that affects a vast amount of the country and is characterized by high temperatures and low rainfall, resulting in the need to provide supplementary irrigation in order to fulfill water demands of lawns. During the past several years the repeated severe droughts have seriously compromised water reservoirs. However, the demand for lawns is increasing in both the public and private sectors, which requires techniques that are compatible with both the growing demand and limited water resources. The new cultivars for lawn should satisfy both demands, that is they should be capable of withstanding environmental stresses such as drought, high and low temperatures, full sunlight or shade, as well as proliferate adequately with low quality water such as residuals.

Key words: water use efficiency, seeds, drought.

MATERIAL VEGETAL PARA USO CESPITOSO EN ESPAÑA

J. CIRERA CLOTET

Área de céspedes de Semillas Fitó. C/ Selva de Mar 111; 08019 (Barcelona).

RESUMEN

El objeto del artículo es describir con criterios objetivos, las especies cespitosas, básicamente gramíneas, actualmente utilizadas en España, haciendo hincapié en los caracteres que las diferencian de las forrajeras junto con los usos de cada una, posibles mezclas y resultado de su aplicación en campo. Se plantean también otras especies, incluyendo malas hierbas, cuyo interés cespitoso es grande para futuras aplicaciones.

Palabras clave: césped, especies, ornamental, C₃, C₄.

1.- USOS DE LAS CESPITOSAS

A las especies cespitosas se le atribuyen los siguientes usos:

- Estabilizadoras de terrenos, taludes, laterales de carreteras, terrenos abandonados agrícolamente, vertederos, etc.
- Formadoras de céspedes ornamentales, agradables a la vista, de uso público o privado.
- Para utilizar como soporte de actividades deportivas: Golf, fútbol, rugby, polo, etc.

2.- CALIDAD DE UN CÉSPED

Está en función de su utilidad, aspecto estético, y en caso de uso deportivo, su aptitud para jugar en él durante la temporada. Un césped ornamental, por ejemplo, deberá ser denso, uniforme y de color agradable para resaltar el aspecto ambiental. En cambio los céspedes de estabilización deben ser rústicos y con profundo sistema radicular.

2.1- Calidad visual

Densidad

Es la medida de tallos aéreos por área. Las densidades más elevadas se consiguen con *Agrostis* y *Cynodones*. Valoramos céspedes lo más densos posible, aunque esto implique un aumento de mantenimiento.

Textura de hoja

Es la medida de la anchura de la hoja, siendo representativos de hoja fina la *Festuca rubra* y la *Poa trivialis* en contraposición a las especies de hoja gruesa como *Stenotaphrum secundatum* o *Festuca arundinacea*. La textura de hoja condiciona la compatibilidad con otras especies. Al elevar la densidad la textura de hoja tiende a ser más fina.

Uniformidad

Existen dos dimensiones de la uniformidad, una de composición y está relacionada con la masa de tallos aéreos, la otra mide la regularidad de la superficie de césped. Las diferencia de textura,

densidad, composición, color, etc, determinan la uniformidad y por lo tanto la calidad visual y de uso del césped.

Color

Es la medida de la luz reflejada por la cubierta vegetal. Diferentes especies y variedades varían de un color ligero a verde oscuro. Un color es indicativo del estado de la planta. Aquí valoramos colores lo más oscuro posibles.

Hábito de crecimiento

Formando macollas: Propagación mediante hijuelos.

Rizomatoso: Propagación mediante tallos subterráneos.

Estolonífera: Propagación mediante estolones o tallos superficiales.

Limpieza de corte

Es una característica que afecta a la calidad visual y de uso del césped. Con siegas inadecuadas las hojas se deshilachan y pierden color. En greens se altera la circulación de la pelota, etc.

2.2.- Calidad funcional

Rigidez

Es la resistencia de la cubierta vegetal a la compresión y está relacionada con la resistencia al pisoteo. Está influenciada por la composición química, contenido en agua, etc. Los cynodones son los más rígidos y por lo tanto más tolerantes al pisoteo.

Elasticidad

Es la tendencia de la planta a volver a su posición original una vez la fuerza inicial se elimina. Es una función esencial para guardar la estética del cultivo.

Resiliencia

Capacidad de absorber fuerzas exteriores sin alterar su superficie. Se ve favorecida por el colchón del césped, suelo y estructura del suelo. En el fútbol reduce el riesgo de lesiones.

Rendimiento

Mide la cantidad de materia verde cortada en las siegas. Nos interesan, al contrario de las forrajeras, variedades con el menor rendimiento posible pero manteniendo la capacidad de recuperación.

Verdor

Es la medida de los tallos aéreos que permanecen después de la siega. Dentro de un mismo genotipo, aumentos de verdor se correlaciona con aumentos de rigidez y capacidad de recuperación, así como aspecto estético.

Enraizamiento

Es la cantidad de crecimiento radicular en un momento determinado durante la estación de crecimiento.

Capacidad de recuperación

Muestra la capacidad de recuperación de una variedad contra agresiones externas tales como ataques de plagas y enfermedades, pisoteo, etc. Está influida por factores genéticos pero también medioambientales, fertilización, riego, temperaturas, etc.

3.- ESPECIES CESPITOSAS UTILIZADAS EN ESPAÑA

3.1.- Gramineas C₃

Lolium perenne

Destaca por: instalación muy rápida. Elevada resistencia al pisoteo. Tolera cortes bajos (hasta 8 mm). Rápida capacidad de recuperación. Máxima estética y color verde oscuro si la fertilización es adecuada. Necesidades bajas en escarificados debido a su crecimiento formando macollas. Ideal para resembrar sobre cualquier superficie.

Inconvenientes: Elevadas necesidades en agua de riego. Altas necesidades en fertilizantes. Tolera poco la sombra. Al no tener crecimiento lateral, no cubre faltas o zonas pobres.

Con respecto a las variedades forrajeras de esta misma especie valoramos crecimiento más lento y menor producción de masa verde, mayor resistencia al pisoteo, posesión de hongos endófitos para rechazar insectos chupadores y dar más resistencia al stress y poder elegir entre variedades más o menos persistentes según deseemos un césped perenne o temporal para resembrar sobre especies C₄.

Festuca arundinacea

Destaca por: máxima rusticidad. Color verde oscuro. Elevada resistencia a sequía y calores. Buen anclaje en terrenos pobres. Color verde oscuro intenso. Máxima resistencia a enfermedades.

Inconvenientes: Instalación más lenta que en caso de *Lolium perenne*. Textura de hoja media o gruesa. No tolera cortes por debajo de 20 mm. Tiene una baja capacidad de recuperación.

Con respecto a las variedades forrajeras valoramos una textura de hoja más fina, una mayor densidad, presencia de hongos endófitos, color más oscuro y menor crecimiento.

Festucas finas (Festuca rubra rubra, Festuca rubra trichophylla, Festuca rubra conmutata, Festuca ovina duriúscula)

Destacan por: textura de hoja muy fina y porte ornamental. Pocas necesidades en riego y fertilizantes. Toleran bien la sombra. Se comportan muy bien en invierno tolerando bajas temperaturas.

Inconvenientes: Poca tolerancia al pisoteo. Se comportan mal con los calores veraniegos. Muy sensibles a enfermedades. Toleran mal aguas de mala calidad, excepto algunas variedades.

Respecto a las variedades forrajeras valoramos mayor densidad, posesión de hongos endófitos y mayor tolerancia al uso y calores estivales.

Son solamente interesantes en climas atlánticos y alta montaña, o en mezcla específicas.

Poa pratensis

Destaca por: alta resistencia al pisoteo. Tolera cortes bajos (a partir de 12 mm.) lo cual le hace muy recomendable para espacios deportivos. Su crecimiento lateral mediante rizomas le permite recuperar espacios pobres. Elevada estética.

Inconvenientes: Altas necesidades en abonados, riego y mantenimiento en general. Muy sensible a enfermedades, especialmente Roya. Poca tolerancia a aguas de baja calidad.

Poa trivialis

Utilizada para resiembras de especies C₄ para dar color en invierno por su rápida transición en primavera y su tolerancia a cortes bajos y aspecto invernal. Tiene buena tolerancia a encharcamiento y sombra.

Poa annua

Destaca por: máxima densidad (hasta 8.000 tallos/dm²). Crecimiento invernal. Máxima tolerancia al pisoteo y compactación del terreno lo cual la hace interesante para usar en campos de fútbol, en los que ya está presente como mala hierba. La *subespecie Poa annua reptans* es perenne y aguanta moderadamente los calores veraniegos.

Inconvenientes: Su floración primaveral es un poco antiestética (espiga a ras de suelo). Sistema radicular muy superficial. Sensible a enfermedades, especialmente Antracnosis.

Agrostis tenuis

Especie interesante por su tolerancia a cortes bajos y finura con un moderado crecimiento lateral. Se ve sustituida por el *Agrostis stolonifera* en los greens de golf y su uso en las mezclas se circunscribe de un modo testimonial al Norte de España con clima atlántico.

Agrostis stolonifera

Destaca por: elevada densidad de planta (hasta 4.000 tallos/dm² en algunas variedades). Tolerancia a cortes muy bajos (a partir de 2 mm.) lo cual lo hace ideal para encespar los greens de campos de golf.

Inconvenientes: Altas necesidades en riego, sustrato, escarificados, pinchados, etc.

3.2.- Gramíneas C₄

Cynodon dactylon

Destaca por: tolerancia a calor, sequía, aguas de baja calidad, mantenimiento reducido, etc. Se puede cortar a partir de 10 mm.

Inconvenientes: Pierde color cuando la temperatura del suelo baja por debajo de los 18°C. Es muy exigente en escarificados para que el aspecto sea bueno.

Cynodon dactylon x Cynodon transvaalensis

Es la elección de las Calles y Salidas de los Campos de Golf en la costa Mediterránea cálida. Tiene mayor densidad que la especie anterior. Su multiplicación es por esquejes.

Paspalum notatum

Especie utilizada para revegetar taludes y zonas marginales en la Costa Mediterránea. No se ha mejorado para uso cespitoso.

Paspalum vaginatum

Es una auténtica revolución en los céspedes C₄.

Destaca por: se puede regar con agua de mar, si el drenaje es suficiente. Tiene una densidad superior a los Cynodones. Mantiene mejor el color con la bajada de temperatura, no lo pierde hasta los 2-3°C. Tiene un crecimiento compacto, lento y postrado muy interesante.

Inconvenientes: Elevadas necesidades en escarificados y pinchados. Requiere un manejo muy cuidadoso. Se multiplica por esqueje solamente.

Pennisetum clandestinum

Destaca por: máxima agresividad y tolerancia a condiciones extremas. Se puede regar con aguas de muy baja calidad tolerando muy bien la sequía y calores extremos recuperando fácilmente debido a sus potentes estolones. Se puede cortar a partir de 5 mm.

Inconvenientes: Es muy agresivo e invasor, siendo muy difícil de eliminar como mala hierba. Acolchona mucho con lo cual es necesario un plan de cultivo para mantener la calidad.

Stenotaphrum secundatum

Destaca por: máxima rusticidad y facilidad de manejo. Aguanta moderadamente la sombra. Mantiene bastante el color en invierno en condiciones de clima cálido.

Inconvenientes: Textura gruesa. Acolchona mucho. Se multiplica por esqueje.

3.3.- No gramíneas***Dichondra repens***

Convolvulácea tapizante y de uso específico en climas costeros.

Destaca por: su hábito reptante y de poco crecimiento en altura. Buena tolerancia a la sombra. Acepta pocos cortes al año, aunque la estética mejora con las siegas. Ideal para zonas donde sea difícil acceder con maquinaria.

Inconvenientes: No tolera mucho el pisoteo. Su color empeora con temperaturas inferiores a 8°C. Muy sensible a enfermedades. Cubierta irregular.

Trifolium repens, Trifolium hirtum, etc.

Son forrajeras sin mejora como cespitosas pero que se usan como cubiertas de mantenimiento mínimo.

4.-OTRAS ESPECIES DE INTERÉS PARA MEJORA GENÉTICA FUTURA**4.1.- Especies C₃**

Agrostis canina: Ideal para greens sombríos.

Deschampsia caespitosa: Destaca por su tolerancia a pisoteo y sombra.

Cynosorus cristatus: De cualidades similares a la anterior, lo puede hacer interesante para campos de fútbol en climas no calurosos.

Poa supina: Util para hacer céspedes en sombra.

Agropyrum cristatum: De máxima rusticidad estando verde todo el año.

Fleo bertolinii: Para zonas de mucho pisoteo en alta montaña.

Poa bulbosa: Para jardinería de bajo mantenimiento en clima mediterráneo.

4.2.- Especies C₄

Digitaria didactyla: C₄ muy agresiva y con moderada resistencia a sombra.

Büchloe dactyloides: C₄ de mínimo mantenimiento.

4.3.- Especies modificadas genéticamente

Resistencia a herbicidas, a plagas y enfermedades, etc.

5.-EJEMPLOS DE COMBINACIONES DE SEMILLA PARA DISTINTOS USOS

- Césped para jardinería en la Costa Mediterránea cálida con *Cynodon*
70% *Festuca arundinacea*; 10% *Lolium perenne*; 10% *Poa pratensis* y 10% *Cynodon dactylon*
- Césped fuerte, de amplio uso para toda España
70% *Festuca arundinacea*; 20% *Lolium perenne* y 10% *Poa pratensis*
- Césped rústico para jardinería en toda España
95% *Festuca arundinacea* y 5% *Poa pratensis*
- Césped fino tolerante a la sombra para toda España
15% *Lolium perenne*; 10% *Poa pratensis*; 40% *Festuca rubra rubra* y 35% *Festuca rubra conmutata*
- Césped estándar para clima atlántico
50% *Lolium perenne*, 10% *Poa pratensis*, 20% *Festuca rubra rubra*, 15% *Festuca rubra conmutata* y 5% *Agrostis tenuis*
- Césped para resembrar
100% *Lolium perenne*
- Césped fino y tolerante al pisoteo para jardines, campos de fútbol y calles de campos de golf
50% *Lolium perenne* y 50% *Poa pratensis*

TURFGRASS TYPES AND PURPOSES FOR SPAIN

SUMMARY

We approach in this report on turfgrass plants, mainly gramineae, used right now in Spain, focusing on the characteristics that make differences between forage and turfgrasses, possibilities for each use, mixtures and field results depending of the climate and goal to achieve.

We stress also in other plants, including weeds, wich can offer us further possibilities for turfing in the next future.

Key words: species, turf, ornamental, C₃, C₄.

LOS PASTOS EN CATALUÑA: TIPOLOGÍA CORINE Y DIRECTIVA HÁBITATS

J. VIGO Y J. CARRERAS

Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació (GGCV). Centre especial de Recerca de Biodiversitat Vegetal (CERBIV). Universitat de Barcelona. Diagonal 645. 08028 Barcelona

RESUMEN

La aplicació al àmbit catalán de la tipologia propuesta por el proyecto *CORINE biotopes* ha dado lugar a una lista de 64 hábitats correspondientes a comunidades herbáceas. Aquí presentamos esquemáticamente los que pueden considerarse más propiamente como pastos y damos una caracterización sintética de los mismos (véase, aparte del texto, las tablas 1 a 6). Un breve comentario sobre los hábitats declarados de interés comunitario nos lleva a concluir que, aparte de aceptar la lista genérica establecida por la UE, cada país debería analizar las características de su medio natural y elaborar una lista específica. La cartografía de los hábitats de Cataluña – ya bastante avanzada (56 mapas sobre un total de 85) – permite calcular la importancia relativa, en el territorio, de los principales tipos de pastos (figura 1) y de los hábitats de pastizal considerados de interés comunitario (figura 2).

Palabras clave: pastos, Cataluña, clasificación, biotopos CORINE, hábitats de interés comunitario.

INTRODUCCIÓN

Con el fin de poder establecer, con buen conocimiento de causa, la red de espacios denominada Natura 2000, la Unión Europea propuso, a través del programa CORINE (*Coordination of the Information on the Environment*), una clasificación de los hábitats existentes en su territorio. Después de algunas revisiones y ampliaciones, esta clasificación se plasmó en un catálogo (*CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community*, 1991) que enumera y describe escuetamente dichas unidades. Más tarde, la Directiva Hábitats (*Council Directive 92/43 of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora, OJ L206, 22.07.92*) determinó cuales de estos hábitats debían ser considerados de interés comunitario, y algunos de ellos, además, prioritarios.

A propuesta de la *Generalitat de Catalunya*, nuestro Grupo (GGCV) llevó a cabo una adaptación de los hábitats CORINE al territorio catalán e inició los trabajos conducentes a levantar los mapas de hábitats de Cataluña. Información más detallada sobre estos proyectos, y sobre diversos estudios y propuestas complementarios, puede encontrarse en Vigo y Carreras (2002, en prensa). Aquí nos ocupamos concretamente de los hábitats correspondientes a pastos, presentamos una síntesis de la tipología elaborada por nosotros y hacemos algunos comentarios acerca de la propuesta de la UE relativa a los hábitats de interés comunitario (HIC). También extraemos algunos datos del proyecto cartográfico mencionado.

Antes de abordar directamente estos temas, debemos hacer dos puntualizaciones. La primera se refiere al concepto de hábitat. Para el citado manual (CBM), este término viene a ser sinónimo de biotopo y se refiere al conjunto de ambiente y biocenosis, es decir a un segmento cualquiera de la

biosfera con unas características particulares; esta es, ciertamente, la significación atribuida inicialmente a biotopo.

En segundo lugar, debemos especificar que aquí entendemos como pastos las comunidades eminentemente herbáceas, en mayor o menor parte graminoides, que, ocupando en el paisaje superficies apreciables, son susceptibles de ser pastadas; lo que se corresponde, creemos, con el sentido que se da comúnmente este vocablo. Para concretar más, señalaremos que no tomamos en consideración, aparte de los prados de siega, los siguientes hábitats CORINE dominados por plantas herbáceas: comunidades de terrenos salinos, formaciones de las playas arenosas, comunidades de plantas crasas, comunidades de bordes de caminos y suelos pisoteados, formaciones de *Ampelodesmos mauritanica*, herbazales de claros y de linderos de bosque, vegetación de los neveros, formaciones megafórbicas, juncuales y herbazales húmedos, humedales, turberas y comunidades fontinales; además de algunas formaciones herbáceas muy poco extendidas y, por tanto, muy poco interesantes para el pastoreo.

La tipología Corine

La tipología de los hábitats propuesta por el CBM es un sistema construido de nuevo, si bien suele apoyarse, como es lógico, en las clasificaciones ya existentes. Los hábitats que no llevan biocenosis evidentes son descritos por sus características físicas y ecológicas. Los que incluyen una población biológica importante quedan definidos por la estructura y la composición de las biocenosis. En el caso de la mayoría de hábitats terrestres que comprenden una comunidad vegetal bien caracterizable, como ocurre con los pastos, la clasificación CORINE se convierte, pues, en una tipología de la vegetación. En estos casos el CBM tiene muy en cuenta la sintaxonomía sigmatista, ampliamente utilizada en Europa, pero recoge también las clasificaciones basadas en las plantas dominantes. De modo general se puede decir que en la tipología de los bosques y matorrales da mucha importancia a la especie dominante, mientras que para otros hábitats prima la composición global de la comunidad y su ecología. En muchos casos, también la biogeografía y el área de distribución son criterios utilizados para separar tipos de hábitats.

A menudo el manual cita expresamente las unidades fitocenológicas (asociaciones, alianzas,...), pero advierte que estas referencias son simplemente orientativas. Poniendo en paralelo la clasificación CORINE con la tipología sigmatista, se echa de ver que entre una y otra se dan relaciones de tipo muy diverso: puede que un hábitat coincida con una asociación, que un hábitat haga referencia a diversas asociaciones o que una misma asociación esté repartida en hábitats distintos. A pesar de todo, el conocimiento de la sintaxonomía es bastante fundamental para interpretar la tipología CORINE, lo que resulta especialmente cierto en el caso de los pastos.

Adaptación del CBM al territorio catalán

Para establecer una Lista de los Hábitats de Cataluña (LHC), hemos seguido el esquema y los criterios adoptados por el CBM, introduciendo las matizaciones y las ampliaciones que el mismo manual prevé o aconseja.

Las formaciones herbáceas asimilables a pastos se encuentran, en el CBM, incluidas en el apartado 3 (Vegetación arbustiva y herbácea), y en concreto en las subunidades 34, 35 y 36 (que comprenden asimismo orlas herbáceas, comunidades de neveros y otras formaciones no tenidas en cuenta aquí). Dentro de estos tres apartados, la LHC distingue 64 hábitats, 41 de los cuales coinciden con otros tantos ya definidos por el manual y 23 son hábitats adicionales, propuestos por nosotros. La denominaciones de los hábitats utilizadas en la LHC siguen el modelo de los títulos originales ingleses del CBM, aunque en algunos casos añadimos algunas especificaciones para que el enunciado de cada unidad resulte más preciso y, sobre todo, suficiente por sí mismo. Siempre que viene al caso, para cada hábitat hacemos constar las unidades sintaxonómicas (normalmente asociaciones) con que está total o parcialmente relacionado. A título de ejemplo, he ahí el enunciado de dos de los hábitats correspondientes a pastos:

35.32* Pastos sabanoides de *Hyparrhenia hirta*, de vertientes solanas de las comarcas marítimas.

0259 – *Hyparrhenietum hirta-pubescentis* A. et O. Bolòs et Br.-Bl. 1950

36.341 Pastos de *Carex curvula*, acidófilos, del piso alpino.

0284 – *Gentiano alpinae-Caricetum curvulae* Nègre 1969

0283 – *Hieracio-Festucetum supinae* Br.-Bl. 1948

1740 – *Leontodonto-Caricetum curvulae* Br.-Bl. 1948

A continuación, presentamos resumidamente un esquema de los tipos de pastos reconocidos como hábitats en Cataluña, haciendo salvedad de los tipos de formaciones ya explicitadas más arriba. En todos los casos les atribuimos los códigos identificativos que llevan en la LCH (a su vez, acordes con los del CBM). Cuando un subtipo (código de tres cifras) comprende más de dos hábitats, los agrupamos en una tabla en la que hacemos constar escuetamente el código específico, la composición florística, la caracterización ecológica, la biogeografía y/o los territorios que el hábitat ocupa en Cataluña.

34. Pastos basófilos, secos, de las tierras mediterráneas y de la montaña media.

La mayoría calcícolas, aunque algunos se instalan en suelos aluviales o en depósitos de limos rojos.

34.3 *Pastos de carácter mediterráneo* (véase la tabla 1). En general sobre substratos calcáreos. Requieren un clima más o menos lluvioso, con sequía estival poco acusada. Se mantienen verdes durante todo el año o, por lo menos, en primavera y principios de verano. Los pastos dominados por *Brachypodium phoenicoides* (última fila de la tabla), a pesar de que la tipología CORINE los sitúa aquí, tienen un carácter mediterráneo bastante marcado.

34.5 *Pastos secos mediterráneos*. De climas claramente mediterráneos, con una sequía estival acusada. Incluyen dos hábitats:

34.511 Lastonares (pastos secos de *Brachypodium retusum*), con terófitos.

34.5131 Pastos terofíticos, calcícolas, de las tierras mediterráneas occidentales.

34.6 *Pastos altos mediterráneos* (véase la tabla 2). Separables de los precedentes por el mayor desarrollo de las gramíneas dominantes. Soportan una sequía estival importante.

34.7 *Pastos submediterráneos* (véase la tabla 3). Sobre todo en la montaña media, pero también en las tierras mediterráneas subhúmedas. Sometidos a sequía estival; más o menos agostados en verano. Verdes, y por tanto pastables, en primavera (raramente también en otoño). Comprenden siempre una proporción más o menos importante de plantas leñosas.

34.8 *Pastos subnitrofilos mediterráneos*. Incluyen solamente un hábitat: 34.81 Pastos subnitrofilos de terófitos (o cardonales), con *Aegilops geniculata*, *Bromus rubens*, *Medicago rigidula*, *Carthamus lanatus*,... Prosperan en suelos débilmente nitrificados, secos, y a menudo son pastados asiduamente. Comprenden numerosas plantas anuales.

35 Pastos acidófilos secos de la montaña media y de las tierras mediterráneas.

35.1 *Pastos atlánticos y subatlánticos* (véase la tabla 4). Se trata de comunidades acidófilas, que se instalan en substratos silíceos o en suelos descalcificados. Todas ellas son mesófilas, se agostan tarde y, por tanto, se explotan como pastizales de verano.

35.2 *Pastos acidófilos abiertos, de carácter mediterráneo*. Con el hábitat: 35.21 Pastos de terófitos (*Aira caryophyllea*, *Vulpia myuros*, *Filago minima*, *Trifolium arvense*,...), silíceas y a menudo de suelos arenosos, de la montaña media.

35.3 **Pastos acidófilos mediterráneos.** Homólogos del hábitat 34.6, corresponden a los hábitats:

35.31* Pastos de terófitos (*Helianthemum guttatum*, *Tolpis barbata*, *Crassula tillaea*, *Silene gallica*, *Aira cupaniana*,...), a menudo con plantas crasas (*Sedum* sp.), silicícolas.

35.32* Lastonares (pastos secos de *Brachypodium retusum*), con terófitos. Son silicícolas, pero solo débilmente acidófilos.

Tabla 1 - 34.3 Pastos basófilos de carácter medioeuropeo

código LHC - composición	Caract. ecológica	biogeografía	territorios
34.323L* - <i>Brachypodium pinnatum</i> dom.	Calcícolas y mesófilos; suelos más bien profundos	pisos montano y subalpino	Pirineos C
34.32611* - <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Plantago media</i> , <i>Galium verum</i> , <i>Cirsium acaule</i> , ...		montaña media y piso subalpino	Pirineos y tierras próximas
34.325L* - <i>Sesleria coerulea</i> , <i>Cirsium acaule</i> , ...	Calcícolas y mesoxerófilos; suelos en general poco profundos	pisos montano y subalpino	Pirineos
34.32612* - <i>Bromus erectus</i> , <i>Cirsium tuberosum</i> , ...		montaña media	t. catalanídico C-S, Montsec
34.32614* - <i>Astragalus sempervirens</i> , <i>Sideritis hyssopifolia</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Avenula pratensis</i> , ...		piso subalpino (y montano)	Pirineos C
34.32613* - <i>Festuca spadicea</i> , <i>Leuzea centauroides</i> , ...	calcícola y mesoxerófilo; vertientes solanas	piso subalpino	Pirineos
34.332G1* - <i>Festuca ovina</i> , <i>Avenula iberica</i> , <i>Seseli montanum</i> , <i>Teucrium pyrenaicum</i> , <i>Brachypodium phoenicoides</i>	basófilo y xerófilo	piso montano	Pirineos
34.36 - <i>Brachypodium phoenicoides</i> dom., <i>Euphorbia serrata</i> , <i>Galium lucidum</i> , ...	Xeromesófilo; suelos profundos	tierras mediterráneas	la mayoría de territorios

Tabla 2 - 34.6 Pastos altos mediterráneos

código LHC – composición	Caract. ecológica	territorios
34.61 – <i>Stipa tenacissima</i> dom. (espartales de atocha)	suelos calcáreos; clima cálido, subárido	t. catalanídico S
34.621 – <i>Lygeum spartum</i> dom. (albardinales)	suelos calcáreos o yesosos; clima subárido	Tierras interiores
34.6321* - <i>Oryzopsis miliacea</i> dom.	campos abandonados, tierras removidas	Principalmente tierras marítimas
34.6322* - <i>Stipa offneri</i> , <i>S. pennata</i> , <i>S. capillata</i>	calcícola y xerófilo	Diversos
34.634 – <i>Hyparrhenia hirta</i> dom. (prado sabanoide)	suelos limosos; clima subhúmedo; vertientes solanas	Tierras marítimas

Tabla 3 – 34.7 Pastos submediterráneos

código LHC – composición	caract. ecológica	biogeografía	territorios
34.712 – <i>Sesleria coerulea</i> , <i>Carex humilis</i> , <i>Lavandula angustifolia</i> , ...	suelos calcáreos; vertientes umbrías	pisos montano y submontano	Prepireneos, t. catalanídico N
34.7133 – <i>Ononis striata</i> , <i>Anthyllis montana</i> , <i>Globularia cordifolia</i> , ...	suelos calcáreos, esqueléticos	montaña media (y piso subalpino)	Prepireneos, principalmente
34.7134* - <i>Festuca spadicea</i> , <i>Cotoneaster integerrimus</i> , ...	suelos calcáreos; vertientes umbrías	piso montano alto	Prepireneos C
34.721 – <i>Aphyllanthes monspeliensis</i> dom.	suelos calcáreos; clima poco frío	tierras bajas y piso submontano	diversos
34.722 – <i>Stipa pennata</i> dom.	suelos calcáreos, poco profundos	montaña media	Prepireneos, t. ausosegárrico,..

Tabla 4 – 35.1 Pastos atlánticos y subatlánticos

código LHC – composición	caract. Ecológica	biogeografía	territorios
35.11 – <i>Nardus stricta</i> dom. (cervunales)	clima húmedo; suelos ácidos	piso montano	Pirineos C (Valle de Arán)
35.122* - <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i> , <i>Galium verum</i> ,...	silicícolas y mesófilos	pisos montano y subalpino	Pirineos
35.123* - <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Genista tinctoria</i> ,...		piso montano	Pirineos C
35.124* - <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Potentilla montana</i> ,...		piso montano	Montseny
35.124* - <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Antennaria dioica</i> , <i>Deschampsia flexuosa</i> ,...		piso subalpino	
35.126* - <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Dechampsia flexuosa</i> , <i>Primula intricata</i> , <i>Gentiana acaulis</i> ,...	clima húmedo; sustrato en general calcáreo; suelo acidificado	piso subalpino	Pirineos E

35.8* **Pastos acidófilos, secos, de la montaña media.** Con un solo hábitat: 35.81* Pastos silicícolas y xerófilos, con *Agrostis capillaris*, *Seseli montanum*, *Festuca ovina*, *Dichanthium ischaemum*,... de la montaña media pirenaica y del Montseny. Acogen bastantes terófitos. En su ciclo anual suelen presentar dos máximos muy marcados, uno en primavera y otro en otoño, los cuales corresponden a aspectos bastante diferentes, porqué las especies preponderantes son distintas en uno y otro caso.

36 Pastos de alta montaña.

36.3 **Pastos acidófilos de alta montaña** (véase la tabla 5). Corresponden a los típicos pastizales alpinos, muy diversificados en la zona axial de los Pirineos catalanes, predominantemente silíceos. De todos modos, también pueden desarrollarse sobre sustrato calcáreo, siempre y cuando el suelo tenga un cierto grosor y haya sufrido un proceso de acidificación superficial por efecto de un clima lo bastante lluvioso o de una innivación prolongada. La mayoría son pastos bajos que cubren grandes extensiones, intensamente utilizados como pastos de verano.

36.4 **Pastos basófilos de alta montaña** (véase la tabla 6). Solamente en las sierra pirenaicas. Típicamente calcícolas, representados por formaciones de aspecto muy diverso.

Tabla 5 – 36.3 Pastos acidófilos de alta montaña

código LHC – composición	caract. ecológica	biogeografía	territorios
36.311 – <i>Nardus stricta</i> dom. (cervunales)	mesófilos; suelos profundos	alta montaña	Pirineos
36.312 – <i>Nardus stricta</i> dom. (cervunales)	higrófilos; suelos muy húmedos	alta montaña	
36.313 – <i>Alopecurus alpinus</i> , <i>Trifolium alpinum</i> , ...	vaguadas largamente innivadas	piso alpino	
36.314 – <i>Festuca eskia</i> dom.	llanos, laderas bien innivadas; suelos no sometidos a soliflucción	alta montaña	
36.332 – <i>Festuca eskia</i> dom.	laderas empinadas, poco innivadas; suelos sometidos a soliflucción	alta montaña	
36.3311 – <i>Festuca paniculata</i> dom.	terrenos silíceos; lugares resguardados; suelos profundos	piso subalpino	
36.3312 – <i>Festuca paniculata</i> dom.	terrenos calcáreos; lugares resguardados; suelos profundos, acidificados	piso subalpino	
36.315 – <i>Bellardiochloa variegata</i> ab. O dom.	laderas venteadas, collados	piso subalpino	
36.341 – <i>Carex curvula</i> dom. o ab.	clima nivoso, vaguadas bien innivadas	piso alpino	
36.3431* - <i>Festuca airoides</i> ab.	llanos, laderas suaves; innivación mediana	piso alpino	
36.3432* - <i>Festuca yvesii</i> dom o ab.	vertientes ventosas, secas; suelo pedregoso	alta montaña	
36.317* - <i>Deschampsia flexuosa</i> , <i>Festuca gautieri</i> , ...	silicícolas y mesófilos; canales umbrías	piso subalpino	Montseny

Tabla 6 – 36.4 Pastos basófilos de alta montaña

código LHC – composición	caract. ecológica	biogeografía
36.4112 – <i>Sesleria coerulea</i> , <i>Ranunculus thora</i> , <i>Carex sempervirens</i> , ...	calcícolas y mesófilos; lugares umbríos, frescos	piso subalpino
36.4142 – <i>Trifolium thalii</i> , <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Ranunculus gouanii</i> , ...	calcícolas y mesófilos; suelos débilmente ácidos	piso subalpino superior
36.422 – <i>Kobresia myosuroides</i> dom. o ab.	crestas y laderas venteadas; innivación muy irregular	piso alpino
36.434 – <i>Festuca gautieri</i> dom. o ab., ...	vertientes empinadas; suelos pedregosos, secos	alta montaña

81 **Pastos intensivos.** Muy nitrófilos e intensamente pastados, proceden de la transformación de antiguos cultivos. Corresponden al hábitat: 81.1 Campos acondicionados como pastos intensivos, secos o poco húmedos.

Los hábitats de interés comunitario

Como hemos dicho, la Directiva Hábitats 92/43 estableció una lista de biotopos considerados de interés en el territorio de la UE. Han sido publicadas sucesivas ediciones de un manual (European Commission, DG Environment, 1999) que pretende facilitar la interpretación de dichas entidades. Con respecto a los pastos, aquella lista contiene los cinco hábitats o grupos de hábitats siguientes:

6140 **Pastos de *Festuca eskia*, silicícolas, de los Pirineos.** En principio se hacía referencia solamente a los pastos cerrados; más tarde, y por lo menos en la lista española correspondiente, se incluyeron también aquí las formaciones escalonadas, propias de los suelos afectados por solifluxión.

6170 **Pastos calcícolas alpinos y subalpinos.** Entendidos en el sentido más amplio posible, de modo que en Cataluña incluyen cuatro hábitats elementales (todos los de la tabla 6)..

6210 **Pastos – y facies con matas – medioeuropeos, seminaturales, sobre calcáreo (*Festuco-Brometea*).** Incluyendo, para nuestro territorio, siete hábitats elementales (todos los de la tabla 1, excepto el último).

6220 **Pastos mediterráneos con anuales, basófilos (*Thero-Brachypodietalia*).** Los dos hábitats mencionados bajo el epígrafe 34.5 (véase más arriba).

6230 **Cervunales (pastos de *Nardus stricta*), ricos florísticamente, de los terrenos silíceos de la montaña media atlántica y subatlántica.** Corresponden al primer hábitat de la tabla 4.

Según aquella normativa, éstos son, pues, los tipos de pastos más interesantes para la UE. Aun cuando los criterios aplicados no han sido hechos públicos, esta selección no parece, vista desde los países del sur de Europa, totalmente consecuente e indiscutible, ni siquiera considerando que se parte de un interés general a escala de toda la Unión. Y es evidente que cada país podría modificar la lista teniendo en cuenta las peculiaridades de su patrimonio natural.

Hay indicios para suponer que se ha intentado la protección de los tipos de pastos menos comunes en la Europa central y septentrional, y que para los países meridionales se han escogido algunos de los hábitats más característicos o endémicos. Esto explicaría que se diera prioridad a todos los pastos medioeuropeos calcícolas, tenidos por grandes rarezas en aquellos territorios, aun cuando bastante extendidos por nuestras montañas; y que no se haya pensado en los ricos y tan característicos pastos de *Aphyllanthes monspeliensis*, también calcícolas, si bien inexistentes fuera del área

mediterránea occidental. La selección de los pastos de *Festuca eskia* quizás deba interpretarse en relación con la singularidad de la gramínea dominante. Los lastonares y los pastos terofíticos basófilos son, genéricamente, típicos del área mediterránea, pero no son los únicos, y no son ni siempre interesantes ni todos ellos raros o amenazados.

En conclusión, aun siguiendo al pie de la letra la normativa relativa a los hábitats de interés comunitario, parece necesario que cada país reflexione sobre la situación de su patrimonio natural y establezca además sus propias prioridades.

La cartografía de los hábitats

No tendría sentido exponer aquí las líneas básicas ni las características del proyecto cartográfico ligado a la delimitación de los hábitats en Cataluña. El lector interesado podrá consultar el artículo antes mencionado (Vigo y Carreras, 2002 inédito) y podrá acceder a la información y a los documentos cartográficos, sucesivamente producidos, a través de internet (www.gencat.es/mediamb/pn.htm). La alusión a este proyecto nos permite, sin embargo, seleccionar alguna información supletoria relativa a los pastos.

Hasta finales del año 2001, habían sido levantadas 56 hojas del mapa de hábitats de Cataluña (un 60% del territorio), que proporcionan una base suficiente para extraer algunas conclusiones. La figura 1 muestra cuales son los tipos de pastos más importantes (en extensión real) en el territorio catalán. En cifras relativas (%), los más extendidos son los siguientes:

36.314 + 36.332 Pastos de <i>Festuca eskia</i>	20,56
34.721 Pastizales de <i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	17,53
34.32611* Pastos calcícolas y mesófilos, de carácter medioeuropeo	11,23

La figura 2 presenta la extensión relativa de los hábitats de pastizal reputados de interés comunitario. Dejamos que el lector extraiga sus propias conclusiones.

Figura 1. Importancia, en superficie cubierta (ha), de los principales tipos de pastos en Cataluña. a - Pastos calcícolas i mesófilos de la montaña media y del piso subalpino. b - Pastos basófilos i xerófilos del piso montano c - Pastizales de *Aphyllanthes monspeliensis*. d - Pastos silicícolas i mesófilos de los pisos montano y subalpino. e - Pastos silicícolas i xerófilos de la montaña media. f - Cervunales mesófilos. g - Pastos de *Festuca eskia*. h - Pastos de *Festuca airoides* o de *Festuca yvesii*. i - Pastos de *Festuca gautieri*. j - Pastos intensivos. k - Otros pastos.

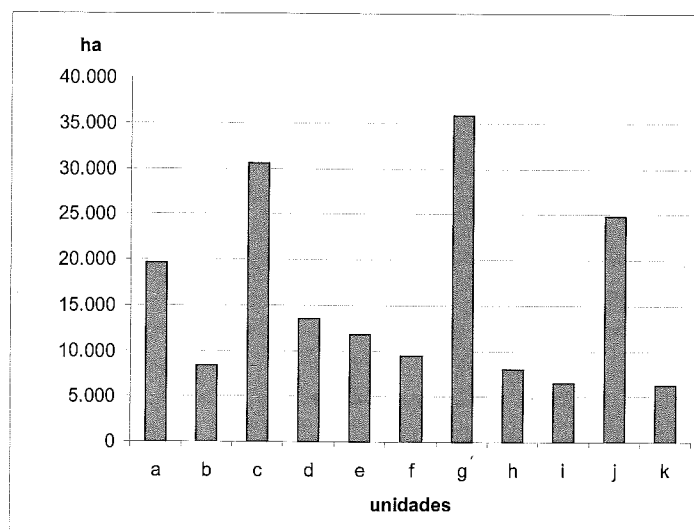
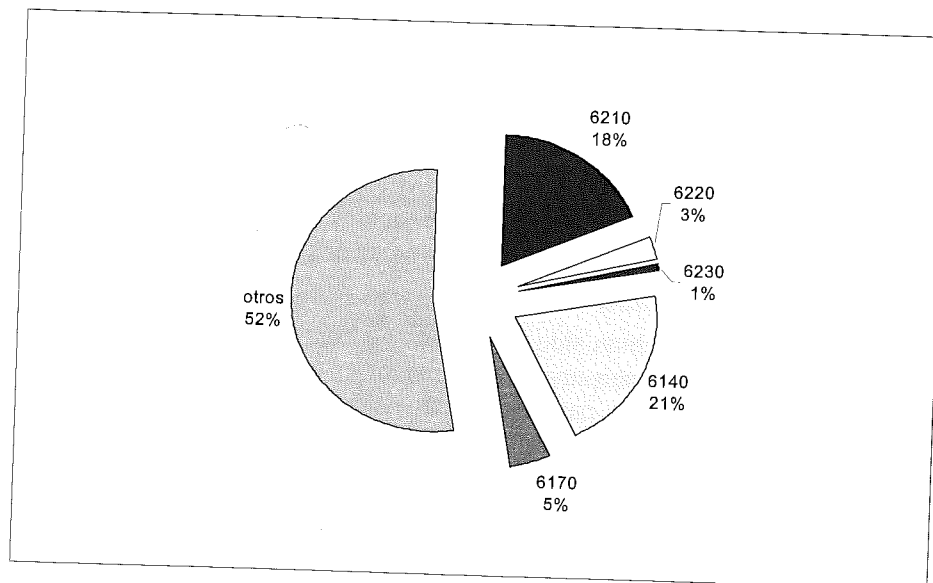


Figura 2. Importancia relativa (porcentaje de cobertura), en el territorio catalán, de los hábitats de pastizal declarados de interés comunitario. 6140 - Pastos de *Festuca eskia*, silicícolas, de los Pirineos. 6170 - Pastos calcícolas alpinos y subalpinos. 6210 - Pastos –y facies con matas- medioeuropeos, seminaturales, sobre calcáreo. 6220 - Pastos mediterráneos con anuales, basófilos (*Thero-Brachypodietalia*). 6230 - Cervunales (pastos de *Nardus stricta*), ricos florísticamente, de los terrenos silíceos de la montaña media atlántica y subatlántica.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1991. *CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community*. EUR 12587/3. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg (Luxemburgo).

EUROPEAN COMMISSION. DG ENVIRONMENT, 1999. *Interpretation Manual of European Union Habitats*. EUR 15/2 (<http://europa.eu.int/comm/environment/nature/hab-en.htm>)

VIGO, J.; CARRERAS, J., 2002 (en prensa). Los hábitats del proyecto CORINE en el ámbito territorial catalán: delimitación y cartografía. *Acta Bot. Barcin.*, **49**.

PASTURES IN CATALONIA: CORINE TYPOLOGY AND HABITATS DIRECTIVE

SUMMARY

Using the typology established by the CORINE biotopes project we have produced a list of 64 habitats of grasslands in Catalonia. We present an outline of those that correspond to pastures and describe them briefly (Tables 1-6). Concerning the habitats of Community interest we conclude that researchers in each country should analyze the features of their own territory in order to draw up a specific list. Since habitat mapping in Catalonia is in an advanced phase of development (56 sheets out of 86) it is possible to estimate the relative importance in this country of the main types of pastures (Figure 1) and those belonging to habitats of Community interest (Figure 2).

Key words: pastures, Catalonia, typification, CORINE biotopes, habitats of Community interest.

COMUNICACIONES

ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO CESPITOSO DE DIFERENTES CULTIVARES DE *POA PRATENSIS* L.

J. CIRERA CLOTET¹ Y J. N. PASTOR SÁEZ²

¹ Área de céspedes de Semillas Fitó. C/ Selva de Mar 111; 08019 (Barcelona). ² Departament d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agraria (Universitat de Lleida) Avda. Rovira Roure 191; 25198 (Lleida)

RESUMEN

Durante los últimos años se está aumentando la de superficies con césped en nuestro país. Esta demanda se da tanto el sector público (parques y jardines) como del sector privado (viviendas particulares, campos de golf). El crecimiento de las zonas verdes en nuestras ciudades está en aumento año a año, ya que cada vez existe una mayor demanda de estas zonas por parte de la sociedad. En estas zonas verdes el césped es uno de los elementos más significativos. Tras esta mayor demanda debe existir también un esfuerzo de obtención y mejora de cultivares cespitosos más competitivos. El presente trabajo muestra el estudio comparativo entre distintos cultivares de *Poa pratensis* (especie que forma parte de las mezclas cespitosas de manera frecuente) respecto de su resistencia a *helminthosporium* y roya, así como de su aspecto general.

Palabras clave: *Helminthosporium*, roya, césped, resistencia, calidad.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se está produciendo un importante incremento de la demanda de superficies con césped en nuestro país; esta demanda viene impulsada tanto desde el sector público (parques y jardines), como del sector privado (viviendas particulares, campos de golf). El crecimiento de las zonas verdes está en aumento año a año en nuestras ciudades. Sirva también como ejemplo que durante los últimos tres años se ha incrementado en prácticamente un 25% la superficie de campos de golf en nuestro país, ocupando actualmente una superficie aproximada de 1600 ha. Es lógico pensar que detrás de esta mayor demanda de material formador de césped, exista un esfuerzo de investigación entre los distintos organismos, tanto públicos como privados, que tenga por objetivo seleccionar cultivares cada vez más competitivos, a la vez que encontrar los parámetros de cultivo que permitan optimizar su gestión (Sherman y Beard, 1975; Szymczak y Lemaire, 1985; Lemaire, 1989; Carrow y Johnson, 1996; Blenis et al., 1997; Huang y Gao, 1999; Huang, 2001). Actualmente todo esto pasa por obtener y seleccionar cultivares que posean un mayor componente estético, y que sean a la vez rústicos (respecto de las demanda de recursos hídricos, resistencia a enfermedades, etc.). El objetivo de este artículo es presentar los resultados de un estudio comparativo entre distintos cultivares de *Poa pratensis* respecto de su resistencia a *helminthosporium* (*Helminthosporim* spp. y roya (*Puccinia* spp.)), así como de su aspecto general. Cabe destacar que tradicionalmente los cultivares de *Poa pratensis* han sido siempre muy sensibles al ataque de roya, por lo que interesa conocer, entre otras cosas, cuales son los cultivares más tolerantes a esta enfermedad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 93 cultivares diferentes de *Poa pratensis* (algunos de ellos comerciales y otros experimentales), además de siete mezclas formadas por distintos cultivares incluidos en los anteriores.

Los ensayos se realizaron durante el año 1999 en Cabrera de Mar, comarca del Maresme (Barcelona). Las parcelas donde se realizaron los ensayos estaban formadas por un césped adulto de 1ª año, el cual era sometido a un mantenimiento estándar de riego (1000 mm año), abonado (se aportaron 150 UF de N-P-K en la preparación del terreno; no siendo necesario aportes posteriores debido al contenido de nitratos en agua de riego), y siega. No se realizó ningún tratamiento fitosanitario mientras duró el ensayo. La unidad experimental consistió en parcelas de dos x un metros (dos m²), realizándose tres repeticiones por cultivar o mezcla. El suelo sobre el que se realizó el ensayo es franco arenoso (76,8% de arena, 15,3% de limo y 7,9% de arcilla), pH 8,2, 0,1 dS/m de CE (Extracto 1:5). El clima de la zona es el típico mediterráneo con veranos calurosos e inviernos suaves. La precipitación anual de la zona es de unos 400 mm mientras que la ETo es del orden de 1000 mm anuales.

El comportamiento de los distintos cultivares y mezclas para cada una de las variables controladas (resistencia a helmintosporiosis, resistencia a roya y aspecto general) fue valorado numéricamente de uno a nueve (uno: comportamiento pésimo; nueve: comportamiento excelente). Cabe decir también que para la cuantificación de la variable 'aspecto general' se tuvieron en cuenta distintos parámetros como la valoración del color, densidad y uniformidad del césped, todo ello apreciado a nivel de usuario.

La presencia de síntomas de cada una de las dos enfermedades se controló una sola vez al año coincidiendo con la época de mayor actividad del hongo (primavera en el caso de la roya e invierno en el caso del helmintosporium). La variable 'aspecto general' se tomó cuatro veces al año, coincidiendo con cada una de las cuatro estaciones climatológicas; en los resultados aparece la media de las cuatro fechas controladas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se indican los resultados obtenidos en cada una de las variables para los distintos cultivares y mezclas utilizadas en el ensayo.

Variedad / mezcla	Resistencia a helmintosporiosis	Resistencia a roya	Aspecto general
Moonlight	7,7	5,0	7,0
North Start	5,7	7,7	6,5
B4-128A (C76 x Rita, Merit, Julia)	6,0	6,3	6,2
Unique	6,0	7,3	6,1
A97-423 (96-448-8 UD-10 OPXOP)	5,7	8,0	6,0
B5-143	6,7	4,0	6,0
B5-125 (Rita OP.)	7,0	5,3	5,9
Midnight	4,3	7,3	5,9
B5-114 (P46-749)	5,0	5,0	5,9
B5-73 (9°N 2281x C-74 A7-60 Type)	4,0	5,7	5,9
Midnight, Moonlight, Unique	6,7	6,0	5,8
ICOW-29	7,7	5,0	5,8
B5L-6 (B4-140 Limo x C303, A84-303)	6,7	5,3	5,8

ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO CESPITOSO DE DIFERENTES CULTIVARES DE POA PRATENSIS L.

PST-697	5,0	5,0	5,7
Julia	6,7	3,7	5,7
Opti-Green, Midnight, Blackstone	5,7	5,3	5,7
A94-611	5,3	7,7	5,7
Brilliant	6,3	6,3	5,7
B4-24 (Limousine x UD-10, Unique, Livingston)	6,3	5,3	5,6
Bristol	6,0	5,7	5,6
Rita	5,7	7,0	5,5
P-105	4,3	6,3	5,5
ICOW-14	5,0	4,7	5,5
Ascot	4,7	4,7	5,5
H5-35 (Claremont-7 x Unique, BB)	5,7	6,7	5,5
Opti-Grenn	5,3	6,0	5,4
Blackstone, Moonlight, Unique	6,0	5,0	5,4
Challenger	5,3	6,0	5,4
B5-141 Rusty (H92-166 H86-1190 A25 x BG)	4,7	4,7	5,3
Backstone, Unique, Midnight	4,3	5,3	5,3
B9-35 (Julia x 84-392 SQ. Butte)	6,0	3,0	5,3
North Start, Brilliant, Blackstone	4,3	5,0	5,3
Blackstone	4,0	4,3	5,3
B5-31 (B9-211 Sexual -Julia x BM-3)	5,3	5,7	5,3
B6-58	4,0	7,0	5,2
A6-20 (Hibiya Pk-2 x A84-638)	6,7	3,0	5,2
Eclipse	5,7	5,3	5,2
PA46 x 749	4,0	4,0	5,2
Showcase	4,0	6,3	5,2
H6-251 (0514 x Glade A83-965)	4,3	6,3	5,2
B4-246 (0514 x Glade A83-865)	4,3	4,3	5,2
IBMY	4,7	6,0	5,2
Midnight, Unique, North Start	4,7	6,7	5,1
B3-185 (O76 x 136)	5,0	6,0	5,1
A97-970 (96-2219-8 Shamrock-America)	4,7	5,7	5,1
Parade	5,0	6,0	5,1
Adelphi	4,3	6,3	5,1
Blacksburg	5,0	4,0	5,1
H6-259 (Unique Mix Salt)	4,3	6,0	5,1
A95-1701 (94-2503-5 A90-279 Julia Der)	4,3	7,7	5,1
America	4,3	5,7	5,1
North Star, Opti-Green, Unique	4,7	6,0	5,1
B3-170 (C76 x BM-3 Limousine A84-405)	4,3	6,0	5,0
B-203 (C76 x Blacksburg)	5,3	5,7	5,0
A97-887 (96-2156-2 Shamrock x NB-70)	4,3	5,7	5,0
Blue Star	4,3	6,3	5,0
B5-45 (BO165 Sexual)	4,3	6,7	5,0
H6-222 (Unique GH OP)	4,3	5,3	5,0

Sydsport	3,0	7,0	5,0
York Harbor G+T-4	4,3	4,7	4,9
Livingston	4,3	6,0	4,9
Limousine	4,7	4,0	4,9
A97-1612 (96-4253010 200 x Shamrock)	4,0	6,0	4,9
A97-888 (96-2158-2 Sahnrock x NB-70)	4,3	4,7	4,9
Brunswick	4,7	6,3	4,8
NuGlade	4,0	6,0	4,8
A97-955 (96-2212-9 Shamrock x America)	4,0	5,3	4,8
Georgetwon	5,0	6,3	4,8
B3-173 (C76 x BM-3 Limo A84-405)	3,3	4,7	4,8
Baron	4,0	5,7	4,8
Explorer	4,7	5,3	4,8
B5-144 (H92-392)	3,7	5,7	4,8
Shamrock	4,7	4,7	4,8
A97-1244 (A--60 x Shamrock)	4,7	6,3	4,7
B5-20 (A84-803)	3,0	6,3	4,7
Aspen	4,3	4,7	4,7
4133	3,0	6,3	4,6
H6-265 (Unique Mix Salt)	2,3	6,0	4,6
Preakness	4,0	6,3	4,6
NuStar	4,3	5,7	4,6
Touchdown	5,3	5,3	4,6
B9-37 (Julia x 84-902 SQ. Butte)	3,7	3,0	4,5
Nassau	4,3	5,3	4,5
Nugget	3,7	5,0	4,5
Ram I	3,3	5,7	4,5
Glade	3,7	6,3	4,5
2232-1 (A760 x Shamrock)	3,7	5,0	4,4
Serena (A7-245A)	2,0	6,3	4,4
Viva	4,0	5,3	4,3
Denim	2,7	7,0	4,3
B5-35 (B9-211 Sexual -Julia x BM-3-)	3,0	5,0	4,3
A96-89	2,7	3,7	4,3
A97-2085- (3213-97 Komancza)	3,7	5,3	4,2
B6L-15 (B5L-3 B4-205 Limo x UD-10)	2,7	4,0	4,1
Voyager	2,3	7,0	4,1
1TR-A7-245 Quick Germ	2,3	5,3	3,9
Marquis	2,7	5,7	3,9
A6-214	1,7	2,7	3,8
B6-42 (Claremont-7 Limo x UD-10)	2,3	5,3	3,7
B4-229 (Limo x UD-10)	1,3	3,7	3,4
LSD (0,05)	1,7	1,6	0,8

Como puede apreciarse existe una clara relación entre los mejores comportamientos para las tres variables controladas. En general las variedades que presentan un mejor comportamiento frente a la presencia de helmintosporiosis, se comportan también mejor respecto a las royas y presentan un mejor aspecto visual. Estas variedades son las que aparecen en la parte superior de la tabla de resultados. Por lo tanto, la elección de variedades que formar mezclas que eviten las dos enfermedades indicadas ha de dirigirse hacia aquellas indicadas anteriormente; se conseguiría con esta elección, además, los mejores aspectos visuales, lo cual desde el punto de vista ornamental de la zona verde donde se ubique el césped resulta fundamental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLENIS, P.V., L.B. NADEAU, N.R. KNOWLES, LOGUE, J., 1997. Evaluation of fungicides and surfactants for control of fairy rings caused by *Marasmius oreades* (Bolt ex. Fr.) Fr. *HortScience*, **32(6)**, 1077-1084.
- CARROW, R.N.; B.J. JOHNSON., 1996. Turfgrass wear stress: effects of golf car ant tire design. *HortScience*, **31(6)**, 968-971.
- DERNOEDEN, P.H., 1995. *Disease and Identification Control*. Seminar in the Golf Course Superintendents Association of America. San Francisco, California.
- HUANG, B., GAO, H., 1999. Physiological responses of diverse tall fescue cultivars drought stress. *HortScience*, **34**, 897-840
- HUANG, B., 2001. Nutrient accumulation and associated root characteristics in response to drought stress in tall fescue cultivars. *HortScience*, **36(1)**, 148-152
- JACKSON, NOEL, 1995. *Disease and Identification Control*. Seminar in the Golf Course Superintendents Association of America. 1995. San Francisco, California.
- LEMAIRE, F., 1989. La fertilisation d'entretien des gazons (2e partie). *Paysage Actualités*- Mars **89**, 23-28.
- SZYMCZAK, E., LEMAIER, F., 1985. Efect of four ternary fertilizers containing slow-release nitrogen an timing of application on *Lolium perenne* L. turf. Proceedings of the fifth international turfgrass research conference. Chapter 47. pp 533-548. Avignon (Francia).
- SHERMAN, R.C., BEARD, J.B. 1975. Turfgrass wear tolerance mechanisms: I. Wear tolerance of 7 turfgrass species and quantitative methods for determinating turfgrass injury. *Agron. J.*, **67**, 208-218.
- TAYLOR, D.H., 1997. Water retention in root-zone soil mixtures of layered profiles used for sports turf. *HortScience*, **32(1)**, 82-85

PERFORMANCE COMPARAISON OF DIFFERENT KENTUCKY BLUEGRASS CULTIVARS

SUMMARY

During the last years the turfgrass acreages are growing sharply in our country. This fact is obvious in both public and private areas (parks, lawns, backyards, golf courses, sport fields,...). The green surfaces growth in towns and villages is steady going up being turfgrass the crop most important in such areas. Behind this strong development is important to know the research effort to release new cultivars better adapted to specific purposes (shadow, wear tolerance, salty water, use, diseases,...).

The present paper shows the performance of different *Poa pratensis* varieties concerning Helminthosporiosis resistance, Rust tolerance and General appearance.

Key words: *Helminthosporium*, leaf spot and melting out, rust, turfgrass, resistance, performance.

ELECCIÓN DE ESPECIES CESPITOSAS DE UN CAMPO DE GOLF CONSTRUIDO BAJO PARÁMETROS DE EFICIENCIA HÍDRICA: PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL "RAÏMAT GOLF CLUB" EN LLEIDA

J.N. PASTOR SÁEZ, I. BOVET PLA Y M. PASCUAL ROCA

Departament d'Hortofruticultura, Botànica i Jardineria. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agraria
(Universitat de Lleida). Avda. Rovira Roure, 191. 25198. Lleida

RESUMEN

La práctica del deporte del golf está aumentando de manera significativa en nuestro país. Esto ha supuesto un importante incremento en el número de licencias que la Federación Española de Golf ha registrado en los últimos años. Este aumento en la demanda provoca la ampliación del número de campos de golf en nuestro país. En este contexto, el campo de Golf del Raïmat Golf Club en Lleida, que contaba con nueve hoyos, ha realizado obras de ampliación a 18 hoyos. Esta ampliación permitirá satisfacer la creciente demanda actual. El Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería de la Universidad de Lleida ha sido el responsable de la proyección y ejecución de estas obras. En la redacción del proyecto, además de los criterios de valor estéticos, funcionales y de identidad necesarios en una obra de esta naturaleza, se han considerado otros criterios paisajísticos y de sostenibilidad que se basan en la gestión racional de los recursos naturales. Esto implica, entre otras cosas, que se ha tenido especial cuidado con la elección del material vegetal que formará parte del campo de golf, sobre todo en las mezclas de especies cespitosas que formarán las superficies encespadas de las distintas zonas del campo de golf.

Palabras clave: césped, consumo hídrico, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

Cada vez es más patente el aumento de la práctica del deporte del golf en nuestro país. Sirva como ejemplo que, según datos de la Federación Española de Golf, en España actualmente existen 195 000 licencias (datos correspondientes al 2001), habiendo sufrido un incremento de 42 000 licencias en los últimos tres años (lo que equivale a un incremento del 27,5%). En este mismo periodo el número de campos de golf en nuestro país ha pasado de 220 a 271, habiendo experimentado por tanto un incremento del 23,2%.

Cataluña cuenta en la actualidad con 41 campos de golf, tres de ellos en Lleida. El campo de golf del Raïmat Golf Club es uno de ellos; recientemente este campo ha ampliado sus instalaciones de nueve a 18 hoyos de juego. Esta ampliación permitirá satisfacer la demanda actual de juego de unos 450 federados, la mayoría activos, ya que es el único existente en un radio en torno a los 90 km de Lleida.

No obstante, desde un punto de vista técnico, no pueden obviarse pautas de actuación razonables que permitan crear y mantener una zona verde de estas características bajo criterios de sostenibilidad y equilibrio con el medio. No debe olvidarse que en la actualidad los temas con clara

connotación medioambiental son motivo de debate público con un gran impacto social y político. Durante las últimas décadas se ha producido una creciente sensibilización medioambiental que suscita la atención de la población, que se encarga de señalar y criticar con agresividad cualquier intervención en el medio que no respete el patrimonio ambiental en el que se localiza.

Las tareas de proyección y ejecución de la ampliación a 18 hoyos del Raïmat Golf Club fueron encargadas al Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de la Universidad de Lleida. Los esfuerzos del equipo redactor del proyecto se centraron especialmente en conjugar y compatibilizar los requerimientos del juego con un tratamiento respetuoso con el medio ambiente, que fuese durable, que permitiese minimizar el consumo de agua y que se integrara en el paisaje en el que se encuentra enclavado. En este sentido la elección y situación de las especies cespitosas cobra especial interés; el césped es la superficie más importante en el campo de golf y una elección incorrecta no permitiría una gestión racional de los recursos hídricos.

Antecedentes

La creciente sensibilización de la opinión pública hacia el agotamiento de los recursos naturales, especialmente los hídricos, se intensifica en aquellos sectores que presentan un elevado consumo en agua, como es el caso de la agricultura; no ha de olvidarse que, según la *Agència Catalana de l'Aigua* (Organismo que depende del *Departament de Medi Ambient* de la *Generalitat de Catalunya*) la agricultura consume el 50% del agua total utilizada en Cataluña (cabe decir, que esta cifra se eleva al 80% cuando se refiere al territorio español). Las críticas debidas al consumo del agua se hacen más intensas cuando se dirigen al ámbito de la jardinería y áreas verdes en general, centrándose especialmente en las superficies de césped, como es el caso de los campos de golf.

Desgraciadamente, durante los últimos años el problema sigue incrementándose aún más por los periodos de sequía que se han sucedido en nuestro país. En este sentido, es habitual comprobar como se van abriendo expedientes a campos de golf por presentar un consumo excesivo de agua. En este contexto son muchas las campañas lanzadas por la *Generalitat de Catalunya* para intentar concienciar a la población de que el agua es un bien escaso y que hay que evitar su derroche. Entre las últimas iniciativas oficiales en el seno de esta Comunidad Autónoma está el Decreto 168/2000 de dos de mayo, de adopción de medidas excepcionales en relación a la utilización de los recursos hidráulicos, o una proposición no de ley que insta a la *Generalitat de Catalunya* a incrementar las medidas de ahorro de agua, aprobada el pasado 28/09/2001 en el *Parlament de Catalunya*.

Entorno de la actuación

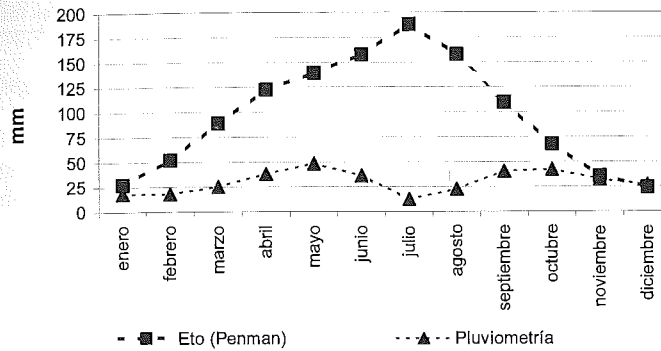
El área sobre la que se actuó ocupa 24,5 ha de superficie y se encuentra situada a 11 km de Lleida, en el paraje de Raïmat, dentro del término municipal de Lleida. Antes de la transformación la parcela se dedicaba a la producción de cultivos de regadío; en concreto se practicaba una rotación de cultivos de alfalfa (cuatro años), maíz (dos años) y trigo (dos años). La finca poseía una cobertura de riego mediante pívot y aspersores. Las características climáticas de la zona corresponden con la definidas en el área mediterránea continental (temperaturas extremas en verano, con escasas precipitaciones y frío invernal). Destaca el déficit hídrico de la zona provocada por el desfase entre los valores anuales de la evapotranspiración de referencia (1168 mm) y la pluviometría (360,5 mm) (Figura 1).

Criterios adoptados en la intervención

La rotundidad de los antecedentes anteriormente indicados hicieron que en la redacción del proyecto de ampliación del campo de golf del Raïmat Golf Club a 18 hoyos se hayan tenido en cuenta criterios paisajísticos y de sostenibilidad basados en la gestión racional de los recursos naturales; como es lógico no se olvidaron otros criterios de valor más estandarizados (estéticos, funcionales y de identidad) necesarios en una obra de esta naturaleza. Todo esto implica que en el diseño paisajístico de la actuación se han considerado las directrices que definen una zona eficiente en agua. En este sentido la elección adecuada de las especies a implantar (cespitosas, arbóreas, arbustivas, etc.), junto con aspectos más concretos como la tecnología de riego utilizada, se han convertido en la piedra de toque

que permita asegurar una mayor eficiencia de los recursos hídricos utilizados, asegurando un mantenimiento correcto. A continuación se comentan las líneas directrices más significativas de cada uno de estos aspectos.

Figura 1. Pluviometría y evapotranspiración de referencia (ET_o) de la zona de intervención



a.- Criterios de sostenibilidad

Para conseguir racionalizar el consumo de agua y las tareas de mantenimiento se ha reducido la superficie de césped a la imprescindible para el desarrollo correcto del juego. Esto implica que la superficie de césped ocupa solamente el 58% del total, reservándose el resto para la utilización estratégica de especies arbóreas, arbustivas y tapizantes, tal como aparece en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de superficies de la zona intervenida

Área	Superficie (ha)
Césped (Calles y Tees)	8,0
Césped (Greens y Antigreens)	0,6
Césped (Roughs y Semiroughs)	5,6
Total superficie encespada 14,2 ha	
Zona de maquia y encinar	3,1
Zona de pinar	2,3
Zona de ribera	1,0
Zona de vestigios de cultivos tradicionales	1,5
Total superficie plantada (árboles, arbustos y tapizantes) 7,9 ha	
Lagos	0,23
Viales y servicios	2,17
TOTAL	24,5

b.- Selección de especies

Como ya se comentó, una de las claves que permitirá la correcta gestión hídrica de una zona verde es la selección adecuada de especies. En este sentido se ha dedicado especial esfuerzo en implantar especies vegetales lo más equilibradas posible con las características climáticas de la zona.

Especies cespitosas

A la hora de escoger las especies cespitosas se optó por aquellas que, sin renunciar a la finura y características específicas que se requieren en un campo de golf, consiguieran ratios de eficiencia hídrica adecuados. Las distintas especies y cultivares se indican en la tabla 2. Destaca como las zonas de roughs y semiroughs (las cuales suponen el 40% del césped total) están formadas por una mezcla en la que predomina *Festuca arundinacea* (70% de la mezcla), especie que por su potente sistema radicular y otras características específicas consigue tasas de eficiencias hídricas muy aceptables; es una especie cuya rusticidad permite evolucionar favorablemente con aportes hídricos inferiores a los

de otras especies C_3 más convencionales; presenta un color verde oscuro, además de una máxima resistencia a enfermedades. Para los cultivares utilizados es posible considerar coeficientes de cultivo (Kc) de 0,4 en la época de máxima demanda hídrica, lo cual permite reducir el consumo hídrico a valores que rondan los 160 mm/año para la zona donde se ubica el campo de golf.

Tabla 2. Elección del material vegetal formador de céspedes

Área	Superficie (ha)	Especies formadoras de las mezclas
Calles	7,8	20% <i>Lolium perenne</i> 'Calipso II' 20% <i>Lolium perenne</i> 'Cutter' 15% <i>Poa pratensis</i> 'Impact' 15% <i>Poa pratensis</i> 'América' 15% <i>Festuca rubra rubra</i> 'Jasper' 15% <i>Festuca rubra commutata</i> 'Victory II'
Tees	0,2	25% <i>Lolium perenne</i> 'Sunshine' 25% <i>Lolium perenne</i> 'Accent' 25% <i>Poa pratensis</i> 'Impact' 25% <i>Poa pratensis</i> 'América'
Greens	0,5	50% <i>Agrostis stolonifera</i> 'Brighton' 50% <i>Agrostis stolonifera</i> 'Cato'
Antegreens	0,1	25% <i>Lolium perenne</i> 'Calipso II' 25% <i>Lolium perenne</i> 'Accent' 25% <i>Poa pratensis</i> 'Impact' 25% <i>Poa pratensis</i> 'América'
Roughs y Semiroughs	5,6	35% <i>Festuca arundinacea</i> 'Munstang II' 35% <i>Festuca arundinacea</i> 'Crossfire' 5% <i>Poa pratensis</i> 'Bluechip' 25% <i>Lolium perenne</i> 'Cuter'

Las mezclas utilizadas para calles, tees y antegreens están formadas por variedades enanas de *Poa pratensis*, *Festuca rubra* y *Lolium perenne* que limitan su crecimiento vertical y por tanto requieren de menor frecuencia de siega. Este hecho provoca también una menor demanda de agua por parte de estas zonas del campo de golf. El potente sistema radicular de *L. perenne* le permitirá acceder a profundidades de suelo extrayendo agua de lugares inaccesibles para otro tipo de especies. Las festucas finas se encargarán de conseguir un aspecto ornamental adecuado, además de presentar pocas necesidades de riego y fertilizantes. Para estas mezclas es posible considerar Kc de 0,6 en la época de máximos valores evapotranspirativos, lo cual permite hablar de consumos hídricos que están alrededor de 400 mm/año en Lleida. Por último, los cultivares de *A. stolonifera* elegidos para instalarse en los greens forman un césped que requiere un mantenimiento medio, inferior al de otras variedades tipo 'Penn A' que obligarían a un mantenimiento más intensivo, costoso y con una mayor demanda hídrica. En este caso el valor de Kc considerado para la época de máxima demanda hídrica es de 0,8; cabe considerar que este valor es superior al de las otras zonas del campo de golf, no obstante es la que ocupa una menor superficie (5000 m²). En nuestra zona el consumo de esta mezcla de cultivares de *A. stolonifera* rondará los 600 mm/año. Es importante señalar que los datos de consumos hídricos indicados para las distintas zonas cubiertas de césped en el campo de golf del Raïmat, son inferiores a los considerados para otros cultivos tradicionales de la zona, donde se consideran consumos medios de 850 mm/año en el cultivo de la alfalfa, 930 mm/año en el caso del maíz y 530 mm/año en el caso del trigo (situado en regadío). Cabe decir que transcurrido un año desde su ejecución, los consumos hídricos reales registrados en el campo de golf se han ajustado bastante a los consumos teóricos comentados.

Especies arbóreas, arbustivas y tapizantes

Se han establecido cuatro zonas paisajísticas diferentes repartidas por la zona no jugable: zona de maquia y encinar, zona de pinar, zona de ribera y zona de vestigios de cultivos tradicionales. Para cada una de estas zonas se ha seleccionado una determinada vegetación. Mayoritariamente estas plantas arbustivas, arbóreas y tapizantes son autóctonas o naturalizadas, lo cual permitirá su adaptación al medio en el que tienen que desarrollarse y formarán un paisaje durable y en equilibrio

con las características de la zona. Así por ejemplo en la zona de zona de maquia y encinar se implantarán especies como *Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*, *Genista scorpius*, *Juniperus phoenicea* y *Lavandula latifolia*. Por su parte la zona de pinar se poblará con especies como *Pinus halepensis*, *Cupressus sempervirens*, *Juniperus oxycedrus* y *Pistacia lentiscus*. Respecto de la zona de ribera, algunas de las especies características son *Salix alba* y *Populus nigra*. Por último, la zona de vestigios de cultivos tradicionales se trata como un área discontinua que actúa de interfase entre los ambientes citados anteriormente. Como elementos vegetales que cumplan esta misión se han elegido especies como *Olea europaea*, *Ficus carica* o *Prunus amygdalus*.

c.- Tecnología de riego

La tecnología de riego elegida para las zonas de césped consta de un sistema de aspersión sectorizado de manera precisa para evitar regar zonas no deseadas. La elección de las boquillas también se ha tenido en cuenta para reducir las derivas por viento y pérdidas por evaporación del chorro del aspersor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABOT, P., PASTOR, J.N. Y BARRAGÁN, E. 1999. Estudio sobre el interés en la introducción de nuevas especies autóctonas para su uso ornamental y paisajístico. *Actas de Horticultura*, **24**, 155-158.
- COSTELLO, L.R.; MAYHENY, N.P. AND CLARK, J.R. 1991. *Estimating water requirements of landscape plantings. The landscape coefficient method*. Cooperative Extension University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Hoja 21493.
- ELLEFSON, C.; STEPHENS, T. AND WELLSH, D. 1992. *Xeriscape*. Macmillan Publishing Company. New York
- KJELGREN, R.; RUUP, L. AND KILGREN, D. 2000. Water conservation in urban landscapes. *Hortscience*, Vol. **35** (6), 1037-1040.
- SHORT, D. AND COLMER, T. 1999. Update on WA water use study: a comparison of eleven turf grass genotypes during summer in Perth. *Australian Turfgrass Management*. Vol. **1.5**.
- TAPIAS, J.C.; SALGOT, M. Y PRIESTLEY, G. 2000. Impacto de los campos de golf en los ecosistemas vegetales; situación actual y perspectivas. *Fruticultura Profesional*, **115**, 112-116.

SELECTION OF TURF SPECIES FOR A GOLF COURSE CREATED WITH WATERUSE EFFICIENCY PARAMETERS: EXPANSION PROJECT FOR "RAÏMAT GOLF CLUB" IN LLEIDA

SUMMARY

Interest in playing golf is increasing significantly in Spain, as reflected the important increase in the number of licenses to play golf registered by the Spanish Golf Federation in the last few years. This increase in demand for the sport has stimulated a growing number of new golf courses and expansion of existing courses, such as the Raïmat Golf Club of Lleida. This club presently has a nine-hole course with plans to expand to 18 holes in order to meet demands. The Dept. of *Hortofruticultura, Botánica y Jardinería* at the University of Lleida is responsible for the design and execution of the expansion project. In preparation of the project we have considered not only the esthetic, functional and identifying criteria necessary in a natural environment project, but also criteria for landscape and sustainability, based on the rational management of natural resources. This implies that the landscape design must respect regulations which define a zone as water efficient. The selection of the plants was carefull, specially the turfgrass species.

Key words: turfgrass, water needs, sustainability.

UTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN EL RIEGO DE ESPECIES CESPITOSAS

J. CIRERA CLOTET¹ Y J.N. PASTOR SÁEZ²

¹ Area de cespitosas de Semillas Fitó. C/ Selva de Mar 111, 08019 (Barcelona). ² Departament d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. Universitat de Lleida. Avda. Rovira Roure 191, 25198 Lleida.

RESUMEN

La prolongada situación de sequía que sufre nuestro país durante los últimos años hace que tengan que buscarse alternativas viables en la gestión de los espacios verdes; especialmente en lo que hace referencia al consumo de agua. En este sentido las autoridades proponen medidas para paliar los efectos de la sequía, entre las cuales se indica la utilización de aguas residuales para el riego de determinadas zonas verdes, campos de golf, etc. Las especies cespitosas se convierten en una opción a tener en cuenta dado su excelente comportamiento al ser sometidas al riego con este tipo de aguas de inferior calidad. No debe descuidarse, sin embargo, otros aspectos a tener en cuenta para lograr un completo éxito en la gestión del riego de la zona verde regada con aguas residuales, como son el estudio del suelo para evaluar el riesgo de salinización o sodificación, su permeabilidad y textura, la elección de diseños y sistemas de riego compatibles con el resto de especies a implantar en la zona verde, etc.

Palabras clave: césped, toxicidad, salinidad, suelo.

INTRODUCCIÓN

A estas alturas nadie duda que uno de los problemas a los que más esfuerzos tendrán que dedicarse en el siglo que acaba de comenzar es la menor disponibilidad de recursos hídricos. No es éste un problema que afecte solamente a nuestro país, sino que tiene una extensión a nivel mundial. Actualmente ya nadie duda de la función ecológica del agua en sus dos vertientes fundamentales. Por un lado el mantenimiento de los ecosistemas que le son propios, y por otro, vehículo de transporte de nutrientes, sedimentos y vida; el agua es un bien común cuyo respeto debe conciliarse con el desarrollo sostenible de las actividades humanas (Foro del agua, 1997).

Por otro lado, según apuntó en un informe la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en 1999, en la actualidad el volumen de agua por habitante es inferior a la mitad de la que disponía hace 50 años. En los años 50 las reservas mundiales ascendían a 16 800 m³ por persona y año. Hoy en día estas reservas se reducen a 7 300 m³, y en solo 25 años podrían descender a 4 800 m³. Esta considerable disminución de las reservas de agua refleja la creciente demanda de una población en aumento, con mayores necesidades agrícolas e industriales (UNESCO, 1999). Como ya se apuntó, la situación también es preocupante en nuestro país, acrecentándose el problema a medida que nos acercamos a la zona mediterránea.

En la Península Ibérica se produce una más que notable desigualdad en la distribución pluviométrica; así tenemos que en Galicia, por ejemplo, llueve de media cuatro veces más que en Murcia. La cornisa cantábrica y Galicia son claramente atlánticas y, por tanto, húmedas. El resto de la España son, en lo que al agua se refiere, marcadamente mediterráneos. Esta situación provoca una

pésima distribución del agua en nuestro país; por otro lado nuestros recursos hídricos se caracterizan por su gran irregularidad temporal y estacional.

Durante los últimos años se está produciendo en nuestro país un incremento de la sensibilización social hacia todo lo que supone la protección y conservación de los recursos naturales; entre ellos, probablemente el más significativo es el agua (Pastor et al., 1999).

La situación prolongada de sequía que nos afecta, ha hecho que incluso se hayan tenido que tomar medidas urgentes para paliar su efecto en la agricultura (Real Decreto-Ley 20/1999, de 3 de diciembre, por el que se adoptan nuevas medidas para paliar los efectos de la sequía en algunos cultivos leñosos; Real Decreto-Ley 8/2000, de 4 de agosto, de adopción de medidas de carácter urgente para paliar los efectos producidos por la sequía y otras adversidades climática; etc.).

También ha de tenerse en cuenta que cuando la disponibilidad de agua se reduce y aparecen las restricciones, todo el mundo dirige la mirada hacia aquellos ámbitos que presentan un mayor consumo de agua. En nuestro país esto sucede con la agricultura, ya que se aceptan cifras de que su consumo alcanza el 80% del agua total. Además, el sector que más críticas despierta al respecto es, sin duda, el de las zonas verdes y la jardinería. En este sentido es el sector de las áreas verdes el primero en sufrir las restricciones impuestas por las Administraciones públicas con el objetivo de reducir el consumo de agua ya que es el primero en salir a la palestra cuando el tema de fondo es el de la gestión de los recursos hídricos, especialmente cuando se habla de césped.

Sin embargo, también es cierto el hecho de que la sociedad cada vez demanda más espacios verdes dentro de las ciudades. No en vano, el número de metros cuadrados de zona verde por habitante es uno de los parámetros que se utilizan para estimar la calidad de vida de una determinada ciudad (Candela, 2001).

Todo esto implica la necesidad de establecer áreas verdes que sean respetuosas con el medio ambiente y que estén en equilibrio con la cantidad de recursos hídricos disponibles.

Por otro lado, según la *Agencia Catalana de l'Aigua* -AGC- (Organismo que depende del *Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya*) la agricultura consume el 50% del agua total utilizada en Cataluña, e indica que para ahorrar agua en este sector es necesaria, entre otras cosas, una transformación de las infraestructuras y de los sistemas de riego, la reparación de las canalizaciones existentes para evitar pérdidas, o la regeneración y reutilización de aguas residuales para el riego de zonas verdes como jardines o campos de golf (AGC, 2001).

No en vano existen datos que reflejan que las 3 400 000 ha que ocupan los regadíos en nuestro país tienen unas necesidades hídricas de 24 355 hm³/año, de los que 20 000 hm³/año son aguas de origen superficiales, 4250 hm³/año de origen subterráneo y únicamente 105 hm³/año de aguas residuales depuradas (Lamo de Espinosa, 2001). La utilización de las aguas residuales en las zonas verdes también es despreciable, y solamente se producen ejemplos esporádicos de su utilización en algunas ciudades de nuestro país (Murcia, Vitoria), sin que lleguen a ser significativos a nivel global.

LA UTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN ÁREAS VERDES

El aprovechamiento del agua residual depurada puede representar una fuente inacabable para cubrir el déficit hídrico de jardines, campos de golf, etc. así como un beneficio social para destinar las aguas de mejor calidad al consumo humano (Rofes, 1998).

Existen experiencias de la utilización de esta agua regenerada que conviene tener en cuenta; en este sentido los resultados de distintos estudios y demostraciones prácticas han hecho que el riego con agua residual sea considerado en la actualidad en distintos estados de EE.UU, así como en países mediterráneos como Israel y España, como una alternativa adicional (Mujeriego, 2000).

Es importante destacar que las administraciones públicas son conscientes de esta situación y van tomando medidas al respecto emitiendo legislaciones específicas, especialmente con el riego de

las zonas verdes; en este sentido la Generalitat de Catalunya publicó el pasado 17/5/2000 el Decreto 168/2000, de 2 de mayo, de adopción de medidas excepcionales en relación con la utilización de los recursos hidráulicos, en el que en el Artículo 8 dice textualmente "Queda reducida la dotación de agua no procedente de depuradora de aguas residuales para el riego de campos de golf a un máximo mensual de 450 m³ por hectárea útil de juego. Más recientemente, el *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya (DOGC)* del pasado 5 de febrero de 2002. El Decreto 22/2002, de 22 de enero, de establecimiento y mejora de las medidas para la gestión de los recursos hídricos, indica en su artículo 4.3 que "La utilización de agua para riego de jardines públicos se reducirá al mínimo indispensable, y con un límite máximo de 450m³/ha/mes"; más adelante, en el artículo 8 se indican restricciones impuestas para el riego específico de los campos de golf, haciendo mención de la recomendación de la utilización de aguas residuales.

Mujeriego (2000) indica que la utilización de esta agua tiene una serie de beneficios como la disminución de los costes de su tratamiento, reducción del aporte de contaminantes a los cursos naturales de agua, un ahorro energético (ya que evita la necesidad de aportar caudales adicionales de tratamiento de agua de abastecimiento), un aprovechamiento de los elementos nutritivos contenidos en el agua, y una mayor fiabilidad y regularidad del caudal de agua disponible. No obstante no pueden olvidarse otros factores limitantes que pueden condicionar su utilización. En este sentido han de tenerse en cuenta aspectos fundamentales relacionados con las propias características del agua (propiedades químicas fundamentalmente), así como las relacionadas con el suelo (riesgo de salinización de los perfiles del suelo, etc.).

LA UTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL RIEGO DE ESPECIES CESPITOSAS

En general las especies gramíneas que normalmente se utilizan para formar céspedes poseen una elevada tolerancia a la salinidad del suelo (Beard, 1973; Harivandi, 1988; Kenneth, 2001; MacCarty y Dudeck, 1993; Shannon y Grieve, 1999), lo que les confiere una mayor potencialidad en la tolerancia de aguas residuales en su dinámica de riego diario. Se tienen referencias de los efectos que provoca la salinidad sobre la anatomía y fisiología de las especies cespitosas; así Cirera (1998) indica que la salinidad puede provocar en el césped una reducción de la elongación celular, acelera la maduración de las células radiculares reduciendo su permeabilidad, provoca la disrupción del protoplasma, desequilibra los balances hormonales y provoca quemaduras de las puntas y los márgenes de las hojas. No obstante, las especies utilizadas como gramíneas cespitosas presentan mecanismos de resistencia a la salinidad que les permiten evolucionar favorablemente en situaciones que serían limitantes para otros muchos cultivos agrícolas. En este sentido son capaces de evitar las sales mediante una absorción limitada, o mediante la absorción selectiva de algunos iones específicos. Por otro lado toleran una mayor cantidad de sales gracias a una mayor tolerancia a la deshidratación, ajuste osmótico y tolerancia de sus tejidos a la presencia de iones específicos.

A continuación se presenta una tabla donde se indican las tolerancias a la salinidad de las especies cespitosas en condiciones de solución de suelo.

Tipo de especie	Medida de la conductividad eléctrica del extracto de pasta saturada			
	< 4 dS m ⁻¹	4 a 8 dS m ⁻¹	8 a 16 dS m ⁻¹	> 16 dS m ⁻¹
De clima Templado – frío (C ₃)	<i>Poa pratensis</i> <i>Agrostis tenuis</i> <i>Festuca rubra</i> <i>Festuca ovina</i> <i>Poa annua</i> <i>Poa trivialis</i>	<i>Festuca arundinacea</i> <i>Lolium perenne</i>	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Agropyrum cristatum</i>	<i>Puccinellia distans</i>
De clima Templado – cálido (C ₄)			<i>Cynodon dactylon</i> <i>Zoysia sp.</i> <i>Stenotaphrum secundatum</i>	<i>Paspalum vaginatum</i> <i>Pennisetum clandestinum</i>

dS m⁻¹: decisiemen por metro

Fuente: Beard. Turfgrass Science and Culture, 1973

Respecto de tolerancia a iones específicos relacionados con la salinidad, como es el caso de la presencia del boro, también las referencias indican una mayor tolerancia de las gramíneas cespitosas respecto de los cultivos agrícolas tradicionales (Beard, 1973). En este sentido especies como la *Poa pratensis* y *Cynodon dactylon* presentan un comportamiento ejemplar frente al resto.

Es importante señalar que la elección y utilización de especies cespitosas en una determinada zona verde debido a su mejor comportamiento con aguas de mala calidad es una medida correcta, pero por otro lado, no han de descuidarse otras medidas que resultan fundamentales para su correcto funcionamiento; esto implica que durante la fase de planificación de la zona verde, además de la correcta elección de las especies, haya de considerarse aspectos como el estudio del suelo para evaluar el riesgo de salinización o sodificación, su permeabilidad y textura, etc., instalación de una red de drenaje que permita el lavado y evacuación del agua de lavado, elección de diseños y sistemas de riego compatibles con el resto de especies a implantar en la zona verde (en este sentido la aspersión es un sistema apto para utilizar con este tipo de agua en el riego de céspedes, sin embargo puede provocar quemaduras y manchas foliares en árboles y arbustos que entren dentro de su radio de acción), o aportación de tierras vegetales de calidad que actúen como enmienda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEARD, J., 1973. *Turfgrass: Science and culture*. Prentice Hall. USA.
- CANDELA, X., 2001. Los pliegos de condiciones en la gestión de los mantenimientos y la norma ISO 14001. Comunicación personal. III Jornada de Jardinería Municipal: *La gestió dels espais verds municipals*. Octubre de 2001. Municipalia-2001. Lleida.
- CARROW, R.N., R.R. DUNCAN., 1999. Salt affected Turfgrass sites: Assessment and management.
- CIRERA, J. 1998. Especies cespitosas y combinación para diferentes usos. Comunicación personal. *Curs d'Especialització en construcció i manteniment d'espais verds*. Noviembre de 1998. *Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agraria. Universitat de Lleida*.
- FORO DEL AGUA, 1997. Algunas cuestiones importantes entorno al agua. Aula del Agua en Granada. Nota informativa N° 2.
- UNESCO., 1999. El mundo de la sed. *El correo de la UNESCO*. Febrero, 1999, 21-21.
- HARIVANDI, A., 1988. Irrigation water quality and turfgrass management. *Calif. Turfgrass Culture*, 38, 3-4.
- KENNETH, B.M., 2001. Salinity tolerance of 35 bentgrass cultivars. *HortScience*, 36(2), 374-376.

LAMO DE ESPINOSA, J., 2001. *El regadío español en un mundo globalizado* (pag: 23-37). En: Los regadíos españoles. II Symposium Nacional. Editorial Agrícola Española S.A. Nº 18 Serie Técnica.

MCCARTY, L.B.; DUDECK., A.E., 1993. Salinity effects on bentgrass germination. *HorstScience*, **28**, 15-17

MUJERIEGO, R., 2000. *Aguas residuales. Reutilización planificada de agua residual en usos municipales y campos de golf*. En: Avances en xerojardinería. Coord. S. Burés. Pp 61-74. Ediciones Horticultura S.L.

PASTOR, J.N.; MARFÀ, O.; SAVÈ., R., 1999. Influencia del tipo de sustrato en el cultivo de arbustos ornamentales en contenedor. En: Tecnología de sustratos. Aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal. Coord. J.N. Pastor. pp 95 – 112. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Lleida.

ROFES, J.M., 1988. Utilización de aguas residuales depuradas en el riego de parques y jardines. Comunicación personal. *Curs d'Especialització en construcció i manteniment d'espais verds*. Noviembre de 1998. *Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agraria. Universitat de Lleida*

SHANNON, M.C., GRIEVE, C.M., 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia hort.*, **78**, 5-38.

POSSIBILITIES AND USE OF RECLAIMED WATER IN TURFGRASS IRRIGATION

SUMMARY

The huge development of tourism, specially in the coastal areas, and the rise of the standard of life doing parallel with the drought problem that is being widespread since the last decades in Spain, are pressing us to search new alternatives to manage turfgrass areas.

The Government are proposing solutions, being one of the most feasible the use of reclaimed water in landscape, Golf Courses, Sport fields, public and private lawns irrigation.

Many turfgrass species and varieties are being more and more used for such purposes despite the high water consumption, because they are tolerant to reclaimed salty water .

However, we cannot avoid other issues to success in the irrigation with reclaimed water like the soil texture, structure and fertility, the evaluation of salinity and sodicity hazard, the election of irrigation systems compatibles with other parts of the green area,.

Key words: turfgrass, toxicity, salinity, soil.

CRECIMIENTO INICIAL DE *MEDICAGO ARBOREA* L. Y *MEDICAGO CITRINA* (FONT QUER) GREUTER: RESPUESTA AL DÉFICIT HÍDRICO EN SUELO Y CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN

E. LEFI Y H. MEDRANO

Dpto. Biología. IMEDEA (UIB-CSIC). Carr. Valldemossa, Km. 7,5. 07071 Palma de Mallorca (España)

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del déficit hídrico en suelo sobre la dinámica de crecimiento y sobre la capacidad de recuperación durante la fase de crecimiento inicial de plantas de *Medicago arborea* L. (MA) y *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter (MC).

Los resultados obtenidos, muestran que en riego MC produce más biomasa (26%) que MA. La parte aérea de las plantas para las dos especies depende significativamente, y en este orden, del peso seco de tallos (PST_{II}), el peso seco del tallo principal (PST_I), el peso seco de hojas (PSH) y el peso seco de raíces (PSR). Además, el crecimiento de la parte aérea (B) depende fuertemente del área foliar por planta (AF) y la tasa de crecimiento (TC) para MC ($r=0.67$) y MA ($r=0.59$) respectivamente.

La fase de crecimiento inicial es muy sensible al déficit hídrico en suelo para las dos especies, afecta todos los parámetros estudiados y la reducción del crecimiento es mayor en la parte aérea que en las raíces. Durante el periodo de estrés, MC soporta mejor la deshidratación. Es también la especie con mayor capacidad de recuperación, probablemente debido a un mayor desarrollo de raíces.

Palabras clave: arbustos forrajeros, estrés hídrico, crecimiento, recuperación, producción vegetal.

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los principales factores que limita el crecimiento de plantas en climas mediterráneos. Algunas especies desarrollan cambios morfológicos y fisiológicos para mejorar el contenido de la planta en agua, y por lo tanto, aumentan su supervivencia (Pereira, 1993). Esta supervivencia depende especialmente de la variación en la eficiencia en el uso de agua, carácter de gran interés que permite a la planta tolerar la sequía (Udayakumar et al. 1998). El tamaño de la hoja, su estructura y el crecimiento de raíces son los principales componentes que determinan esta eficiencia.

La respuesta de arbustos mediterráneos a la reducción de la disponibilidad de agua en el suelo es sobretodo una reducción en el índice foliar y en parámetros fisiológicos (Poole y Miller, 1981). Así, el crecimiento foliar es un proceso sensible y las reducciones pueden ocurrir a corto plazo para plantas puestas a déficits hídricos (Passioura, 1986). La reducción del tamaño de hojas y un aumento de su senescencia permiten reducir la transpiración. En cuanto al crecimiento de raíces, cuando el agua es un factor limitante, el aumento de la resistencia hidráulica de las raíces permite también ahorrar agua (Turner, 1986). Las modificaciones de las propiedades hidráulicas del sistema radicular y los cambios en la densidad y profundidad de raíces están relacionadas con los cambios en esta resistencia. En general el crecimiento de raíces es menos sensible al déficit hídrico que la parte aérea (Sharp, 1990).

Una de las características del clima Mediterráneo reside en la imprevisibilidad de las precipitaciones tanto en cantidad como en el reparto espacio-temporal (Joffre et al., 2001). En estas condiciones, las especies resistentes al estrés hídrico y con mayor capacidad de recuperación tras un periodo de deshidratación, son de mayor interés para la instauración en sistemas agroforestales sostenibles. *Medicago arborea* y *Medicago citrina* son dos especies con uso potencial muy amplio para estos propósitos. En trabajos anteriores (Lefi y Medrano 2001a y 2001b) se ha estudiado el efecto del déficit hídrico sobre el crecimiento de la hoja y la producción de biomasa a lo largo del año en plantas adultas. En la fase de instauración en campo de estas plantas, habitualmente en zonas propensas a sequía, la capacidad de crecimiento en estas condiciones resulta clave para el éxito del establecimiento. En este sentido, en el presente trabajo se aborda un estudio del efecto del déficit hídrico sobre el crecimiento y la recuperación tras riego en planta joven.

MATERIAL Y MÉTODOS

La germinación de semillas de *Medicago arborea* (Semillas de Mallorca) y *Medicago citrina* (Semillas de Cabrera, Baleares) se realizó tratándolas con ácido sulfúrico (95%), luego sembrándolas en macetas (18/20 cm de diámetro y profundidad respectivamente) con un sustrato compuesto de 33% de suelo, 33% de "sustrato hortícola" comercial y 33% de perlita. El experimento se inició en una cámara de crecimiento en enero de 2000 con plantas de 75 días de edad (unos 15 cm de altura). El ensayo se realizó en condiciones de 12/12 h de luz y de oscuridad a temperaturas que oscilan entre 18 y 20 °C a oscuridad y entre 25 y 28 °C en luz, y con una intensidad luminosa de 300 $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Se utilizaron 24 macetas para cada tratamiento para evaluar durante 130 días el crecimiento de plantas. Se aplicaron dos regímenes hídricos para las dos especies de *Medicago arborea* (MA) y *Medicago citrina* (MC): riego a capacidad de campo (MAR y MCR) y riego deficitario para mantener las plantas al 30% de capacidad de campo (MAS y MCS). Se aplicó el riego deficitario desde el inicio del experimento, y después de 98 días de tratamiento se regó a capacidad de campo durante 32 días para evaluar la capacidad de recuperación.

El crecimiento de plantas se evaluó cortando 3 plantas para cada tratamiento cada 16 a 22 días y determinando el peso seco de la parte aérea por planta (B en g), el peso seco de raíces (PSR en g), el peso seco de hojas (PSH en g), el peso seco del tallo principal (PST_I en g, sin hojas), el peso seco del resto de tallos (PST_{II} en g, sin hojas), el área foliar por planta (AF en m²), el peso específico foliar (PEF en g m⁻²), la ratio: peso seco de raíces/ peso seco de la parte aérea (PSR/B) y la tasa de crecimiento por planta (TC en mg d⁻¹).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MA y MC presentan diferencias significativas para B, PSR, PSH, PST_I y PEF, aunque el alcance de esta significación se ve limitado por interacciones también significativas (Tabla 1). Los dos regímenes hídricos muestran diferencias altamente significativas para todos los parámetros estudiados (Tabla 1). En riego, a lo largo del experimento, MC crece más que MA (Fig 1). Este crecimiento se refleja en una acumulación mayor de biomasa en el tallo principal, hojas y raíces. Las diferencias máximas a lo largo del experimento alcanzan valores de 43%, 26% y 25% respectivamente. En consecuencia, MC produce más biomasa aérea (26%). Según resultados anteriores, justo después la germinación y durante los primeros días de crecimiento, *Medicago arborea* y *Medicago strasseri* (MS) se establecen mejor que MC. Estas especies (MA y MS) producen más raíces, especialmente raíces finas, que permitirán desarrollar mejor la parte aérea. De acuerdo con Chebbi et al., (1994), en un estado avanzado de crecimiento, MC produce un sistema radicular más desarrollado que MA y se establece cada vez mejor. En condiciones hídricas favorables MC presenta mayor producción tanto de raíces como en la parte aérea (Fig 1a y 1g).

Tabla 1: Análisis de la varianza para los parámetros: Biomasa (B), Peso Seco de Raíces (PSR), Peso Seco de Hojas (PSH), Peso Seco del Tallo Principal (PST_I), Peso Seco del resto de Tallos (PST_{II}), Área Foliar (AF), Peso Específico Foliar (PEF), Peso Seco de Raíces/ peso seco de la Biomasa aérea (PSR/B) y Tasa de Crecimiento (TC) (valores de F con los niveles de significación).

	B	PSR	PSH	PST _I	PST _{II}	AF	PEF	PSR/B	TC
Especie (E)	7.3 **	10.5 **	22.4 ***	39.7 ***	1.02 Ns	0.04 Ns	88.9 ***	0.37 Ns	0.8 Ns
Régimen hídrico (R)	630 ***	405.8 ***	311 ***	568.5 ***	435.2 ***	332 ***	26.9 ***	50.1 ***	30.1 ***
Días de Tratamiento (D)	68.5 ***	71.6 ***	18.9 ***	76.2 ***	59.5 ***	7.7 ***	37.4 ***	4.2 **	2.8 *
E * R	2.39 Ns	10.3 **	4.8 *	15 ***	0.13 Ns	0.1 Ns	1.8 Ns	4.8 *	0.2 Ns
E * D	0.3 Ns	2.1 Ns	1.4 Ns	2.1 Ns	0.95 Ns	0.6 Ns	2.4 *	1.02 Ns	0.5 Ns
R * D	29.3 ***	48.6 ***	8.5 ***	38.1 ***	26.9 ***	6.2 ***	12.5 ***	9.4 ***	1.9 Ns

*, ** y ***: significativo al 5, 1 y 0,1% respectivamente; Ns: no significativo.

El análisis de la correlación muestra que la biomasa producida por MC depende fuertemente de PST_{II} ($r=0.99$), PST_I ($r=0.95$), PSH ($r=0.82$), PSR ($r=0.90$) y AF ($r=0.67$). La biomasa de MA depende especialmente de PST_{II} ($r=0.98$), PST_I ($r=0.95$) y PSR ($r=0.95$). El área foliar por planta resulta más importante en MC (Tabla 2).

El riego deficitario reduce fuertemente el crecimiento en las dos especies. Las diferencias entre los valores medios en riego y en sequía para cada especie aumentan desde el inicio del déficit hídrico. Los parámetros más afectados son, por este orden, PST_I (Fig 1c), PST_{II} (Fig 1d), PSH (Fig 1b), AF (Fig 1e) y PSR (Fig 1a). La comparación de las figuras 1a, 1b y 1g permite deducir que el crecimiento de la parte aérea, especialmente el crecimiento foliar (Fig 1b y 1e) es más sensible al déficit hídrico que las raíces. Estos resultados están de acuerdo con anteriores estudios en distintas especies (Sharp et al. 1988; Sharp, 1990; Spollen et al., 1993).

Al final de la primera fase del déficit hídrico en suelo (inmediatamente antes del riego), las plantas de MC alcanzan un peso seco de hojas un 77% superior al de MA (Fig 1b). Puesto que el área foliar es parecida para las dos especies (Fig 1e), la diferencia en biomasa refleja una capacidad mayor para acumular carbono en hojas (Fig 1h). Bajo estrés hídrico, el peso seco de raíces es menor en las dos especies, pero cae más en MA (Fig 1a). La producción de biomasa aérea muestra una fuerte dependencia de PST_{II}, TC y PSH en MA y de PST_{II}, PSH, TC, PST_I y PSR en MC (Tabla 2). La capacidad de recuperación después un periodo de déficit hídrico ha sido mayor en MC que MA. Las plantas de MC y MA incrementan rápidamente la tasa de crecimiento, lo que se refleja especialmente en un aumento en el área foliar por planta (Fig 1e). Aunque esta área es muy parecida entre las dos especies, MC presenta mayor biomasa debido a un aumento de PST_I y PSH. El valor medio de la biomasa aérea por planta al final del tratamiento es de 14.3 g y 18.4 g para MA y MC respectivamente.

Los resultados en relación con la respuesta al déficit hídrico en suelo coinciden en general con resultados anteriores de Chebbi et al. (1994) y Lefi y Medrano (2001) señalando que, en sequía, MC presenta una mayor capacidad de crecimiento y producción que MA.

Figura 1: Variación de los parámetros de crecimiento en plantas de *Medicago arborea* y *Medicago citrina* en dos regímenes hídricos: a: Peso Seco de Raíces (PSR), b: Peso Seco de Hojas (PSH), c: Peso Seco del Tallo principal (PST_I), d: Peso Seco del resto de Tallos (PST_{II}), e: Area Foliar por planta (AF), f: la ratio (PSR/B), g: la Biomasa aérea (B) y h: Peso Específico Foliar (PEF). Valeres medios \pm error estándar. La flecha (\uparrow) indica la fecha de interrupción de la sequía por riego.

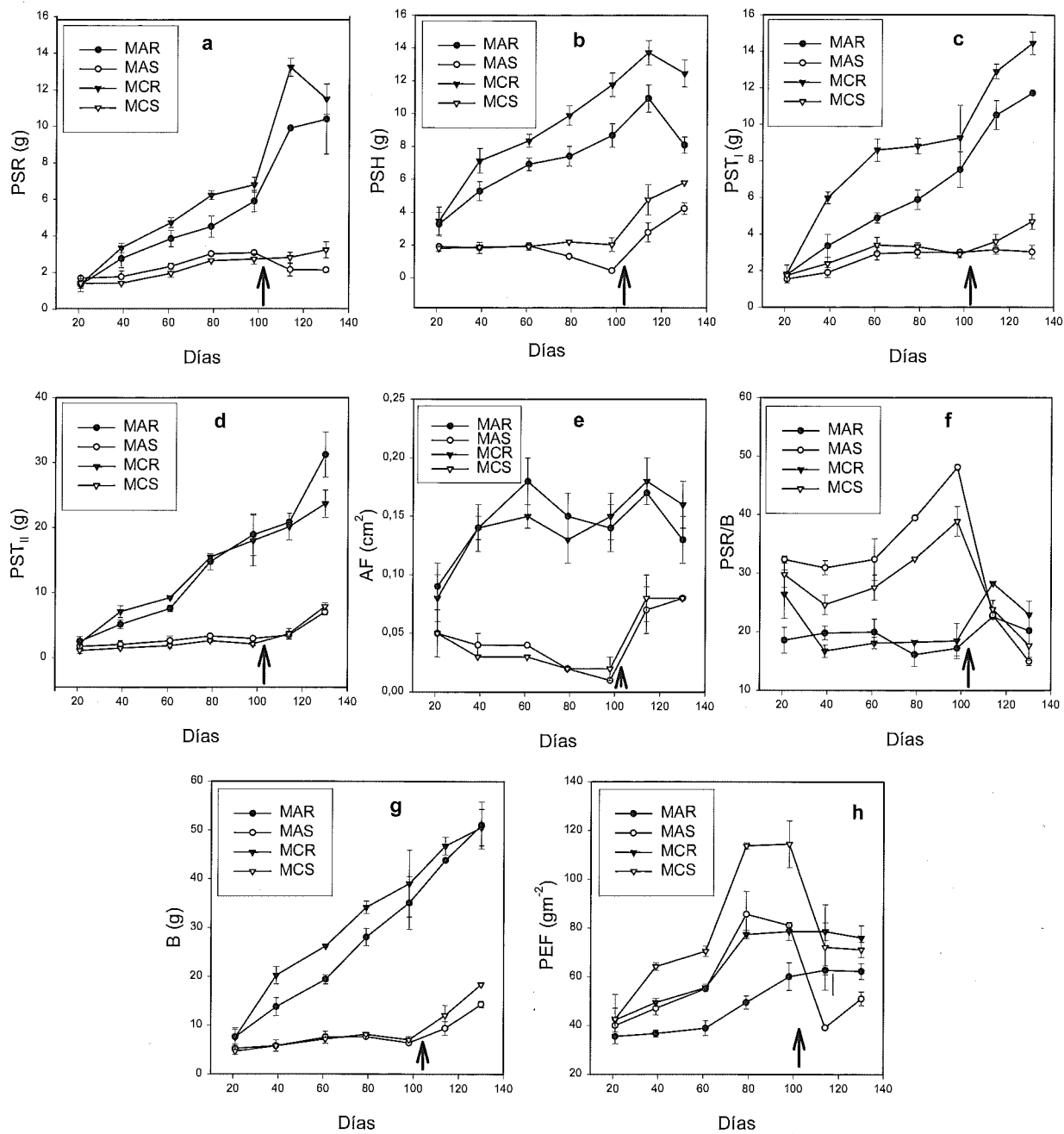


Tabla 2: Correlación entre la Biomasa aérea (B) y Peso Seco de Raíces (PSR), Peso Seco de Hojas (PSH), Peso Seco del Tallo principal (PST_I), Peso Seco del resto de Tallos (PST_{II}), Area Foliar (AF), Peso Específico Foliar (PEF), Peso Seco de Raíces/ peso seco de la Biomasa aérea (PSR/B) y Tasa de Crecimiento (TC) (valores de F con los niveles de significación).

	PSR	PSH	PST _I	PST _{II}	AF	PEF	PSR/B	TC
MAR	0.95 ***	0.82 ***	0.95 ***	0.98 ***	Ns	0.91 ***	Ns	0.59 ***
MCR	0.90 ***	0.91 ***	0.94 ***	0.99 ***	0.67 **	0.89 ***	Ns	Ns
MAS	Ns	0.82 ***	Ns	0.97 ***	0.69 ***	Ns	-0.71 ***	0.89 ***
MCS	0.76 ***	0.96 ***	0.85 ***	0.97 ***	0.73 ***	Ns	-0.63 ***	0.90 ***

*, ** y ***: significativo al 5, 1 y 0,1% respectivamente; Ns: no significativo.

CONCLUSIONES

El crecimiento inicial es muy sensible al déficit hídrico en suelo en MA y MC, pero, MC es la especie que mejor soporta la sequía. Esta especie desarrolla mejor tanto el sistema radicular como la parte aérea. Después de un periodo de deshidratación fuerte, MC presenta también mejor capacidad de recuperación, produciendo mayor biomasa. Este crecimiento está condicionado por el crecimiento del tallo principal y las hojas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHEBBI, H.; RÍOS, S.; PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; CORREAL, E., 1994. El grupo *Medicago arborea* en la cuenca Mediterránea: II. Comportamiento frente a la sequía. *Pastos*, **24**(2), 177-188.
- JOFFRE, R.; RAMBAL, S.; WINKEL, T., 2001. Respuestas de las plantas Mediterráneas a la limitación de agua: desde la hoja hasta el dosel. En: *Ecosistemas Mediterráneas, análisis Funcional*, 37-65. Ed. R. ZAMORA; F. I. PUGNAIRE. Castillo y Edisart, S.L. (España).
- LEFI, E.; MEDRANO, H., 2001a. Variación estacional en la producción de hojas en *Medicago arborea* L. y *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter en condiciones de riego y de secano. En: *Biodiversidad en pastos*. XLI Reunión Científica de la S.E.E.P i Foro Iberoamericano de Pastos, 495-500. 23-27 Abril 2001, Alicante (España).
- LEFI, E.; MEDRANO, H., 2001b. Efecto del déficit hídrico en suelo en el crecimiento foliar en *Medicago arborea* y *Medicago citrina*. En: *Biodiversidad en pastos*. XLI Reunión Científica de la S.E.E.P. y Foro Iberoamericano de Pastos, 501-506. 23-27 Abril 2001, Alicante (España).
- PASSIOURA, J. B., 1986. Resistance to drought and salinity: avenues for improvement. *Australian Journal of Plant Physiology*, **13**, 191-201.
- PEREIRA, J. S., 1993. Gas exchange and growth. En: *Ecophysiology of Photosynthesis, Ecological Studies*, 100, 147-181. Ed. E-D. SCHULTZE,; M. CALDWELL. Springer-Verlag, Berlin.
- POOLE, D. K.; MILLER, P. C., 1981. The distribution of plant water stress and vegetation characteristics in southern California chaparral. *American Midland Naturalist*, **105**, 32-43.
- SHARP, R. E. 1990., Comparative sensitivity of root and shoot growth and physiology to low water potential. En: *Importance of Root-to-Shoot Communication in the Response to Environment Stress*, 29-44. Ed. W. J. DAVIES & B. JEFFCOAT.
- SHARP, R. E. ; SILK, W. K.; HSIAO, T. C., 1988. Growth of the maize primary root at low water potentials. I. Spatial distribution of expansive growth. *Plant Physiology*, **87**, 50-57.
- SPOLEN, W. G.; SHARP, W. E.; SAAB, I. N.; WU, Y., 1993. Regulation of cell expansion in roots and shoots at low water potentials. En: *Water deficits: Plant Responses from Cell to community*, 37-52. Ed. J. A. C. SMITH,; H. GRIFFITHS. BIOS Scientific, Oxford.

TURNER, N. C. , 1986. Adaptation to water deficits: a changing perspective. *Australian Journal of Plant Physiology*, **13**, 175-190.

UDAYAKUMAR, M.; SHESHSHAYEE, M.; NATARAJ, K.; MADHAVA H.; DEVENDRA, R.; HUSSAIN, I.; PRASAD, T., 1998. Why has breeding for water-use efficiency not been successful? An analysis and alternate approach to explain this trait for crop improvement. *Current Science*, **74**, 994-1000.

**ESTABLISHMENT OF *Medicago arborea* L. AND *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter:
RESPONSE TO SOIL WATER DEFICIT AND CAPACITY OF RECOVERY**

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the effects of soil water deficit on the dynamic of plant growth and its capacity of recovery during the establishment of *Medicago arborea* L. (MA) and *Medicago citrina* (Font Quer) Greuter (MC). The results showed that under irrigated conditions, MC produces more biomass (26%) than MA. Shoot production for the two species significantly depends (in this order), on the dry weight of stems (PST_{II}), the dry weight of the main stem (PST_I), the dry weight of leaves (PSH) and the dry weight of roots (PSR). In addition, above-ground biomass (B) strongly depends on the leaf area per plant (AF) and the growth rate (TC) for MC ($r=0.67$) and MA ($r=0.59$) respectively. Establishment of fodder shrubs as *Medicago* was very sensitive to soil water deficit. All studied parameters were affected and the reduction of growth was higher in shoots. MC better supports water stress showing higher capacity of recovery, which probably depends on the root growth.

Key words: fodder shrubs, water stress, growth, recovery, vegetal production.

ACLIMATACIÓN A BAJAS TEMPERATURAS Y TOLERANCIA A LA CONGELACIÓN EN DOS ESPECIES ANUALES DE TRÉBOL

M. HEKNEBY GARTEIZ-GOXEASCOA, M.C. ANTOLÍN BELLVER Y M. SÁNCHEZ-DÍAZ

Departamento de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias. Universidad de Navarra. Irunlarrea s/n. 31008 Pamplona (España). Email: mhekneby@unav.es

RESUMEN

El objetivo del trabajo ha sido estudiar la aclimatación al frío y la tolerancia a la congelación de dos especies anuales de trébol, *Trifolium subterraneum* L. subesp. *oxaloides* Nyman cv 'Clare' y *T. michelianum* Savi cv 'Giorgia'. Un grupo de plantas se desarrolló a una temperatura de 20/15 °C (d/n) (plantas no aclimatadas al frío), y otro grupo lo hizo a una temperatura de 10/5 °C (d/n) (plantas aclimatadas al frío). Posteriormente, ambos grupos se sometieron a un test de congelación, tras el cual se evaluó la capacidad de rebrote en cada especie. Las plantas aclimatadas al frío presentaron menor área foliar específica (SLA), relación de área foliar (LAR) y concentración de clorofilas, así como una mayor concentración de solutos orgánicos (prolina, azúcares solubles y almidón) que las no aclimatadas. Especialmente, el cultivar 'Giorgia', mostró mayor tolerancia a la congelación y mayor capacidad de rebrote.

Palabras clave: LT₅₀, metabolitos crioprotectores, rebrote, supervivencia al frío.

INTRODUCCIÓN

En la Cuenca Mediterránea las leguminosas anuales suelen crecer durante la época otoño-invernal, ya que durante el verano la producción se ve seriamente mermada por las escasas e irregulares precipitaciones. Por lo tanto, las especies mejor adaptadas a las condiciones de esta zona deben ser capaces de crecer a temperaturas bajas (Sultan *et al.*, 2001). Las plantas crecidas en regiones templadas han desarrollado mecanismos para sobrevivir al estrés por congelación, como son la disminución del punto de congelación del agua de sus tejidos (capacidad de superenfriamiento o "supercooling"), y el incremento de la tolerancia a la congelación mediante la aclimatación (Sakai y Larcher, 1987). La capacidad de aclimatación varía entre las diferentes especies, tejidos y estadios de crecimiento, y puede ser inducida por la exposición previa de las plantas a bajas temperaturas positivas (Palva y Heino, 1997).

La mayoría de las leguminosas anuales utilizadas en nuestras latitudes, aunque originarias de la Cuenca Mediterránea, han sido seleccionadas posteriormente en Australia; por ello, muchas veces la tentativa de introducirlas en nuestras regiones falla, precisamente, porque no están bien adaptadas a las nuevas condiciones ambientales. En consecuencia, es necesario estudiar la capacidad de aclimatación de estos cultivares a las condiciones predominantes en la Cuenca Mediterránea durante la época invernal. Ello posibilitará la mejora de las especies o cultivares originarios de esta zona para que sean competitivos. En este trabajo, se ha estudiado la aclimatación a las bajas temperaturas y su relación con la tolerancia a la congelación en *Trifolium michelianum*, trébol anual que está ganando importancia como leguminosa de pasto (Craig y Ballard, 2000). Este trébol se ha comparado con *T.*

subterraneum subesp. *oxaloides*, especie seleccionada en Australia, que ha sido introducida en nuestros pastos y recomendada por su resistencia al frío durante el invierno (Crespo y Cordero, 1996).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las semillas de *Trifolium subterraneum* L. subesp. *oxaloides* Nyman cv 'Clare' y *T. michelianum* Savi cv 'Giorgia', previamente desinfectadas, germinaron en placas de Petri a 20/15 °C (d/n). Las plántulas se trasplantaron a recipientes de 1000 cm³ de capacidad, con arena de cuarzo (cinco plantas/ recipiente) y crecieron en condiciones controladas (20/15 °C (d/n), humedad relativa 70/80 % (d/n), densidad de flujo fotónico 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y fotoperiodo de 11 horas). Una vez desarrollada la quinta hoja, la mitad de las plantas se trasladaron a una cámara de crecimiento y se sometieron a 10/5 °C (d/n), permaneciendo constantes las demás condiciones ambientales (plantas aclimatadas al frío, AF). La otra mitad de las plantas se mantuvo en las condiciones iniciales (plantas no aclimatadas, NA). Las plantas crecieron en estas condiciones hasta la expansión de la séptima hoja (14-18 días en plantas NA y 24-28 días en plantas AF). En ese momento, se cuantificó la producción de materia seca total (MS), el área foliar, el área foliar específica (SLA), la razón de área foliar (LAR), la relación raíz / parte aérea, el contenido foliar de pigmentos y el contenido de solutos orgánicos radicales. Las determinaciones se realizaron según la metodología descrita anteriormente (Sánchez-Díaz *et al.*, 2000). Seguidamente, se realizó sobre las plantas de ambos tratamientos, un test de congelación, en una cámara de enfriamiento con control temperatura-tiempo, en la que la temperatura disminuyó hasta -13 °C a una velocidad de 3 °C h⁻¹. Se fueron extrayendo plantas de la cámara a medida que se alcanzaron las temperaturas de -1, -4, -7, -10 y -13 °C, y se dejaron descongelar en la oscuridad durante toda la noche. Posteriormente, las plantas se trasladaron a las condiciones de crecimiento iniciales (20/15 °C). Tras cuatro semanas de rebrote, se evaluó la supervivencia y el estado de las plantas en comparación con plantas control no sometidas a congelación. La valoración se realizó según el siguiente baremo: 0 (muerta) a 3 (viva sin daños) (Sandli *et al.*, 1993). Un recipiente con cinco plantas sin daños se puntuó con un valor de 15 (5x3) y si todas las plantas estaban muertas, se le concedió un valor de 0 (5x0). La temperatura a la que se obtuvo un valor medio de 7,5 puntos se consideró como la temperatura letal para el 50% de la población (LT₅₀) (Svenning *et al.*, 1997). Finalmente, se determinó la producción total de MS, la relación raíz / parte aérea y la relación hoja / tallo. Para el tratamiento estadístico de los datos se realizó un análisis de la varianza de un criterio y su comparación de medias con un test *a posteriori* (test de Tukey).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para comparar la respuesta al frío de diferentes cultivares es necesario comparar plantas con el mismo estado de desarrollo y no con la misma edad cronológica, dado que el frío disminuye la velocidad de crecimiento (Boese y Huner, 1990) (Tabla 1). En el presente trabajo, cada cultivar se sometió a los tratamientos cuando tenía una edad fenológica similar aunque la tasa de aparición foliar fue mayor en 'Giorgia' que en 'Clare' (Tabla 1).

Tabla 1. Tasa de aparición foliar en plantas aclimatadas (AF) y no aclimatadas (NA) al frío.

Especies	Tratamientos	hojas día ⁻¹
<i>T. subterraneum</i> subesp. <i>oxaloides</i> cv 'Clare'	NA	0,44 b
	AF	0,29 d
<i>T. michelianum</i> cv 'Giorgia'	NA	0,60 a
	AF	0,41 c

Los datos son medias de 15 muestras. Los valores seguidos de distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0,05).

El cultivar 'Clare' produjo mayor cantidad de materia seca (MS), área foliar y concentración de carotenoides que el cultivar 'Giorgia', además de un menor cociente raíz / parte aérea (Tabla 2). La aclimatación al frío suele ir acompañada de una serie de cambios morfológicos (Collins y Rhodes, 1995; Wanner y Junttila, 1999). Así, en 'Clare' aumentó la MS total y disminuyeron SLA, LAR y la concentración de clorofilas (Tabla 2). En 'Giorgia', sin embargo, no hubo cambios en la producción de MS.

Tabla 2. Parámetros de crecimiento, pigmentos foliares y solutos radiculares en plantas aclimatadas (AF) y no aclimatadas (NA) al frío, obtenidos antes del test de congelación.

Parámetros	<i>T. subterraneum</i> subesp. <i>oxaloides</i> cv 'Clare'		<i>T. michelianum</i> cv 'Giorgia'	
	NA	AF	NA	AF
MS (g planta ⁻¹)	0,11 b	0,23 a	0,03 c	0,03 c
Área foliar (cm ² planta ⁻¹)	15,56 a	20,54 a	5,52 b	3,38 b
SLA (cm ² g ⁻¹)	286,78 b	170,99 c	387,27 a	273,63 b
LAR (cm ² g ⁻¹)	145,40 a	85,85 b	162,41 a	106,25 b
Raíz/parte aérea (g g ⁻¹)	0,42 b	0,57 b	0,83 a	0,80 a
Clorofilas (mg g ⁻¹ MS)	7,03 a	5,69 b	7,59 a	6,21 b
Carotenoides (mg g ⁻¹ MS)	0,90 a	0,74 a	0,65 b	0,62 b
Prolina (µmol g ⁻¹ MS)	3,53 c	9,99 b	4,18 c	17,17 a
Azúcares solubles (mg g ⁻¹ MS)	41,95 b	113,87 a	28,16 b	144,24 a
Almidón (mg g ⁻¹ MS)	26,89 b	46,71 a	25,03 b	47,84 a

Los valores son medias de 5 muestras. Dentro de cada fila, los valores seguidos de distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0,05).

Los dos cultivares acumularon azúcares solubles totales, prolina y almidón en las plantas AF, lo cual está relacionado tanto con una mayor aclimatación al frío (Xin y Browse, 1998; Wanner y Junttila, 1999; Palonen *et al.*, 2000), como con una mayor capacidad de rebrote (Collins y Rhodes, 1995). Esto concuerda con nuestros resultados ya que observamos que 'Giorgia' acumuló mayor cantidad de prolina que 'Clare', lo cual pudo haber contribuido al descenso del LT₅₀ (Tabla 3), a la mayor supervivencia (Fig. 1) y producción obtenida por aquel cultivar tras el rebrote (Fig. 2). En este sentido, hemos obtenido correlaciones significativas entre el LT₅₀ y la concentración de azúcares (r = -0,874; p < 0,01), la prolina (r = -0,888; p < 0,01) y el almidón (r = -0,790; p < 0,01).

Tabla 3. LT₅₀ de las plantas aclimatadas (AF) y no aclimatadas (NA) al frío.

Especies	Tratamientos	LT ₅₀ (°C)
<i>T. subterraneum</i> subesp. <i>oxaloides</i> cv 'Clare'	NA	-5,50 c
	AF	-7,75 b
<i>T. michelianum</i> cv 'Giorgia'	NA	-5,50 c
	AF	-8,27 a

Los datos son medias de 3 muestras. Los valores seguidos de distinta letra son estadísticamente diferentes (P<0,05).

Tras el rebrote se observa que la aclimatación al frío incrementó en el cv. 'Giorgia' la producción de MS (Fig. 2) y la relación raíz / parte aérea (Fig. 3). Además, la aclimatación al frío disminuyó la relación hoja / tallo en 'Clare' (Fig. 4). La acumulación de almidón en los tejidos vegetales constituye la principal reserva de carbono de las plantas cuando baja la temperatura (Turner y Pollock, 1998), con la finalidad de suministrar energía al metabolismo basal cuando la fotosíntesis es reducida (Sagisaka, 1995). Por tanto, la acumulación de almidón en las raíces de las plantas AF pudo servir como fuente de reservas en el rebrote (Collins y Rhodes, 1995), tal como se ha comprobado en el presente estudio, donde se obtuvo una correlación significativa entre la concentración de almidón en raíces y la producción de MS final (r = 0,409; p < 0,01).

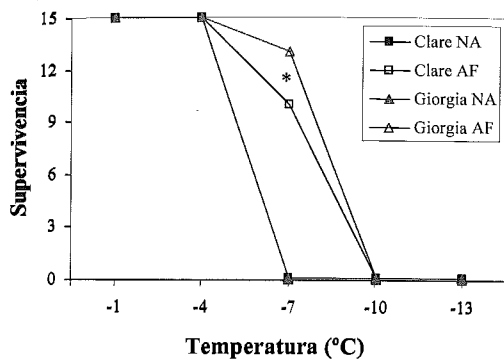


Figura 1. Supervivencia tras cuatro semanas de rebrote en plantas de *Trifolium subterraneum* subesp. *oxaloides* cv 'Clare' y *T. michellianum* cv 'Giorgia' no aclimatadas (NA) o aclimatadas (AF) al frío. Los datos son medias \pm S.E. de 10 repeticiones. Los asteriscos indican diferencias significativas entre los cultivares ($p < 0,05$).

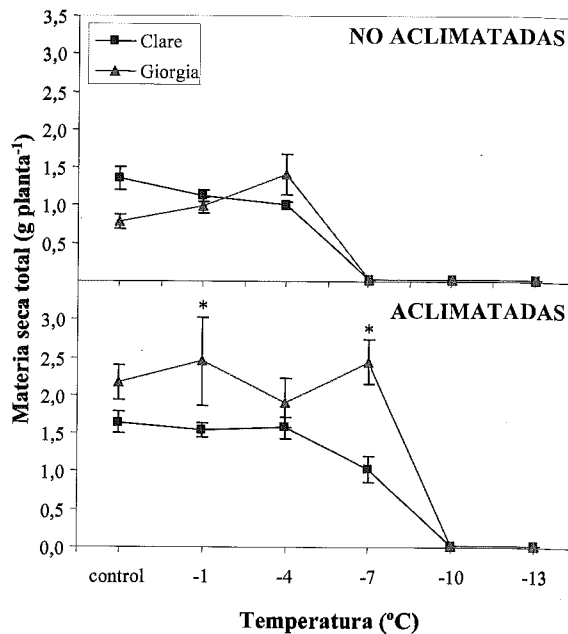


Figura 2. Producción de materia seca total (MS) de plantas no aclimatadas o aclimatadas al frío, obtenida tras cuatro semanas de rebrote. El resto como en la Fig. 1.

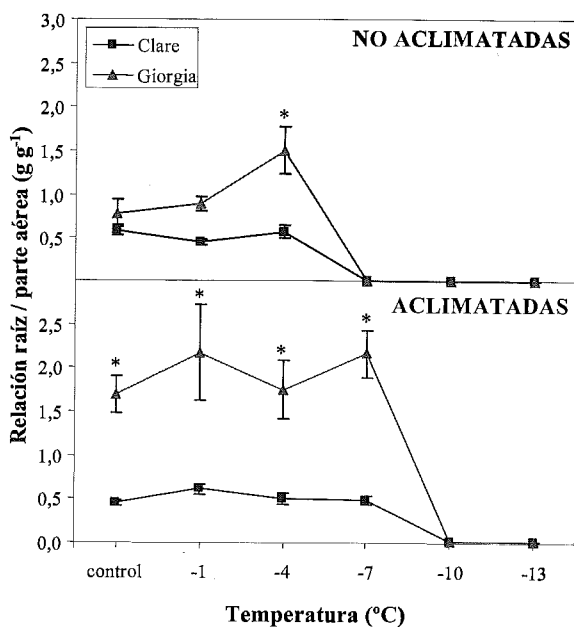


Figura 3. Relación raíz / parte aérea de plantas no aclimatadas o aclimatadas al frío, obtenida tras cuatro semanas de rebrote. El resto como en la Fig. 1.

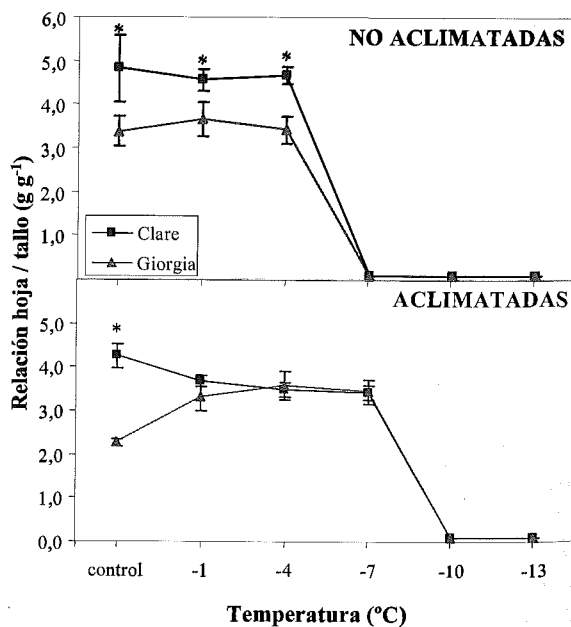


Figura 4. Relación hoja / tallo de plantas no aclimatadas o aclimatadas al frío, obtenida tras cuatro semanas de rebrote. El resto como en la Fig. 1.

CONCLUSIONES

La aclimatación al frío en las diferentes especies anuales de trébol estudiadas produjo una serie de cambios morfológicos y fisiológicos que estuvieron correlacionados con el aumento de la tolerancia a la congelación. Estos cambios fueron, en general, más acentuados en 'Giorgia', dando lugar a una mayor producción tras el rebrote. No obstante, sería conveniente profundizar en cómo estos cambios afectan a la tolerancia al frío.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. C. Porqueddu (CNR-Centro di Studio sui Pascoli Mediterranei, Sassari, Italia) el haberles proporcionado las semillas y su ayuda en el diseño experimental del trabajo, y a A. Urdiáin por su asistencia técnica durante los experimentos. M. Hekneby recibió una beca de la Asociación de Amigos de la Universidad de Navarra

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOESE, S.R.; HUNER, N.P.A., 1990. Effect of growth temperature and temperature shifts on spinach leaf morphology and photosynthesis. *Plant Physiology*, **94**, 1830-1836.
- COLLINS, R.P.; RHODES, I., 1995. Stolon characteristics related to winter survival in white clover. *Journal of Agricultural Science*, **14**, 11-16.
- CRAIG, A.D.; BALLARD, R.A., 2000. Balansa clover (*Trifolium michelianum*) – a forage legume for temperate pastures. En: *Cahiers Options Méditerranéennes. "Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses"*, **45**, 177-180. Ed. L. Sulas. CIHEAM, Sassari (Italia).
- CRESPO MARTÍNEZ, M.C.; CORDERO CASTAÑO, S.A., 1996. Comparación de ecotipos autóctonos de trébol subterráneo procedentes de la zona oeste de Castilla y León con variedades comerciales. *Pastos*, **26(2)**, 203-228.
- PALONEN, P.; BUSZARD, D.; DONNELLY, D., 2000. Changes in carbohydrates and freezing tolerance during cold acclimation of red raspberry cultivars grown in vitro and in vivo. *Physiologia Plantarum*, **110**, 393-401.
- PALVA, E.T.; HEINO, P., 1997. Molecular mechanism of plant cold acclimation and freezing tolerance. En: *Plant cold hardiness. Molecular Biology, Biochemistry, and Physiology*, 3-14. Ed. P.H. Li, T.H.H. Chen. Plenum Press, Nueva York (Estados Unidos).
- SAGISAKA, S., 1995. Dependence of wintering higher plants on basal metabolic rates and threshold concentrations of hexose for survival and regrowth. *Soil Science and Plant Nutrition*, **41**, 807-812.
- SAKAI, A.; LARCHER, W., 1987. *Frost survival of plants: responses and adaptation to freezing stress*. Springer Verlag, 321 pp. Berlín (Alemania).
- SÁNCHEZ-DÍAZ, M.; HEKNEBY, M.; ANTOLÍN, M.C., 2000. Cold tolerance of forage legumes growing in controlled continental Mediterranean conditions. En: *Cahiers Options Méditerranéennes. Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses*, **45**, 265-270. Ed. L. Sulas. CIHEAM Sassari (Italia).
- SANDLI, N.; SVENNING, M.; RØSNES, K.; JUNTILLA, O., 1993. Effect of nitrogen supply on frost resistance, nitrogen metabolism and carbohydrate content in white clover (*Trifolium repens*). *Physiologia Plantarum*, **88**, 661-667.
- SULTAN K.; GINTZBURGER G.; OBATON M.; ROBIN C.; TOUCHANE H.; GUCKERT A., 2001. Growth and nitrogen fixation of annual *Medicago-Rhizobium* associations during winter in Mediterranean region. *European Journal of Agronomy*, **15**, 221-229.
- SVENNING, M.M.; RØSNES, K.; JUNTILLA, O., 1997. Frost tolerance and biochemical changes during hardening and dehardening in contrasting white clover populations. *Physiologia Plantarum*, **101**, 31-37.
- TURNER, L.B.; POLLOCK, C.J., 1998. Changes in stolon carbohydrates during the winter in four varieties of white clover (*Trifolium repens* L.) with contrasting hardiness. *Annals of Botany*, **81**, 97-107.

WANNER, L.A., JUNTILA, O., 1999. Cold-induced freezing tolerance in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, **120**, 391-399.

XIN, Z., BROWSE, J., 1998. *eskimol* mutants of *Arabidopsis* are constitutively freezing-tolerant. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **95**, 7799-7804.

COLD ACCLIMATION AND FREEZING TOLERANCE IN TWO ANNUAL SPECIES OF CLOVER

SUMMARY

The objective of this work was to study cold acclimation and freezing tolerance in two annual clovers, *Trifolium subterraneum* L. subsp. *oxaloides* Nyman cv 'Clare' and *T. michelianum* Savi cv 'Giorgia'. Plants grew at a temperature of 20/15 °C (d/n) (non-cold acclimated) or 10/5 °C (d/n) (cold-acclimated). Plants were subjected to a freezing test and then, regrowth capacity was evaluated. Cold-acclimated plants had lower specific leaf area (SLA), leaf area ratio (LAR) and chlorophyll content, and higher root solute concentrations (proline, soluble sugars and starch). In general, these changes were more pronounced in 'Giorgia', which also showed higher freezing tolerance and higher regrowth capacity than 'Clare'.

Key words: cold survival, crioprotective metabolites, LT₅₀, regrowth.

CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES DEL GÉNERO *DACTYLIS* EN LA CORDILLERA CANTÁBRICA

R. LINDNER Y M. LEMA

Misión Biológica de Galicia CSIC. Apartado, 28 – 36080 Pontevedra. E-mail: rlindner@mbg.cesga.es

RESUMEN

Se han evaluado 10 poblaciones naturales del género *Dactylis* procedentes de Asturias, con el objeto de situarlas taxonómicamente. Se han evaluado caracteres foliares y caracteres florales, además de la emergencia floral y la antesis. Los datos se han analizado estadísticamente mediante ANOVA, el coeficiente de correlación de Pearson y un análisis de cluster poblacional UPGMA (distancias euclídeas de Mahalanobis). Se han detectado diferencias significativas entre poblaciones para la mayor parte de los caracteres florales y para el ancho de la hoja. La mayor parte de los caracteres se encuentran correlacionados entre sí. Las poblaciones han quedado agrupadas en cuatro clusters. Uno, con una población costera; el segundo con 6 poblaciones procedentes de distintas localidades comprendidas entre la costa y la Cordillera; un tercer grupo con dos poblaciones de dos localidades muy separadas y el último, integrado por una sola población procedente de la ladera Sur de la Cordillera. A la vista de los resultados, con excepción de la población costera, las demás pueden situarse taxonómicamente dentro de la subespecie *hispánica*.

Palabras clave: dactilo, *Dactylis glomerata* subsp. *hispánica*, ecotipo.

INTRODUCCIÓN

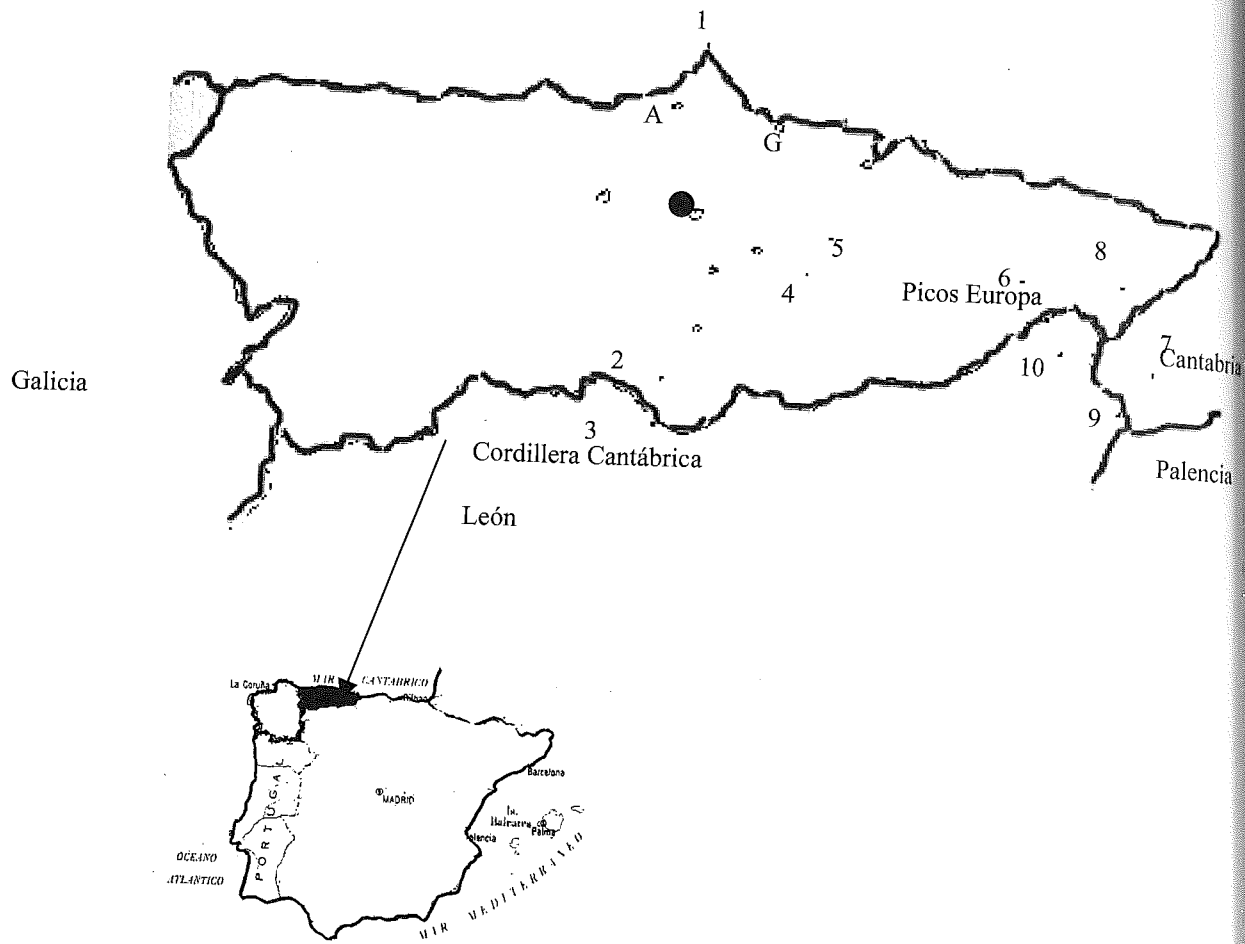
Dactylis glomerata, L. monoespecífico, con distintos niveles de ploidía y posee citotipos tetraploides ($2n=28$), diploides ($2n=14$) y aún hexaploides ($2n=42$). Los diploides, aunque menos numerosos, son importantes por ser los ancestros de los tetraploides. El género *Dactylis* incluye cuatro táxones tetraploides y 16 diploides, que han sido distribuidos climáticamente en subtropicales, mediterráneos y templados (Borrill, 1978 y Lumaret, 1988). Los tetraploides invaden todo tipo de hábitats, en cambio los diploides se localizan en determinadas áreas (Lindner y García, 1997). Los hexaploides, son muy poco frecuentes, pero de ellos dos fueron encontrados por Borrill y Jones (1961) en Cirenaica (Libia), que según estos autores pertenecen a la subsp. *hispánica*. Horjales *et al.* (1995) han localizado un hexaploide en la Punta do Crego (Península del Morrazo, Galicia). En numerosas localidades se presentan diploides y tetraploides en simpatria (Borrill y Lindner, 1971; Lindner, 1988/89; Lindner y García, 1997).

En la Cordillera Cantábrica se ha detectado un ecotipo distinto al encontrado en Galicia (Ortiz y Rodríguez Oubiña, 1993 y Lindner y García 1997), de plantas pequeñas, tallos sutiles y panículas más bien cortas. Por lo que el objetivo de este trabajo es la evaluación morfológica de varias poblaciones de *Dactylis glomerata*, L recolectadas en la costa y en el interior de Asturias, para determinar su posición taxonómica dentro del género.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las poblaciones aquí estudiadas son parte del germoplasma recolectado en Asturias y zonas limítrofes en el año 2000. La procedencia de éstas poblaciones se expone en la Fig. 1.

Figura 1.- Mapa de Asturias: Procedencia de las poblaciones estudiadas.



1 Cabo Peñas (Mg1709); 2 Tuiza (Mg1716); 3 Pto. Pino (Mg1726); 4 Tiraña (Mg1729); 5 Martimporra (Mg1745); 6 Covadonga (Mg1754); 7 Cosgaya (Mg1794); 8 Poncebos (Mg1772); 9 Pto. San Glorio (Mg1803); 10 Posada de Baldeón (Mg1811).

En la Misión Biológica de Galicia (Pontevedra) se sembraron 10 poblaciones naturales del género *Dactylis* a finales de Septiembre del 2000 en bandejas y en régimen de invernadero, trasplantándose al campo en Febrero del año siguiente. Las plantas se colocaron espaciadas 40 x 40 cm, con 10 plantas por población en dos repeticiones (en total 20 plantas por cada población) distribuidas al azar.

Caracteres evaluados son:

- días a emergencia floral a partir del 15 de Abril.
- antesis (días entre la emergencia floral y la aparición de las anteras).
- largo, ancho y área de la hoja bandera (cm.).
- tamaño de la lígula de la hoja bandera (cm).
- altura del tallo floral (caña) (cm).

- longitud de la panícula, del 1º entrenudo basal, de la ramificación basal (glomérulo + pedicelo) y del pedicelo basal (cm).
- diámetro de la caña (mm) a 1 cm. por debajo de la panícula .
- número de ramificaciones de la panícula.
- longitud del glomérulo terminal (cm).

Se utiliza el valor medio de tres tallos florales medidos en cada planta.

A los datos se aplicó un análisis de la varianza ANOVA (utilizando SAS), siendo las fuentes de variación población, repetición y la interacción población x repetición. También se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre los caracteres observados y se hizo un análisis de cluster poblacional con el método UPGMA (distancia euclídea de Mahalanobis).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las dimensiones foliares, sólo presenta diferencias significativas entre poblaciones el ancho de la hoja bandera. Asimismo presentan diferencias significativas entre poblaciones la emergencia floral, la antesis, las dimensiones florales con excepción de la longitud de la panícula, el diámetro de la caña y el número de ramificaciones de la panícula. La altura de la caña y el número de ramificaciones presentan diferencias significativas para la interacción población x repetición. No se observan diferencias entre repeticiones (tabla 1).

La mayor parte de los caracteres presenta niveles significativos de correlación entre sí (tabla 2). Se observa que el coeficiente de correlación es negativo entre la emergencia floral y los demás caracteres, con excepción de la longitud de la hoja bandera y la longitud del glomérulo terminal, ambos positivos, $r=0,21^{**}$ y $r=0,17^*$, respectivamente. En las poblaciones de floración precoz, el tiempo (días) transcurrido entre la emergencia floral y la antesis es mayor que en las tardías. Cuanto más temprana es la emergencia floral, tanto más tarde aparece la antesis, lo demuestra el coeficiente de correlación negativo que existe entre estos dos caracteres ($r = -0,64^{***}$), ésto también se ha observado en un estudio anterior llevado a cabo con poblaciones de dactilo gallegas.

La Fig. 2, muestra el dendrograma de análisis de cluster para las 10 poblaciones estudiadas. Se agrupan en cuatro clusters. El Cluster A comprende una sola población, la Mg1709 recolectada en la costa (Cabo Peñas). Se caracteriza por floración tardía, hoja bandera muy ancha, los valores más bajos para todos los caracteres florales, excepto para el tamaño del glomérulo terminal que posee el valor más alto. Por estos resultados podría incluirse en la subespecie *marina*, lo que no es posible dado que carece de las características papilas epidérmicas. El grupo B incluye seis poblaciones recolectadas en diversas localidades de la zona comprendida entre la cordillera Cantábrica y la costa. Son de emergencia floral tardía y dimensiones florales mayores. El Cluster C comprende dos poblaciones, la Mg1726 y la Mg1772, recolectadas en el Puerto del Pino y en Pancebos (la garganta del río Cares), respectivamente. Poseen emergencia floral intermedia y sobre todo, hojas pequeñas. El grupo D compuesto por una sola población Mg1811 procedente de Posada de Valdeón, en la ladera Sur de la cordillera Cantábrica, se caracteriza por la emergencia floral tardía y antesis muy precoz, y por el tallo floral (caña) largo.

Ortiz y Rodríguez-Oubiña (1993) en su exposición diagnóstica para la subespecie *hispanica* y la subespecie *glomerata*, dan un rango para la altura de la caña de 10-80 y 60-140cm, respectivamente. En nuestras condiciones, el rango es de 55-82cm. Asimismo, la longitud de la panícula es de 2-10 en *hispanica* y de 9-25cm en *glomerata*, mientras que en nuestras poblaciones el tamaño de la panícula está entre 8-15cm. El ancho de la hoja bandera es de 0,4 – 0,8 en *hispanica* y 0,4-1,2 cm para *glomerata*, las poblaciones de nuestro estudio tienen un rango de 0,8-1,0cm, respectivamente (tabla 3).

CONCLUSIÓN

A la vista de estos resultados, las poblaciones estudiadas, con excepción de Mg1709 (Cabo Peñas), podrían situarse taxonómicamente dentro de la subespecie *hispanica*, sobre todo la población Mg1772 de Poncebos (garganta del río Cares), donde Acedo y Llamas (1991) cita la presencia de *D. glomerata* subsp. *hispanica*. Todas ellas son tetraploides y como tal citotipo, no tienen preferencia por un hábitat determinado. Las variaciones fenotípicas pueden ser bastante marcadas entre los ecotipos, la situación en *hispanica* se parece a aquella de *glomerata*, en la que los tetraploides tienen una mayor tolerancia a variaciones en las características del hábitat que los diploides (Borrill, 1978).

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. M. Mayor de la Universidad de Oviedo, por su colaboración en la recolección de germoplasma. A la Dra. R. Malvar, por su ayuda en el estudio estadístico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEDO, C.; LLAMAS, F., 1991. Revisión del género *Dactylis* L. (*Poaceae*) en el N. O. de la Península Ibérica. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **138**, *Lettres bot.* (4/5), 329-338.
- BORRILL, M.; JONES, K., 1961. Hexaploid *Dactylis*. *Nature*, Lon. **190**, 469-470.
- BORRILL, M.; LINDNER, R., 1971. Diploid-tetraploid sympatry in *Dactylis* (*Gramineae*). *New Phytol.* **70**, 1111-1124.
- BORRILL, M., 1978. Evolution and genetic resources in cocksfoot. *Rep. Plant Breedeng St. For 1977*, pp. 190-209, Aberystwyth, U. K.
- HORJALES, M.; REDONDO, N.; PÉREZ, B.; BROWN, S., 1995/96. Presencia en Galicia de *Dactylis glomerata* L. hexaploide. *Boletín de la Sociedad Broteriana*, Vol. **LXVII**, 2ª Serie, 223-230.
- LINDNER, R. 1988/89. Estudio comparativo entre dos citotipos del género *Dactylis* (*Gramineae*). *Pastos*, **18/19**, 147-157.
- LINDNER, R.; GARCÍA, A., 1997. Geographic distribution and genetic resources of *Dactylis* in Galicia (northwest Spain). *Genetic Res. and Crop Evolution*, **44** (6), 499-507.
- LUMARET, R., 1988. Cytology, genetics and evolution in the genus *Dactylis*. *Critical Reviews in Plant Science* **7** (1), 55-91.
- ORTIZ, S.; RODRIGUEZ-OUBIÑA, J., 1993. *Dactylis glomerata* subsp. *izcoi*, a new subspecies from Galicia NW Iberian Peninsula. *Ann. Bot. Fennici*, **30**, 305-311.

CHARACTERIZATION OF *DACTYLIS* POPULATIONS OF THE CANTABRIAN MOUNTAINS

SUMMARY

Ten natural populations of the genus *Dactylis* collected in Asturias (Spain) were evaluated. The objective of this study was to locate them taxonomically. Leaf and flower traits, besides flower emergence and anthesis have been studied. An ANOVA analysis, Pearson's correlation coefficient and cluster analysis UPGMA (Mahalanobis distances) were applied. Significant differences between populations were detected for most of the floral characters and also for leaf width. The populations were distributed into four clusters. The first cluster included the population from the coast. The second one, six populations from the region between the coast and the mountains. The third cluster involved two populations and the last one included only one population. It can be concluded that all the populations, except that from the coast could belong to subspecies *hispanica*.

Key words: cocksfoot, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, ecotype

Tabla 1.- ANOVA de los cuadrados medios de los caracteres florales.

Fuente variación	g.l	Ancho H.B	Em.Flor	g.l	Ant	g.l	A.Caña	L.Panic	Entr.B	L.Ped.B.	Diam. C	Nº Ram.	L.G.Term	L.Ram.B
Población	9	0.09**	789.70***	9	84.82*	9	579.10*	54.92n.s	7.65**	43.42**	0.12n.s	594n.s	0.72**	27.46**
Repetición	1	0.02n.s	1.61n.s	1	1.32n.s	1	319.79n.s	3.08n.s	3.36n.s	0.05n.s	0.07n.s	0.21n.s	0.30n.s	0.80n.s
Pobl.*Repet	9	0.01n.s	36.66n.s	9	18.67n.s	9	148.85*	19.67n.s	0.82n.s	2.00n.s	0.10n.s	2.59*	0.11n.s	4.91n.s
Error	140	0.02	100.86	138	19.01	137	68.06	16.25	1.06	1.84	0.04	1.29	0.10	3.61

P>0.05 *; P>0.01**; P>0.001***; n.s.=no significativo

Nota: H.B. = ancho hoja bandera; Em.Flor=días a emergencia floral; Ant=antesis; A. Caña= altura de la caña o tallo floral; L. Panic= longitud de la panícula; Entr.B.= largo del entrenudo basal; L. Ped.B.= largo del pedicelo basal; Diam. C= diámetro de la caña; Nº Ram= número de ramificaciones de la panícula; L.G.Term= tamaño del glomérulo terminal; L. Ram.B.= largo de la 1º ramificación basal.

Tabla 2.- Coeficiente de correlación de Pearson (r) entre los caracteres

	A. H.B	Lig.H.B.	Ar H.B.	Em. Flo	Ant	A. Caña	L. Panic	Entr.B	Ram.B.	Ped.B.	Diam.C.	Nº Ram.	L.G.Term
L. H.B.	0.29***	0.25**	0.91***	0.21**	0.27**	0.32***	0.37***	0.20*	0.40***	0.21**	0.42***	0.29***	0.07n.s
A. H.B		0.31***	0.63***	-0.21**	0.23***	0.02n.s.	0.15n.s.	0.08n.s	0.21**	0.12n.s.	0.39***	0.18*	0.03n.s.
Lig.H.B.			0.30***	-0.14n.s.	0.04n.s.	0.15n.s	0.25*	0.09n.s.	0.21**	0.15n.s	0.19*	0.25**	-0.06 n.s.
Ar H.B.				0.11n.s.	0.30***	0.26**	0.35***	0.20*	0.40***	0.22**	0.51***	0.30***	0.07n.s.
Em.Flo					-0.64***	-0.03n.s.	-0.22**	-0.30***	-0.36***	-0.39***	0.03n.s.	-0.24**	0.17*
Ant						0.02n.s.	0.16*	0.08n.s.	0.18*	0.17*	0.09n.s.	0.16*	-0.14n.s.
A. Caña							0.44***	0.30***	0.52***	0.36***	0.36***	0.44***	0.03n.s.
L. Panic								0.63***	0.73***	0.66***	0.39***	0.46***	0.03n.s
Entr.B									0.81***	0.87***	0.20*	0.24**	-0.11n.s.
Ram.B										0.89***	0.42***	0.58***	-0.06n.s.
Ped.B											0.19*	0.41***	0.14n.s
Diam.C												0.35***	0.20
Nº Ram.													-0.35***

r> 0.001***; r> 0.01**; r > 0.05*; n.s.= no significativo

Nota: L.H.B.; A. H.B.; Lig.H.B.; Ar H.B.; = largo, ancho, ligula y área de la hoja bandera, respectivamente; Em Flo.= días a emergencia floral; A. Caña = altura de la caña; L. Panic= largo de la panícula; Entr.B= longitud del entrenudo basal; Ram.B.= longitud de la mificación basal; Ped. B.= largo del pedicelo basal; Diam.C. = diámetro de la caña; Nº Ram= número de ramificaciones de la panícula; L.G.Term. = longitud del glomérulo terminal.

Tabla 3.- Medias de los caracteres observados.

	L.H.B.	A.H.B.	Lig.H.B.	Ar. H.B.	Em.FI	Ant	A.Caña	L. Panic.	Entr.B.	Ram.B	Ped.B.	Diam.C.	Nº.Ram	L.G.Term
Mg1811	13.26	0.76	0.79	10.89	40.14	16.15	80.64	14.15	4.60	8.68	4.46	1.68	5.84	2.28
Mg1729	12.84	0.73	0.94	9.37	22.00	26.11	73.78	12.41	4.24	7.68	4.25	1.68	5.60	2.07
Mg1803	12.66	0.84	1.08	10.74	25.90	20.10	77.81	14.45	4.84	8.94	4.87	1.73	5.93	2.12
Mg1709	12.05	0.97	0.94	11.68	41.33	18.36	62.18	8.73	2.67	4.05	1.89	1.82	4.01	2.62
Mg1794	12.03	0.82	0.96	9.99	23.50	21.12	74.45	13.41	4.62	8.19	4.85	1.66	6.24	2.04
Mg1754	11.90	0.87	1.07	10.40	21.78	21.78	73.57	14.03	5.42	8.86	5.63	1.58	5.65	1.85
Mg1716	11.00	0.82	1.07	9.19	25.55	20.25	72.75	13.25	4.55	7.93	4.88	1.65	5.75	2.10
Mg1726	10.77	0.75	0.83	8.23	34.87	16.40	72.85	15.24	5.22	7.83	4.81	1.67	5.49	2.15
Mg1745	10.35	0.89	0.87	9.41	24.65	19.85	70.80	12.14	4.38	7.29	4.36	1.56	5.63	1.83
Mg1772	9.98	1.71	0.78	7.28	31.85	20.61	59.46	11.07	4.25	6.68	4.21	1.51	4.65	2.02

Niv.sig. n.s. ** ***
 LSD 3.32 0.09 0.22 n.s. 3.53 4.98 3.58 10.15 3.69 0.76 1.85 1.18 n.s. 0.26 n.s. 1.34 ***
 P>0.05*; P>0.01**; P>0.001***; n.s.= no significativo. Notas: L.H.B.; A.H.B.; Lig.H.B.; Ar H.B.; Ar H.B. = largo, ancho, ligula y área de la hoja bandera, respectivamente; Em. FI = días a emergencia floral; Ant = antesis; A. Caña = altura de la caña (tallo floral); L. Panic = longitud de la panícula; Entrm.B. = largo del entrenudo basal; Ram.B = tamaño de la ramificación basal; Ped.B = largo del pedicelo basal; Diam.C = diámetro de la caña; Nº Ram. = número de ramificaciones de la panícula; L.G.Term = longitud del glomérulo terminal.

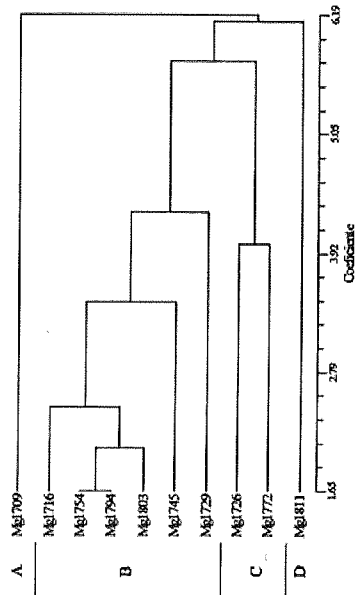


Fig. 2.- Dendrograma de 10 poblaciones del género *Dactylis*

CLAVE SIMPLIFICADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PRADOS Y PASTOS PIRENAICOS

D. GÓMEZ GARCÍA, J.L. REMÓN ALDABE y R. GARCÍA-GONZÁLEZ

Instituto Pirenaico de Ecología, Apdo de correos 64, 22700 Jaca (Huesca)

RESUMEN

Se elabora una clave dicotómica para determinar los principales tipos de pasto del Pirineo a un nivel de clasificación de alianza fitosociológica. Para facilitar el manejo de la clave se ha reducido al máximo la mención de taxones vegetales y se han utilizado de forma preferente características topográficas de los ambientes que ocupan y parámetros estructurales de la propia comunidad como cobertura vegetal, altura de la vegetación y presencia de especies muy comunes y de presencia conspicua. A partir de inventarios publicados en distintos trabajos de vegetación, se han obtenido los valores medios del número de especies, cobertura vegetal y pendiente de los principales tipos de pasto que junto a los intervalos altitudinales, el sustrato y la distribución, se resumen en una tabla.

Palabras clave: clasificación, tipificación, comunidades pascícolas, Pirineos.

INTRODUCCIÓN

Los pastos del Pirineo presentan una notable heterogeneidad, reflejada en las más de cien asociaciones vegetales descritas en este ámbito territorial. Al gran número de comunidades, hay que añadir la complejidad florística representada en cerca de mil taxones, con abundantes gramíneas, cárcices y leguminosas que presentan no pocas dificultades en su determinación botánica.

En los estudios de pastos pueden encontrarse distintas tipologías de descripción y clasificación. Aunque el método fitocenológico sigmatista (Braun-Blanquet, 1979) —y sobretodo su aplicación— no está exento de controversias, es indiscutible que muchos mapas de vegetación y gran parte de la información existente sobre pastos (tanto florística como de aspectos productivos y otros parámetros) usan de forma directa o como referencia dicha metodología de ordenación y clasificación.

En este trabajo, centrado exclusivamente en el Pirineo, se ha ensayado una clave dicotómica que, basándose en caracteres de fácil apreciación, permite diferenciar los distintos tipos de pasto, siquiera en un primer nivel de su complejidad (alianza fitosociológica), ya que una clasificación de las asociaciones requiere un detallado conocimiento de la flora pascícola y abarcaría una extensión mucho mayor para el desarrollo de las claves. Para el conjunto de pastos del país, puede consultarse la clave simplificada de San Miguel (2001).

MATERIAL Y MÉTODOS:

La clave dicotómica abarca las comunidades vegetales (Bolòs y Vigo, 1984) de mayor interés pascícola y más extendidas en el Pirineo pero sin incluir, por las limitaciones de espacio, las comunidades de cariz mediterráneo o submediterráneo (lastonares, tomillares, etc). No se han incluido tampoco las formaciones de matorral (bujedos, enebrales, espinares de erizón, matorrales de rododendro, comunidades de ventisquero o sauces enanos subalpinos y alpinos) que, aún constituyendo zonas de pastoreo —especialmente para ovejas—, presentan menor dificultad en su identificación. Sí se han incluido comunidades glareícolas que, aunque por su escasa cobertura pueden

parecer de valor pastoral despreciable, ocupan a menudo grandes extensiones, sobre todo en las zonas más elevadas, albergan plantas de gran interés ecológico y pueden constituir un recurso pastoral todavía por evaluar.

Para organizar la clave de determinación, se han seleccionado una serie de características de la vegetación muy utilizadas en los trabajos de campo y que, en cualquier caso, son sencillos de apreciar. Estos parámetros son:

Altitud: a veces mencionada en relación con los pisos de vegetación, considerando los más usuales en el caso del Pirineo: Piso montano entre 800 y 1700 m; piso subalpino entre 1700 y 2300m y piso alpino por encima de esta altitud.

Exposición u orientación predominante y *Pendiente* medida en grados.

Recubrimiento o *cobertura vegetal*: porcentaje de suelo cubierto por la vegetación.

Naturaleza de la roca: Distinguiendo los dos grandes tipos de sustrato (calizas y sílice) que a su vez suelen estar relacionados con suelos de carácter básico y ácido y condicionan la vegetación "calcícola" y calcífuga o silicícola.

Profundidad del suelo: teniendo en cuenta que se considera un suelo profundo cuando tiene diez o más centímetros y que la pedregosidad hace referencia a la que se observa en superficie, ya que, en determinadas ocasiones, debajo de una superficie aparentemente pedregosa se encuentra un suelo profundo.

Aparte de estos parámetros, resulta imprescindible para el manejo de la clave el conocimiento de algunas especies muy conspicuas en los pastos de montaña y que, resultan fáciles de distinguir. Estas especies son algunas gramíneas y leguminosas muy dominantes (*Festuca gautieri*, *F. eskia*, *F. paniculata*, *Nardus stricta*, *Trifolium alpinum*, *T. repens*).

Para conocer el valor medio de los parámetros de la clave y la tabla, se han utilizado los valores medios obtenidos de más de 1000 inventarios informatizados en el marco del proyecto de la CICYT nº AMB97-0990, a partir de trabajos de vegetación del Pirineo (entre otros, Braun-Blanquet, 1948; Nègre, 1969; Gruber, 1978; Montserrat Martí, 1986; Gómez, 1987; Rivas Martínez *et al.*, 1991; Carrillo *et al.*, 1992; Carreras *et al.*, 1993; Vigo, 1996; Lorda, 2001).

Por último, para las comunidades vegetales de mayor interés pastoral, se resumen en la tabla 1 los intervalos altitudinales, el sustrato predominante (suelos ácidos: Si, básicos: Ca), la distribución en el Pirineo (sector oriental: E, central: C y occidental: W) y los valores extremos y medios de la pendiente y la cobertura vegetal. Además se da el promedio de especies por inventario y el número de inventarios de los que proceden los datos anteriores. Respecto al número de especies y otros parámetros de los prados de siega de la Al. (alianza) *Arrhenatherion elatioris* en el Pirineo aragonés, existe una información muy detallada en Chocarro *et al.* (1987) y Chocarro (1990). Cuando los datos corresponden a asociaciones en particular (Al. *Nardion strictae* y *Festucion eskiae*) se señala el nombre de la asociación. Sin embargo, debido a la variación que caracteriza las comunidades vegetales, los valores o intervalos de valores mencionados en la clave como caracteres diagnósticos son únicamente los que se observan de manera más frecuente.

RESULTADOS

Clave dicotómica:

- 0.- Vegetación del piso montano, subalpino o alpino, utilizada para el pastoreo extensivo y que actualmente no se siega ni se abona, salvo por el aporte directo de los herbívoros (pastos, pastos de puerto, pastos supraforestales) 1
- 0.- Herbazales del piso montano (< 1700 m), situados en terrenos llanos con suelo profundo, pastados ocasionalmente en primavera y otoño, que se siegan una o varias veces cada año, estercolan y, en algunos casos, se riegan durante el verano para propiciar una mayor producción de hierba (prados de siega) 21
- 1.- Pastos densos (cobertura media o alta) de poca talla, situados en zonas culminales muy elevadas (piso alpino, o parte alta del subalpino por encima de 2200 m) 2
- 1.- Otro tipo de pastos 3
- 2.- Pastos dominados por una festuca de talla baja (*Festuca airoides*) y situados en laderas o rellanos orientados al norte, barridos por el viento y descubiertos de la capa de nieve tempranamente. En sustratos ácidos o suelos acidificados y exclusivamente en el Pirineo oriental (Cataluña y valle de Benasque) *Festucion airoidis* (I)
- 2.- Pastos que ocupan superficies muy reducidas en cornisas y laderas calizas a gran altitud con suelo profundo y dominados por cárices y leguminosas con cobertura media-alta y escasa o nula presencia de gramíneas *Elynon medioeuropaeum* (II)
- 3.- Pasto situado sobre suelo encharcado o muy húmedo gran parte del año (convexidades, trampales, orillas de ibones, manantiales, regatos, etc.) 4
- 3.- Pasto situado en suelo firme, que permanece seco en superficie en la época estival 7
- 4.- Comunidad fontinal de aguas frías y limpias con cobertura variable (a veces escasas por la presencia de rocas) que suele ocupar superficies pequeñas (pocos m²) con escasas plantas gramínoideas y abundancia de dicotiledóneas y musgos 5
- 4.- Pasto muy denso (cobertura cercana al 100%), situado en terrenos llanos junto a ibones o depresiones empapadas de agua, a veces ocupando grandes superficies (hectáreas) y dominados por plantas gramínoideas (juncos, cárices) 6
- 5.- En fuentes y regatos situados en terrenos ácidos; generalmente con presencia de varias dicotiledóneas, entre ellas vistosas saxifragas *Cardamino-Montion* (III)
- 5.- En fuentes con aguas alcalinas; vegetación generalmente constituida por musgos (*Cratoneuron*, *Philonotis*) *Cratoneurion commutatae* (IV)
- 6.- Pasto denso y con aspecto uniforme y homogéneo, situado en terrenos ácidos y dominado por una o pocas cárices *Caricion nigrae* (V)
- 6.- Pasto a veces denso, desigual y heterogéneo situado en aguas alcalinas y con presencia de carices y dicotiledóneas de flores vistosas *Caricion davallianae* (VI)
- 7.- Herbazal o pasto en terreno con escasa pendiente, y suelo con abundante estiércol por la cercanía de majadas, saladeros, abrevaderos, etc 8
- 7.- Pastos situados en otro tipo de ambientes 9
- 8.- Herbazal alto con cardos y otras plantas de hojas grandes, en suelo muy estercolado y, por lo general, cerca de las majadas *Rumicion pseudoalpini* (VII)
- 8.- Pasto dominado por gramíneas de talla media o baja, en suelos muy pisoteados por el ganado (saladeros, abrevaderos, cletas, etc.) *Polygonion avicularis* (VIII)

- 9.- Pastos situados en ambientes con escasa innivación, ya sean cresterios o rellanos con suelo somero y pedregoso (crioturbado) o bien en laderas soleadas y muy pendientes ($>30^\circ$). Cobertura vegetal media o baja $<35(50\%)$ **10**
- 9.- Pastos situados en otro tipo de ambientes con suelo profundo y estable y cubierta vegetal por lo general densa ($>50\%$) **14**
- 10.- Vegetación de crestas o rellanos pedregosos, orientados al sur, con poca pendiente, suelo estable y corta innivación. Cobertura media o baja ($<50\%$) formada por cárices y dicotiledóneas en forma de almohadilla y gramíneas escasas. Piso montano y subalpino (< 2200 m).
- Saponarion caespitosae* (IX) y *Ononidion striatae* (X)**
- 10.- Vegetación de laderas pendientes **11**
- 11.- Vegetación con cobertura muy baja ($<5\%$) o casi inexistente, en rellanos muy innivados (piso alpino y subalpino alto) o laderas muy pedregosas al pie de acantilados, muy pendientes ($>30^\circ$) e inestables (gleras, tarteras) **12**
- 11.- Pasto con cobertura media o baja ($<40\%$ pero $>10\%$) en laderas pendiente ($<30^\circ$), dominado por gramíneas amacolladas de talla media y hoja punzante que crecen formando bandas o gradines alternos con suelo desnudo **13**
- 12.- Pedregales silíceos ***Androsacion alpinae*(XI) y *Senecion leucophyllae* (XII)**
- 12.- Pedregales calizos ***Iberidion spathulatae* (XIII) y *Saxifragion ajugifoliae* (XIV)**
- 13.- Pastos ricos en especies, con aspecto xerófilo y color amarillento en verano, sobre terrenos calizos y suelo muy pedregoso ***Festucion scopariae* (XV)**
- 13.- Pastos pobres en especies, en terreno silíceo o bien sobre suelos profundos acidificados con pedregosidad muy escasa ***Festucion eskiae* (XVI)**
- 14.- Pastos con dominancia o presencia conspicua de gramíneas amacolladas recias y de talla media-alta, con cobertura mayor del 90%. Por lo general (pero no siempre) situados en pendientes mayores del 20%, orientadas al Sur, sobre rocas ácidas o sobre suelos profundos acidificados. Piso alpino o subalpino **15**
- 14.- Pastos sin la presencia de gramíneas amacolladas de talla media-alta, situados en suelos bien estructurados, en terrenos llanos o con pendiente baja **17**
- 15.- Herbazales de aspecto heterogéneo y flora diversa con abundancia de dicotiledóneas -y, a veces, lirios y asfodelos-, dominada por una festuca alta -*Festuca paniculata*-, en suelos profundos con pendiente variable. Por lo general en el piso subalpino (<2000 m).
- Hieracio-Festucetum paniculatae* (*Festucion eskiae* p.p.) (XVI)**
- 15.- Pasto homogéneo y poco diverso, dominado por *Festuca eskia*; y, a veces, *Trifolium alpinum* en terrenos llanos o laderas de pendiente moderada. **16**
- 16.- Pasto continuo o formando bandas alternas con suelo desnudo y cobertura media o alta ($> 50\%$), en suelos profundos y por lo general pendientes moderadas, con muy pocas especies y dominio de *F. eskia* ***Festucion eskiae* (XVI)**
- 16.- Pasto situado en laderas +/- pendiente o en zonas casi llanas con cobertura 100% y dominio de *F. eskia*, *Nardus stricta* y, por lo general, *Trif alpinum* (piso subalpino y parte baja del alpino) ***Ranunculo-Festucetum eskiae* (*Nardion strictae*) (XVII)**
- 17.- Pastos situados en zonas llanas, cóncavas o con pendiente moderada, suelo profundo y presencia muy abundante del cervuno (*Nardus stricta*) junto a alguna festuca y, muchas veces, *Trifolium alpinum* ***Nardion strictae* (XVII)**

- 17.- Pastos situados en terrenos calizos, con abundancia de especies graminoides y dicotiledóneas pero sin o con escaso *Nardus stricta* 18
- 18.- Pastos de cobertura media o alta (>50%), situado sobre los 2000 m, en concavidades sombrías que acumulan mucha nieve- formando manchas de pequeña extensión (m2) con desarrollo vegetativo muy tardío, lo que les hace destacar en verano por su verdor entre las zonas pedregosas de la alta montaña caliza. *Primulion intricatae* (XVIII)
- 18.- Pastos de cobertura cercana al 100 %, situados en terrenos llanos o poco pendientes, en suelo profundo, situados por debajo de 2000m y, por lo general, ocupando grandes superficies (ha) en los claros o por encima del bosque montano y subalpino y, a veces, formando mosaico con matorrales de enebro .19
- 19.- Pastos (a veces segados) de zonas llanas o pequeñas depresiones encharcadas periódicamente; situados por debajo de 1700 m, con composición florística muy pobre y abundancia de trébol blanco (*Trifolium repens*) *Cynosurion cristati* (XIX)
- 19.- Pasto de zona llana o pendientes moderadas, situados hasta los 2000 m de altitud, con flora muy diversa tanto de graminoides como de dicotiledóneas 20
- 20.- Pastos de las zonas menos elevadas (por debajo de 1400 m) y soleadas, que aparecen agostados a comienzos de verano y con presencia de lastón y festucas punzantes de talla baja (*F. gr. ovina*) *Xerobromion erecti* (XX)
- 20.- Pastos de zonas llanas o pendientes (hasta 15%) situados hasta 1800(2000)m, que permanecen verdes hasta bien entrado el verano, sin las especies señaladas anteriormente pero con una flora muy diversa formada por varias gramíneas (*Festuca, Agrostis, Briza, Poa*) y abundantes dicotiledóneas (*Plantago media, Achillea millefolium, Galium verum*). Recubrimiento cercano al 100% *Bromion erecti* (XXI)
- 21.- Prados de siega de altitudes elevadas (1200-1700 m) y ambiente fresco y húmedo incluso en verano, con flora muy diversa formada por gramíneas altas pratenses (dactilo, trisetos) y grandes hierbas de hoja ancha (umbelíferas, etc), en terrenos llanos o con pendientes menores del 5% *Polygono-Trisetion* (XXII)
- 21.- Prados situados por lo general a menor altitud, 800-1300(1500)m, con vegetación de menor exuberancia y envergadura, con abundancia de gramíneas y leguminosas pero ausencia de grandes hierbas de hoja ancha y en suelos que pueden sufrir sequía estival *Arrhenaterion elatioris* (XXIII)

CONCLUSIONES

Conviene precisar los límites de una clave de este tipo, impuestos por el propio concepto de comunidad vegetal y por el hecho, a menudo olvidado, de que, como sucede tantas veces en la naturaleza, las situaciones intermedias o de transición entre comunidades vegetales, suelen ser más abundantes que las definidas como "tipos" (alianzas o asociaciones en este caso). Además, no hay que olvidar la complejidad del mosaico vegetal en los pastos de montaña, que traduce la heterogeneidad espacial y resulta, a su vez, acentuada por la influencia de los animales. Todos estos factores conducen la sucesión vegetal, -en el caso de los pastos de manera muy notable- y reducen nuestros "sintaxones" a una abstracción de duración espacio-temporal a veces muy limitada.

Por otra parte, hay que considerar que algunas alianzas fitosociológicas (por ejemplo los cervunales del *Nardion strictae* o los *Primulion intricatae*) engloban comunidades vegetales muy dispares en cuanto a su fisonomía, estructura, composición florística y calidad pastoral. Cualquier estudio detallado requerirá una clasificación más minuciosa de estas comunidades, basada inevitablemente en una mayor precisión de los factores abióticos y en el análisis de la composición florística.

Una vez señalados los límites, defendemos la utilidad, y la necesidad, de la clasificación como herramienta para la descripción, valoración, manejo y conservación de los sistemas pastorales. El

desarrollo de claves de manejo simplificado, puede servir para poner al alcance de gestores e investigadores las descripciones y mapas de vegetación, muchas veces tan abundantes como poco utilizados en la práctica.

Tabla 1.- Algunas características de pastos pirenaicos: Intervalos altitudinales, de pendiente y de cobertura; tipo de sustrato, número medio de especies por inventario, distribución en los sectores del Pirineo y número de inventarios entre los que se han obtenido los valores señalados en las columnas anteriores.

Comunidad	Altitud	Pendiente (°)	Cobertura %	Sustrato	Nº especies	Distribución Pirineos	nº inventarios
I Festucion airoides	2000-2990	0-45 (12)	30-100 (80)	Si	23	E	145
II Elynon medioeuropeum	2000-2900	0-40 (17)	45-100 (81)	Ca	27	E,C y W	93
V Caricion nigrae <i>Caricetum nigrae</i>	1600-2300	0-20 (3)	70-100 (93)	Si	12	E,C y W	57
VI Caricion davallianae <i>Caricetum davallianae</i>	1300-2350	0-35 (13)	90-100 (97)	Ca	17	E,C y W	25
VIII Polygonion avicularis <i>Taraxaco-Poetum supinae</i>	1600-2300	5-12 (2)	90-100 (98)	-----	12	E,C y W	15
IX Saponarion caespitosae	1800-2500	6-17 (6)	35-100 (44)	Ca	28	C y W	55
XV Festucion scopariae	1600-2700	5-45 (28)	35-100 (72)	Ca	28	E,C y W	73
XVI Festucion eskiae <i>Carici-Festucetum eskiae</i>	1500-2700	10-45 (34)	60-100 (81)	Si	20	C y W	32
XVI Festucion eskiae <i>Campanulo-Festuc. eskiae</i>	1800-2700	11-45 (26)	25-80 (63)	Si	20	E	48
XVI Festucion eskiae <i>Hieracio-Fest. Paniculatae</i>	1700-2500	8-45 (30)	60-100 (85)	Si	32	E,C y W	53
XVII Nardion strictae <i>Ranunculo-Festuc. eskiae</i>	1900-2800	0-45 (21)	60-100 (90)	Si	16	E,C y W	53
XVII Nardion strictae <i>Alchemillo flab.-Nardetum</i>	1700-2250	0-35 (12)	85-100 (98)	Si	23	E,C y W	61
XVIII Primulion intricatae <i>Trifolio thalii-Fest. Nigresc.</i>	1950-2550	0-45 (13)	60-100 (93)	Ca	24	E,C y W	60
XIX Cynosurion cristati	950-1780	0-12 (3)	100 (100)	Ca	32	E,C y W	28
XXI Bromion erecti	900-2100	0-45 (18)	75-100 (98)	Ca	35	E,C y W	164
XXII Polygono-Trisetion	940-1700	0-30 (5)	100 (100)	Ca	32	C y E	52
XXIII Arrhenat. Elatioris	800-1600	0-20 (4)	95-100 (99)	-----	28	E,C y W	43

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLOS, O., VIGO, J., 1984. *Flora dels Països Catalans. Vol I*. Editorial Barcino, 736 pp. Barcelona (España).
- BRAUN-BLANQUET, J., 1948. *La végétation alpine des Pyrénées orientales*. Monografía de la Estación de Estudios pirenaicos. 306 pp. Barcelona. (España).
- BRAUN-BLANQUET, J., 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones, 820 pp. Madrid. (España).
- CARRERAS, J.R., CARRILLO, E.O., MASALLES, R.M., NINOT, J.M., VIGO, J., 1993. *El poblament vegetal de les valls de Barravés i de Castanesa*. Departament de Biologia Vegetal (Botànica) Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona 392 pp. Barcelona. (España).
- CARRILLO, E.; NINOT, J.M., 1992. *Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boí*. Institut d'Estudis Catalans, Arx. Secc. Cièn., XCIX/2, 350 pp. Barcelona (España).
- CHOCARRO, C., 1990. *Estudios ecológicos sobre los prados de siega del Pirineo central español: composición florística, producción y calidad*. Tesis doc. inéd. 351 pp. Pamplona. (España).
- CHOCARRO, C., FILLAT, F., GARCÍA-CIUDAD, A., MIRANDA, P., 1987. Meadows of central Pyrenees: floristical composition and quality. *Pirineos*, **129**: 5-33

GÓMEZ GARCÍA, D. 1987. *Flora y vegetación de Peña Montañesa, Sierra Ferrera y Valle de la Fueva*. Publ. Universidad de Barcelona. 452 pp. (en microficha) Barcelona. (España).

GRUBER, M., 1978. *La Végétation des Pyrénées Ariégeoises et Catalanes Occidentales*. Tesis Université de Droit, d'Economie et des Sciences (Aix-Marseille III) Marsella (inéd.)

LORDA LÓPEZ, M., 1999. Flora del Pirineo Navarro. *Guineana*, 7, 1-557

MONTERRAT MARTÍ, G., 1986. *Flora y Vegetación del Macizo de Cotiella y la Sierra de Chía (Pirineo aragonés)*. Tesis doctoral (capítulo de vegetación inédito)

NEGRE, R., 1969. Le *Gentiano-Caricetum curvulae* dans la région luchonaise (Pyrénées centrales). *Vegetatio*, XVIII (1-6), 167-202 The Hague.

RIVAS MARTÍNEZ, S.; BÁSCONES, J.C.; DÍAZ, T.E.; FERNÁNDEZ, F.; LOIDI, J., 1991. Vegetación del Pirineo Occidental y Navarra. *Itinera Geobotanica*, 5, 5-455.

SAN MIGUEL AYANZ, A., 2001. *Pastos naturales españoles*. Ed. Mundi Prensa, 320pp, Madrid. (España).

VIGO, J., 1996. *El poblament vegetal de la Vall de Ribes. Les comunitats vegetals y el paisatge*. Institut Cartogràfic de Catalunya, 468 pp. Barcelona (España).

SIMPLIFIED KEY TO CLASSIFY PYRENNEAN MEADOWS AND PASTURES

SUMMARY

A dichotomic key to classify the Pyrennean meadows and pastures has been elaborated. To allow the use of the key by people not acquainted with plant species, topographic and structural features of plant communities have been used preferably. The most frequent values of the parameters considered, have been taken out from more than 1000 phytosociological relevés published in different studies of the whole Pyrennees.

Key words: plant communities classification. Pyrennees.

ANÁLISIS DE LA FLORA DE LAS FITOCENOSIS PASCÍCOLAS HERBÁCEAS DE LA ALBERCA DE LORETO (HUESCA, ESPAÑA)

J. YERA POSA Y J. ASCASO MARTORELL

Departamento Agricultura y Economía Agraria. Escuela Politécnica Superior. Ctra. Cuarte, s/n. 22071 Huesca

RESUMEN

Se presenta el catálogo de plantas vasculares de las fitocenosis pascícolas herbáceas de la Alberca de Loreto (Huesca, España). A partir de él se realiza un análisis de la sistemática, la biogeografía y las formas vitales. El catálogo consta de 141 táxones pertenecientes a 39 familias. Los elementos corológicos más abundantes son el Mediterráneo y Eurosiberiano, sin mostrar dominancia clara de ningún grupo, junto a las plantas de amplia distribución. Las formas vitales más abundantes son los terófitos, hemicriptófitos y geófitos.

Palabras clave: florística, pastos herbáceos, humedales, Huesca, España.

INTRODUCCIÓN

La vegetación de humedales, lagunas, ríos y demás ambientes relacionados con la presencia de agua con lámina libre o freática, de forma permanente o temporal, presenta una flora específica. En el contexto del Valle del Ebro, dadas las características climáticas y biogeográficas, la flora de esos ambientes está claramente diferenciada respecto a la del resto del territorio.

Son numerosos los factores del medio que determinan la flora de las fitocenosis hidrófilas e higrófilas; entre los más relevantes cabe destacar: régimen térmico, características químico-físicas y estado de óxido-reducción del agua y sustrato, variaciones intranuales e interanuales de la lámina libre y/o de los freáticos, modos y grado de intervención antrópica, aprovechamientos pastorales, interacciones con otros organismos, etc.

Además del valor biogeográfico que se le pueda atribuir a la flora y de su papel en los ecosistemas de los humedales, estas fitocenosis presentan un indudable valor pascícola. En efecto, aun no tratándose de grandes superficies, se encuentran dispersas en diversos tipos de embalses naturales o artificiales y en las riberas de ríos y barrancos. En la explotación del ganado ovino tienen un interés especial debido precisamente a que la presencia del agua independiza parcialmente su fenología y productividad de la distribución de las precipitaciones propia del Valle del Ebro.

Los datos disponibles en este momento sobre estos tipos de vegetación en la zona central del Valle del Ebro ponen en evidencia la diversidad florística y fitocenológica y, por otro lado, un conocimiento todavía parcial (Braun-Blanquet y Bolòs, 1957; Margalef, 1981; Comelles, 1982; Montserrat y Gómez, 1983; Alonso y Comelles, 1985; Gómez y Montserrat, 1986; Blanche y Molero, 1988; Regato, 1988; Conesa, 1990; Fernández *et al.*, 1990; Cirujano *et al.*, 1992 y otras aportaciones taxonómicas o corológicas). En este sentido cabría comparar el conocimiento fitosociológico de estas comunidades con el de regiones próximas (Font *et al.*, 1998; Rivas Martínez *et al.*, 1999; Ninot *et al.*, 2000).

Desde la perspectiva del pasto (productividad, calidad forrajera, estacionalidad, dinámica, etc.) no conocemos estudios de estas fitocenosis en la región. Dentro de esta línea el estudio de la flora es imprescindible a efectos de abordar aspectos de carácter pascícola.

En este trabajo presentamos los resultados de forma sintética del estudio florístico de las fitocenosis herbáceas pascícolas de la Alberca de Loreto (provincia de Huesca). Se realiza un análisis sobre la flora contemplando la sistemática, las formas vitales y la biogeografía.

MATERIAL Y METODOS

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Alberca de Loreto (Huesca) a 470 m de altitud y UTM 30TYM1066. Se trata de una superficie de 19 ha donde hay una balsa para riego de origen artificial. El llenado se realiza en invierno, las extracciones en primavera y a principio de verano ya no dispone de agua para el riego. Debido a la topografía y colmatación su capacidad de embalse está muy mermada. La pendiente media de 0,8% y los aportes irregulares y extracciones, que determinan un régimen de la lámina y los freáticos heterogéneo, permiten el desarrollo de vegetación herbácea dispuesta de forma concéntrica alrededor de la cubeta. Las plantas circundantes ajenas a los freáticos han quedado excluidas de la flora.

La recolección e identificación de las plantas se ha realizado durante los años 1998-2000. Los criterios sistemáticos se basan en Bolòs y Vigo (1984-1996), Castroviejo *et al.* (1986-2000), Bolòs *et al.* (1993) y Aizpuru *et al.* (1999). Los datos relativos a formas vitales y biogeografía se han extraído de Pignatti (1982), Bolòs y Vigo (1984-1996) y Bolòs *et al.* (1993).

RESULTADOS

Se han identificado 141 táxones pertenecientes a 39 familias (tablas 1 y 2).

DISCUSIÓN

De las plantas anteriores, 1 especie es un pteridófito, 96 táxones agrupados en 76 géneros de 32 familias son dicotiledóneas y 44 táxones agrupados en 31 géneros de 6 familias son monocotiledóneas. Las familias con mayor representación son las gramíneas y las compuestas con 25 y 20 táxones respectivamente; las ciperáceas, crucíferas, juncáceas, labiadas, leguminosas, plantagináceas y poligaláceas tienen entre 5 y 10 táxones; las 30 familias restantes tienen menos de 5 táxones. El índice de riqueza florística (n° táxones/ha superficie) es de $R_{ft}=7,5$.

El elenco referido pone de manifiesto la particularidad de la flora de estas fitocenosis herbáceas de medios húmedos pastoreados respecto a la flora regional. Así mismo, cabe destacar el hecho de que aparezcan algunas plantas poco comunes o desconocidas en la zona central del Valle del Ebro; entre ellas citamos: *Aster linosyris*, *Baldellia ranunculoides*, *Carex cuprina*, *Chamaemelum nobile*, *Crypsis schoenoides*, *Gratiola officinalis*, *Hypericum tomentosum*, *Lythrum tribracteatum*, *Polygonum amphibium*, *Pulicaria paludosa*, *Ranunculus sardous*, *Ranunculus trilobus*, *Scirpus lacustris* subsp. *lacustris*, *Teucrium scordium* subsp. *scordium*, *Trifolium lappaceum* y *Valerianella muricata*.

Respecto a la atribución biogeográfica de los táxones aparecen plantas Eurosiberianas (13%), Mediterráneas (22%), Eurosiberiano-Mediterráneas (22%) que se distribuyen por ambas regiones o parte de ellas, plantas que comparten la región Mediterránea con la Irano-Turaniana (2%) o Sahariana (1%) o Sahariano-Póntica (1%), plantas Mediterráneo-Eurosiberiano-Irano-Turanianas (3%), otras de amplia distribución —Pluriregionales (12%), Subcosmopolitas (11%) y Holárticas (10%)— y por último un pequeño grupo de Neotropicales (3%).

Tabla 1. Listado alfabético de pteridófitos y dicotiledóneas.

<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	<i>Helianthemum salicifolium</i> (L.) Miller	<i>Populus x canadensis</i> Moench
-----	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	<i>Potentilla reptans</i> L.
<i>Agrimonia eupatoria</i> L. subsp. <i>eupatoria</i>	<i>Herniaria glabra</i> L.	<i>Prunella vulgaris</i> L.
<i>Althaea officinalis</i> L.	<i>Hypericum tomentosum</i> L.	<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh. subsp. <i>dysenterica</i>
<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L.	<i>Kickxia elatine</i> (L.) Dumort.	<i>P. paludosa</i> Link
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	subsp. <i>crinita</i> (Mabille) W. Greuter	<i>Ranunculus aquatilis</i> L.
<i>Anagallis arvensis</i> L.	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	<i>R. sardous</i> Crantz
<i>Arctium minus</i> Bernh.	<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat subsp. <i>hispidus</i> (Roth)	<i>R. trilobus</i> Desf.
<i>Aster linosyris</i> (L.) Bernh.	Kerguélen	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All. subsp. <i>rugosum</i>
<i>A. squamatus</i> (Sprengel) Hieron.	<i>Linum strictum</i> L. subsp. <i>strictum</i>	<i>Rubus caesius</i> L.
<i>Astragalus sesameus</i> L.	<i>Lotus corniculatus</i> L. subsp. <i>delortii</i> (Timb.-Lagr.) O. Bolòs & J. Vigo	<i>Rumex crispus</i> L.
<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC.	<i>Lycopus europaeus</i> L.	<i>R. obtusifolius</i> L.
<i>Bellis perennis</i> L.	<i>Lythrum salicaria</i> L.	<i>Salix alba</i> L.
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	<i>L. tribracteatum</i> Salzm. ex Sprengel	<i>Salvia verbenaca</i> L.
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	<i>Malva sylvestris</i> L.	<i>Samolus valerandi</i> L.
<i>Centaurea jacea</i> L.	<i>Marrubium vulgare</i> L.	<i>Sanguisorba verrucosa</i> (Link ex G. Don) Ces.
<i>Chamaemelum nobile</i> (L.) All.	<i>Medicago lupulina</i> L.	<i>Scorpiurus muricatus</i> L. subsp. <i>subvillosus</i> (L.) Thell.
<i>Chamaesyce prostrata</i> (Aiton) Small	<i>M. minima</i> (L.) L.	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner
<i>Cichorium intybus</i> L.	<i>M. polymorpha</i> L.	<i>Sinapis arvensis</i> L.
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	<i>M. sativa</i> L.	<i>Sisymbrella aspera</i> (L.) Spach subsp. <i>aspera</i>
<i>C. vulgare</i> (Savi) Ten.	<i>Mentha aquatica</i> L.	<i>Solanum dulcamara</i> L.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>M. longifolia</i> (L.) Hudson	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>M. pulegium</i> L.	<i>S. tenerimus</i> L.
<i>Diplotaxis erucoides</i> (L.) DC.	<i>Oenanthe lachenalii</i> C.C. Gemelin	<i>Teucrium scordium</i> L. subsp. <i>scordium</i>
<i>Dipsacus fullonum</i> L. subsp. <i>fullonum</i>	<i>Papaver hybridum</i> L.	<i>Torilis arvensis</i> (Hudson) Link subsp. <i>arvensis</i>
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop. subsp. <i>gracile</i> (Jordan) Rouy	<i>Plantago albicans</i> L.	<i>Trifolium lappaceum</i> L.
<i>Epilobium parviflorum</i> Schreber	<i>P. coronopus</i> L. subsp. <i>coronopus</i>	<i>Ulmus minor</i> Miller
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. subsp. <i>cutarium</i>	<i>P. lanceolata</i> L.	<i>Valerianella muricata</i> (Steven ex Bieb.) J.W. Loudon
<i>Eryngium campestre</i> L.	<i>P. major</i> L. subsp. <i>major</i>	<i>Verbascum blattaria</i> L.
<i>Filago pyramidata</i> L. subsp. <i>pyramidata</i>	<i>P. maritima</i> L. subsp. <i>serpentina</i> (All.) Arcangeli	<i>Verbena officinalis</i> L.
<i>Galium palustre</i> L. subsp. <i>debile</i> (Desv.) Bonnier & Layens	<i>Polygala exilis</i> DC.	<i>Xanthium echinatum</i> Murray subsp. <i>italicum</i> (Moretti) O. Bolòs & J. Vigo
<i>Geranium molle</i> L. subsp. <i>molle</i>	<i>Polygonum amphibium</i> L.	<i>X. orientale</i>
<i>Gratiola officinalis</i> L.	<i>P. aviculare</i> L.	
	<i>P. lapathifolium</i> L.	
	<i>P. persicaria</i> L.	

El espectro de las formas vitales de las especies, según el sistema de Raunkiaer, se recoge en la tabla 3. Cabría resaltar que dependiendo de las condiciones del medio hay táxones que pueden manifestarse bajo formas distintas. A modo de ejemplo citamos: hidrófito-hemicriptófito: *Polygonum amphibium* y *Galium palustre* subsp. *debile*; geófito-hidrófito: *Eleocharis palustris* subsp. *palustris* y *Scirpus maritimus* subsp. *maritimus*; geófito-hemicriptófito: *Juncus articulatus*, *Juncus acutiflorus* subsp. *acutiflorus* y *Convolvulus arvensis*. Según nuestras observaciones la forma vital dependería del nivel de la lámina de agua o del freático.

Los grupos con mayor representación son los terófitos y hemicriptófitos y, con menor importancia, los geófitos. Por otra parte destaca la baja frecuencia de fanerófitos y caméfitos y la presencia de hidrófitos vinculada a la persistencia del agua en las zonas centrales de la alberca.

Tabla 2. Listado alfabético de monocotiledóneas.

<i>Aegilops geniculata</i> Roth	<i>Juncus acutiflorus</i> Ehrh. ex Hoffm. subsp. <i>acutiflorus</i>
<i>Agrostis stolonifera</i> L. subsp. <i>stolonifera</i>	<i>J. articulatus</i> L.
<i>Allium vineale</i> L.	<i>J. bufonius</i> L. subsp. <i>bufonius</i>
<i>Asparagus officinalis</i> L. subsp. <i>officinalis</i>	<i>J. compressus</i> Jacq. subsp. <i>compressus</i>
<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl.	<i>J. pygmaeus</i> L.C.M. Richard
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.
<i>B. phoenicoides</i> (L.) Roemer & Schultes	<i>Narcissus assoanus</i> Léon Dufour
<i>Bromus hordeaceus</i> L. subsp. <i>hordeaceus</i>	<i>Parapholis incurva</i> (L.) C.E. Hubbard
<i>B. madritensis</i> L.	<i>Phalaris arundinacea</i> L.
<i>Carex cuprina</i> (Sándor ex Heuffel) Nendtvich ex A. Kerner	<i>Phleum pratense</i> L. subsp. <i>bertolonii</i> (DC.) Bornm.
<i>C. divisa</i> Hudson	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steudel
<i>C. flacca</i> Schreber	<i>Poa annua</i> L. subsp. <i>annua</i>
<i>Crypsis schoenoides</i> (L.) Lam.	<i>P. bulbosa</i> L.
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	<i>P. pratensis</i> L. subsp. <i>angustifolia</i> (L.) Gaudin
<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman	<i>Polypogon maritimus</i> Willd.
<i>Deschampsia media</i> (Gouan) Roemer & Schultes subsp. <i>hispanica</i> (Vivant) O. Bolòs, R. Masalles & J. Vigo	<i>Schoenus nigricans</i> L.
<i>Desmazeria rigida</i> (L.) Tutin subsp. <i>rigida</i>	<i>Scilla autumnalis</i> L.
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roemer & Schultes subsp. <i>palustris</i>	<i>Scirpus holoschoenus</i> L.
<i>Elymus campestris</i> (Godron & Gren.) Kerguélen	<i>S. lacustris</i> L. subsp. <i>lacustris</i>
<i>E. repens</i> (L.) Gould subsp. <i>repens</i>	<i>S. maritimus</i> L. subsp. <i>maritimus</i>
<i>Eragrostis minor</i> Host	<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcangeli	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort. subsp. <i>ciliata</i>

Tabla 3. Número de táxones y porcentaje de las formas vitales de Raunkiaer.

	n° táxones	porcentaje
Terófitos	50	35,4
erectos	34	24,1
erecto-reptantes	4	2,8
fasciculados	3	2,1
reptantes	8	5,7
rosulados	1	0,7
Hidrófitos radicantes	3	2,1
Geófitos	14	9,9
bulbosos	4	2,8
rizomatosos	10	7,1
Hemicriptófitos	44	31,2
cespitosos	10	7,1
reptantes	4	2,8
rosulados	3	2,1
escandentes	1	0,7
escaposos	26	18,4
Caméfitos	5	3,5
reptantes	1	0,7
sufruticosos	4	2,8
Fanerófitos	6	4,2
nanofanerófitos escandentes	2	1,4
macrofanerófitos caducifolios	4	2,8
Terófitos/hemicriptófitos	7	4,9
erectos/escapos	5	3,5
rosulados	2	1,4
Terófitos/caméfitos	2	1,4
reptantes	1	0,7
sufruticosos/erectos	1	0,7
Terófitos erecto/nanofanerófitos escandentes	1	0,7
Hidrófitos/hemicriptófitos	2	1,4
radicantes/escaposos	1	0,7
radicantes/reptantes	1	0,7
Geófitos rizomatosos/hidrófitos radicantes	2	1,4
Geófitos/hemicriptófitos	3	2,1
rizomatosos/cespitosos	2	1,4
rizomatosos/escandentes	1	0,7
Geófitos rizomatosos/nanofanerófitos escandentes	1	0,7
Hemicriptófitos escaposos/caméfitos reptantes	1	0,7

CONCLUSIONES

Los táxones específicos o subespecíficos reconocidos en la Alberca de Loreto ascienden a 141 agrupados en 39 familias. Las familias con mayor número de táxones son las gramíneas y las compuestas. El índice de riqueza florística es 7,5 táxones/ha. Se pone en evidencia la especificidad de la flora respecto a la del entorno regional y destacan algunas plantas poco comunes o desconocidas en la zona central del Valle del Ebro; entre ellas citamos: *Aster linosyris*, *Baldellia ranunculoides*, *Carex cuprina*, *Chamaemelum nobile*, *Crypsis schoenoides*, *Gratiola officinalis*, *Hypericum tomentosum*, *Lythrum tribracteatum*, *Polygonum amphibium*, *Pulicaria paludosa*, *Ranunculus sardous*, *Ranunculus trilobus*, *Scirpus lacustris* subsp. *lacustris*, *Teucrium scordium* subsp. *scordium*, *Trifolium lappaceum* y *Valerianella muricata*.

Respecto al espectro biogeográfico destaca la presencia de los elementos Mediterráneo y Eurosiberiano y comunes a ambas zonas sin dominancia clara de ningún grupo. También es significativa la proporción alta de elementos de amplia distribución (Pluriregionales, Subcosmopolitas y Holárticas) y la ausencia de endemismos ibéricos, del Valle del Ebro o de menor área.

Las formas vitales con mayor representación son los terófitos y hemicriptófitos y con menor importancia, aunque significativa respecto a otras fitocenosis, los geófitos. Existe una proporción considerable de plantas que pueden presentarse bajo formas distintas según las condiciones del medio y, especialmente, la altura de la lámina de agua y los freáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AIZPURU, I.; ASEGINOLAZA, C.; URIBE-ECHEBARRIA, P. M.; URRUTIA, P.; ZORRAKIN, I., 1999. *Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y territorios limítrofes*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria. (España).
- ALONSO, M.; COMELLES, M., 1985. Catálogo limnológico de las balsas y lagunas de la provincia de Teruel. *Teruel*, **24**, 59-134.
- BLANCHE, C.; MOLERO, J., 1988. Las cubetas arreicas al sur de Bujaraloz (Valle del Ebro). Contribución a su estudio fitocenológico. *Lazaroa*, **9**, 277-299.
- BOLÒS, O.; VIGO, J., 1984-1996. *Flora dels Països Catalans*. Vols. 1-3. Ed. Barcino. Barcelona. (España).
- BOLÒS, O.; VIGO, J.; MASALLES, R. M.; NINOT, J. M., 1993. *Flora manual dels Països Catalans*. Ed. Pòrtic. 2ª ed. Barcelona. (España).
- BRAUN-BLANQUET, J.; BOLÒS, O., 1957. Les groupements végétaux du bassin de l'Ebre et leur dynamisme. *An. Aula Dei*, **5** (1-4), 1-266.
- CASTROVIEJO, S., 1986-2000. *Flora iberica*. Vols. I-VIII. Real Jardín Botánico, C.S.I.C. Madrid. (España).
- CIRUJANO, S.; VELAYOS, M.; CASTILLA, F.; GIL, M., 1992. *Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles (Península Ibérica y las Islas Baleares)*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Colección Técnica. 456 pp. Madrid. (España).
- COMELLES, M., 1982. *Noves localitats i revisió de la distribució de les espècies de caròfits a Espanya*. Universitat Central Barcelona. Barcelona. (España).
- CONESA, J. A., 1990. Comunitats vegetals del curs inferior del riu Segre. *Ilerda (Ciències)*, **48**, 9-34.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; MOLINA, A.; LOIDI, J., 1990. Los tarayales de la Depresión del Ebro. *Acta Bot. Malacitana*, **15**, 311-322.
- FONT, X.; COSTA, M.; SORIANO, I.; VIGO, J., 1998. El mostratge fitocenològic a Catalunya. *Acta Bot. Barc.*, **45**, 501-515.
- GÓMEZ GARCÍA, D.; MONTSERRAT, G., 1986. *Observaciones sobre flora y vegetación en la cuenca de la Laguna de Sariñena*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Colección de Estudios Altoaragoneses, 6. Huesca. (España).

- MARGALEF, R., 1981. Distribución de los macrófitos de las aguas dulces y salobres del E y Ne de España y dependencia de la composición química del medio. *Edit. Juan March*, **16**, 1-62.
- MONTSERRAT, G.; GÓMEZ, D., 1983. Aportación a la flora de la cuenca endorreica de la laguna de Gallocanta. *Collect. Bot.*, **14**, 383-437.
- NINOT, J. M.; CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; VIGO, J., 2000. Syntaxonomic conspectus of the vegetation of Catalonia and Andorra. I. Hygrophilous herbaceous communities. *Acta Bot. Barc.*, **46**, 191-237.
- PIGNATTI, S., 1982. *Flora d'Italia*. Ed. Edagricole. 3 vol. Bologna. (Italia).
- REGATO, P., 1988. *Contribución al estudio de la flora y la vegetación del Galacho de Alfranca*. Naturaleza en Aragón, 3. Zaragoza. (España).
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; LOIDI, T., 1999. Checklist of plant communities of Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands to suballiance level. *Itinera Geobotanica*, **13**, 353-451.

FLORISTIC ANALYSIS OF GRASSLAND PHYTOCENOSIS OF THE LORETO RESERVOIR BORDERS (HUESCA, SPAIN)

SUMMARY

A vascular plant catalogue of the grassland vegetation of the Loreto reservoir borders (Huesca, Spain) is presented here. Data on taxonomic identity, biogeography and life-cycle is provided for each taxon. A total of 141 taxon belonging to 39 different families, have been found in this area. The Mediterranean and Eurosiberian chorological elements are both predominant in most of the phytocenosis, where other more cosmopolitan plants are also present. Annuals (terophytes), hemicryptophytes and geophytes constitute the main groups of life-forms.

Key words: floristic analysis, grassland phytocenosis, wetlands, Huesca, Spain.

ESTUDIO FLORÍSTICO DE LOS PASTIZALES DEL SECTOR OCCIDENTAL DEL VALLE DE ALCUDIA (CIUDAD REAL)

A. GARCÍA FUENTES, C. SALAZAR, J.J. LARA Y E. CANO

Departamento de Biología Animal, B. Vegetal y Ecología. Área de Botánica. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. E-23071 Jaén (España). E-mail: agarcia@ujaen.es

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla el estudio florístico de los pastizales del sector occidental del Valle de Alcudia (Ciudad Real), con el fin de conocer las características y particularidades de la flora de sus pastizales. Se analizan las principales familias botánicas así como las formas biológicas predominantes. Como resultado de este trabajo se han catalogado 283 taxones que pertenecen a un total de 50 familias botánicas, siendo las más numerosas las gramíneas, las compuestas y las leguminosas.

Palabras clave: corología, flora, espectro florístico, biotipos, Castilla-La Mancha.

INTRODUCCIÓN

El estudio y el análisis florístico del catálogo de la flora vascular de los pastizales del occidente del Valle de Alcudia representa un elemento de información sobre las características propias de la zona de estudio, así como, de la diversidad y rareza florística. Dada la importancia de la ganadería dentro de la economía local es fundamental tener en cuenta el estudio de los pastizales, principal fuente de alimento de esta ganadería.

Este análisis sirve de base para posteriores estudios sobre uso y gestión de las fitocenosis pascícolas, y sirve igualmente para comparar y contrastar datos con otros estudios florísticos de territorios con características similares o próximos biogeográficamente.

El objetivo de este trabajo es el estudio de los biotipos y conocimiento de los aspectos corológicos, taxonómicos y fisionómicos de la flora vascular de las comunidades de pastizales del sector occidental del valle de Alcudia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de Estudio

El Valle de Alcudia se encuentra situado en el suroeste de la provincia de Ciudad Real y biogeográficamente está encuadrada dentro de la Subprovincia Luso-Extremadurensis de la provincia Iberoatlántica (Región Mediterránea). La zona de estudio comprende la parte más occidental del Valle de Alcudia (Ciudad Real), la cual presenta un gran interés desde el punto de vista ganadero. Este recurso es el más importante dentro de su estructura agraria debido a la escasa superficie cultivable estando la mayor parte del espacio dedicada al aprovechamiento de los pastizales naturales por parte del ganado, principalmente ovino.

El territorio ha sido durante siglos una de las mayores dehesas de invernadero para la trashumancia en España. La amplísima superficie de pastizales de esta comarca ha configurado un tipo de sociedad estrictamente agropecuaria, en la que el aprovechamiento ganadero constituye la base de su actividad socioeconómica (Rubio de Lucas y Martínez, 1992).

Recolección y estudio del material

Para la realización de este estudio se han hecho numerosas salidas al Valle de Alcuía en diferentes épocas del año durante las cuales se han herborizado gran número de plantas para su posterior determinación. El período de herborización se corresponde con los años 2000 y 2001 muestreándose también las diferentes comunidades vegetales presentes dentro del territorio y recolectando pliegos de todo el material vegetal encontrado, tomando datos de su biotipo, ecología, localidad, UTM, altitud, orientación y exposición; pasando después a contrastar estos datos con los bibliográficos ya publicados de otros territorios.

Para la determinación del material se han utilizado las siguientes obras: *Flora Europaea* (Tutin et al.-eds.- 1964-1980), *Flora Vasculare de Andalucía Occidental* (Valdés et al.-Eds.- 1987), *Flora Ibérica* vols. I-VIII (Castroviejo et al.-eds.-1986-2000) y *Vegetación y Flora de Extremadura* (Devesa, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se han catalogado 283 taxones que pertenecen a un total de 50 familias botánicas. De los 283 taxones, el 67 % se reparten entre sólo diez familias y el 33 % restante entre 40 familias, lo que supone que hay un gran número de familias que están representadas con uno o pocos taxones.

Como se aprecia en la Tabla 2, sólo tres familias (*Poaceae*, *Compositae* y *Fabaceae*), representan el 64 % de los taxones. La familia más representada es *Poaceae* con un 25,5% de los taxones, lo que nos indica la importancia de las gramíneas en la formación de los pastizales naturales. Le siguen por orden de abundancia las compuestas (*Compositae*) y las leguminosas (*Fabaceae*), muy importantes estas últimas para la alimentación del ganado y el mantenimiento de los pastizales por su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico.

Otro factor a tener en cuenta en el análisis de la flora de este territorio es el espectro de las formas biológicas. Este análisis permite tener una idea acerca de la estructura vegetal que predomina en el territorio de estudio. El espectro de formas biológicas se puede observar con más detalle en la Tabla 2. El grupo mayoritario está formado por los terófitos, plantas de desarrollo anual, con un 62,9 % de los taxones. Este hecho es debido a que la mayoría de las especies de las tres familias más abundantes, mencionadas anteriormente, posee un desarrollo anual. Destacan en segundo término los hemicriptófitos con un 18,7 %, es lógico puesto que dentro de este grupo se encuentran muchas gramíneas pascícolas y algunos géneros de compuestas que poseen una roseta basal de hojas.

El porcentaje de especies fanerófitas es de sólo el 5,7 %. Estos fanerófitos catalogados se corresponden principalmente con plantas de los matorrales que pueden ser ramoneadas por el ganado, aunque también aparecen macrofanerófitos como la encina (*Quercus rotundifolia*) y fanerófitos escandentes como *Lonicera implexa*.

Los geófitos con un 5,7 % y los hidrófitos con sólo un 3,9 %, representan un porcentaje bajo entre todas las especies catalogadas, pero tienen gran importancia como elementos singulares y de gran interés para su conservación. Finalmente, los caméfitos participan, con tan sólo 3,2 %, del total de la flora ya que existen en el territorio muy pocos retazos de matorral camefítico, al haber sido eliminados para el desarrollo de los pastizales.

Para comparar los porcentajes de las formas biológicas obtenidos en la zona de estudio con respecto a otros territorios se puede observar la Tabla 1 donde se aprecia cómo los datos referentes al Valle de Alcuía se asemejan a los datos del cercano Parque Natural Sierras de Cardeña y Montoro

(Córdoba). No obstante, existen algunas diferencias que sugieren que existen distintos factores ecológicos entre ambos espacios. Existe un claro predominio de terófitos y un menor porcentaje de hemicriptófitos en el Valle de Alcudia que en el P.N. Sierras de Cardeña y Montoro. La proporción terófitos/hemicriptófitos está relacionada con el grado de mediterraneidad (Voliotis, 1982), el carácter montano de la flora (Cueto *et al.*, 1991) y la presencia de humedad edáfica (Ríos y Alcaraz, 1995). Precisamente éstas son las diferencias más notables que existen entre ambos espacios, ya que el Valle de Alcudia no tiene un carácter montano y la humedad edáfica es menor que en el P.N. Sierras de Cardeña y Montoro.

Tabla 1: Comparación del espectro de formas biológicas (%) con otros territorios

REGIÓN	F	C	H	G	Hdr	T	T/H
Valle de Alcudia ¹	5,7	3,2	18,7	5,7	3,9	62,9	3,3
P.N. Sierras de Cardeña y Montoro ²	9,2	5,9	20,2	8,5	4,1	52,1	2,5
Sierra de Segura ³	10,7	12,3	37,2	12,9	0,3	27,1	0,7
Sierras de Tejeda y Almijara ⁴	9,0	19,0	27,0	7,0	0	38,0	1,4
Montes del suroeste de León ⁵	6,5	16,0	57,0	7,0	0,5	13,0	0,2
Media mundial ⁶	46,0	9,0	26,0	6,0	-	13,0	0,5

F: fanerófito; C: caméfito; H: hemicriptófito; G: geófito; Hdr: hidrófito; T: terófito; T/H: proporción relativa de terófitos y hemicriptófitos. 1: Elaboración propia; 2: Melendo & Cano (1998); 3: Pajarón (1988); 4: Nieto Caldera (1988); 5: Nieto Feliner (1985); 6: Raunjaer *in* Braun-Blanquet (1979).

Tabla 2: Porcentaje de taxones de las 10 familias más representadas

FAMILIA	Nº DE ESPECIES	PORCENTAJE (%)
<i>Poaceae</i>	48	25,5
<i>Compositae</i>	40	21,3
<i>Fabaceae</i>	32	17,0
<i>Cruciferae</i>	12	6,4
<i>Caryophyllaceae</i>	12	6,4
<i>Labiatae</i>	12	6,4
<i>Scrophulariaceae</i>	10	5,3
<i>Umbelliferae</i>	8	4,3
<i>Borraginaceae</i>	7	3,7
<i>Geraniaceae</i>	7	3,7

En cuanto a la distribución corológica de los elementos florísticos podemos observar en la Tabla 4, que el mayor porcentaje de elementos se corresponden con el ámbito mediterráneo. Dentro de este ámbito hay que destacar la presencia en la zona de estudio de un endemismo Luso-Extremadurensis (*Armeria genesiana*), además de otros endemismos ibéricos como *Stipa celakovskyi*, *Flueggea tinctoria*, *Thymus mastichina*, *Thymus zygis* subsp. *sylvestris*, *Lavandula stoechas* subsp. *sampaiana*, *Linaria intricata* y *Diplotaxis virgata*. Los elementos de amplia distribución son los segundos en importancia sumando entre los elementos de distribución cosmopolita, subcosmopolita y paleotemplada un total del 23 % del total de especies.

Tabla 3: Porcentaje de biotipos en el sector occidental del Valle de Alcudia.

FORMAS BIOLÓGICAS	Nº DE ESPECIES	PORCENTAJE (%)
<i>Terófito</i>	178	62,9
<i>Hemicriptófito</i>	53	18,7
<i>Geófito</i>	16	5,7
<i>Fanerófito</i>	16	5,7
<i>Hidrófito</i>	11	3,9
<i>Caméfito</i>	9	3,2

Tabla 4: Espectro de elementos florísticos del sector occidental del Valle de Alcudia.

ELEMENTO	Nº DE ESPECIES	PORCENTAJE (%)
<i>Cosmopolita</i>	7	2,5
<i>Subcosmopolita</i>	32	11,3
<i>Paleotemplado</i>	26	9,2
<i>Holártico</i>	7	2,5
<i>Paleosubtropical</i>	2	0,7
<i>Eurimediterráneo</i>	135	47,7
<i>Estenomediterráneo</i>	13	4,6
<i>Mediterráneo Occidental</i>	21	7,4
<i>MediterráneoIranoturánico</i>	3	1,1
<i>Euroasiático</i>	5	1,8
<i>Iberonorteafricano</i>	21	7,4
<i>Ibérico</i>	7	2,5
<i>Luso-Extremadurensis</i>	1	0,4
<i>Impreciso</i>	3	1,1

En la Figura 1, se aprecia que dentro del elemento mediterráneo son predominantes los terófitos, aunque también representan la mayoría de los elementos paleotemplados y subcosmopolitas. La mayoría de los fanerófitos y caméfitos pertenecen al elemento mediterráneo y los hemicriptófitos y geófitos se reparten entre los elementos mediterráneos y en menor medida de amplia distribución.

CONCLUSIONES

1.- En la zona de estudio predominan las especies pertenecientes a las familias *Poaceae*, *Compositae* y *Fabaceae* en la flora, éstas son especies preferidas por el ganado y probablemente son favorecidas por el propio pastoreo.

2.- La distribución de las formas biológicas en la zona de estudio nos indica que la mayoría de las fitocenosis de pastizal están dominadas por terófitos y hemicriptófitos. Los geófitos son predominantes en determinadas épocas del año, como el otoño.

3.- La distribución de los elementos florísticos presentes en el sector occidental del Valle de Alcudia viene marcada por el carácter mediterráneo de la zona. Los elementos de distribución mediterránea son los más abundantes destacando dentro de éstos los elementos eurimediterráneos. Los endemismos ibéricos y luso-extremadurenses tienen un porcentaje bajo.

- PAJARÓN, S., 1988. *Estudio fitogeográfico del Barranco del Río Madera*. Tesis doctoral (iné). Univ. Complutense de Madrid. (España).
- RÍOS, C.; ALCARAZ, F., 1995. Análisis de la flora higrófila de la cuenca del Segura (sudeste de España). *Anales Jardín Botánico de Madrid*, **53** (2), 219-231. Madrid. (España).
- RUBIO DE LUCAS, J.L.; MARTÍNEZ LÓPEZ, C., 1992. Valle de Alcudia. *Cuadernos de la Trashumancia*, **2**, 1-53.
- TUTIN, T.G.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, N.A.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M.; WEBB, D.A. (Eds.), 1964-80. *Flora Europaea. Vol. I-V*. Cambridge University Press. Cambridge. (Reino Unido).
- VALDÉS, B.; TALAVERA, S.; FERNÁNDEZ-GALIANO, E. (Eds.), 1987. *Flora Vascular de Andalucía Occidental. Volúmenes 1, 2 y 3*. Barcelona. (España).
- VOLIOTIS, D., 1982. Relations of the climate to the latitudinal situation and altitudinal zonation. *Ecología Mediterránea*, **8**, 165-176. Marsella. (Francia)

FLORISTIC STUDY OF PASTURES PRESENT IN WEST OF ALCUDIA VALLEY (CIUDAD REAL)

SUMMARY

The aim of this work is to study the floristic composition of pastures in the western area of Alcudia Valley (Ciudad Real, Spain). We have analysed the main botanic families and the predominant biotypes. A total amount of 283 species belonging to 59 families has been catalogued, the main ones being *Poaceae*, *Compositae* and *Fabaceae*.

Key words: chorology, flora, floristic spectrum, biotypes, Castilla-La Mancha.

APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LOS MAJADALES SILICÍCOLAS DEL SECTOR OCCIDENTAL DEL VALLE DE ALCUDIA (CIUDAD REAL, ESPAÑA)

A. GARCÍA FUENTES, M. MELENDO, J.J. LARA Y E. CANO

Departamento de Biología Animal, B. Vegetal y Ecología. Área de Botánica. Facultad de Ciencias
Experimentales. Universidad de Jaén. E-23071 Jaén (España). E-mail: agarcia@ujaen.es

RESUMEN

El valle de Alcudia es un vasto territorio de vocación ganadera, fundamentalmente ganadería ovina, donde los pastizales más abundantes e idóneos para este ganado son las formaciones de la clase fitosociológica *Poetea bulbosae*. El objeto de este trabajo es mostrar una serie de datos iniciales realizados en el territorio para analizar los pastos de majadal que se desarrollan en el sector occidental del Valle en función de la composición florística de las comunidades. Se ha observado que en muchas fincas con formaciones de *Poetea bulbosae* se está produciendo una entrada masiva de taxones nitrófilos y subnitrófilos de *Stellarietea mediae*, disminuyendo el porcentaje de especies palatables al ganado ovino y como consecuencia la calidad de estos pastos se ve afectada de forma negativa.

Palabras clave: Fitosociología, *Poetea bulbosae*, especies nitrófilas, palatabilidad, ovino.

INTRODUCCIÓN

El Valle de Alcudia, situado en el suroeste de la provincia de Ciudad Real, representa una zona de gran interés para la ganadería extensiva, principalmente de ganado ovino. La mayoría del territorio está ocupado por extensas zonas de pastos naturales que vienen condicionados por la pobreza de los suelos de carácter silíceo sobre los que se asientan.

Los pastizales presididos por *Poa bulbosa* son el tipo de pasto más adecuado para la alimentación del ganado ovino (Rivas Goday, 1964; Rivas Goday y Rivas-Martínez, 1963). Entre las especies vegetales que lo componen están el trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), diferentes especies de tréboles anuales (*Trifolium cherleri*, *T. glomeratum*, *T. stellatum*, etc.), otras leguminosas pratenses como *Astragalus pelecinus* y *Ornithopus compressus*, y gramíneas cespitosas como la *Poa bulbosa*. Estos taxones son de gran apetencia para el ganado ovino y a su vez, estas especies se ven favorecidas por el pastoreo.

Las asociaciones fitosociológicas presididas por *Poa bulbosa* tienen una composición florística determinada, coexistiendo especies propias de la clase *Poetea bulbosae* junto a otras especies no propias de estos majadales. Un majadal en buen estado debe tener un predominio de especies propias de la clase *Poetea bulbosae* con elevados índices de abundancia-dominancia. En aquellos casos en los que el majadal se altera por diferentes causas como sobrepastoreo o sobrecarga ganadera, comienzan a introducirse en la comunidad especies menos palatables y bastas para el ganado, propias de clases fitosociológicas como *Stellarietea mediae* o *Artemisietea vulgaris* (Cano y Valle, 1988; Melendo *et al.*, 1997). De igual manera un majadal poco evolucionado poseerá muchas especies pertenecientes a la clase *Helianthemetea guttati*, clase que representa los pastizales terofíticos poco o

nada majadeados (Cano, 1988). Con estos datos de partida se puede conocer el estado actual de los pastos y sirve de base para realizar futuras propuestas de actuación.

El objetivo de este trabajo, iniciado en el sector occidental del valle de Alcuía, es evaluar la extensión y naturalidad de los majadales del territorio, basándonos en su composición florística y en los índices de abundancia de cada uno de los taxones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se han utilizado los datos obtenidos a partir del levantamiento de 17 muestreos mediante la metodología fitosociológica (Braun-Blanquet, 1928) de comunidades de majadal presentes en el sector occidental del valle de Alcuía durante las primaveras de los años 2000 y 2001.

Para elaborar los porcentajes que se detallan en las figuras 1 y 2, se han tomado los valores de abundancia de cada especie (de + a 5) presente en las tablas fitosociológicas de cada una de las dos asociaciones (Tablas 1 y 2), y se han transformado cada uno de estos valores en el valor de la media de los porcentajes que representan los índices de abundancia de Braun-Blanquet (*op. cit.*).

Los taxones se determinaron con las obras: *Flora ibérica* (Castroviejo *et al.* (eds.) 1986-2000) y *Flora Europaea* (Tutin *et al.* (eds.) 1964-80). Para la adscripción sintaxonómica de las especies vegetales hemos utilizado obras bibliográficas de territorios geográficamente próximos y con características similares (Melendo, 1998; Cano, *op. cit.*), aparte de nuestras propias observaciones de campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las comunidades detectadas y analizadas, pertenecientes a la clase *Poetea bulbosae*, son: *Poo bulbosae-Trifolietum subterranei* y *Poo bulbosae-Onobrychidetum eriophorae*. Como se aprecia en las Figuras 1 y 2, los majadales de *Poo-Trifolietum subterranei* y *Poo-Onobrychidetum* presentan un alto porcentaje de elementos pertenecientes a la clase *Stellarietea*, esta clase engloba pastizales-herbazales con apetencias subnitrófilas y nitrófilas, viarias, y la componen un elenco de especies bastas para el consumo del ganado y con pocas aptitudes y rendimientos ganaderos.

En su estado óptimo, estas comunidades de la clase *Poetea bulbosae* deberían estar dominadas por plantas de la propia clase, en las figuras 1 y 2 vemos que estos elementos propios apenas superan el 36 % del conjunto de la comunidad de *Poo-Trifolietum* y no llegan a esa cifra en el caso de *Poo-Onobrychidetum*. En cambio las plantas de la clase *Stellarietea mediae* están casi en igual proporción que las propias de majadal.

Esta introgresión de especies subnitrófilas y nitrófilas en las comunidades de *Poetea* supone un claro y neto descenso del valor pascícola de los majadales, ya que las especies de la clase *Stellarietea* son más bastas en cuanto a palatabilidad para el animal y no poseen las cualidades óptimas para el pastoreo ovino, además no todas estas especies de *Stellarietea* son consumidas por el ganado, como ocurre con la gramínea *Stipa capensis*.

Otro valor a destacar en ambas gráficas es la correspondiente al porcentaje de especies de la clase *Helianthemetea*. Este elevado número de especies terofíticas pioneras indican que se ha producido un tránsito rápido en la dinámica de estas formaciones (Rivas Goday, 1964).

El alto porcentaje de especies de *Stipo-Agrostietea*, sólo en la tabla 1 de *Poo-Trifolietum*, es también destacable. Las especies de *Stipo-Agrostietea* se adaptan mejor a biotopos con suelos profundos, y este factor edáfico no se cumple en el caso de *Poo-Onobrychidetum* ya que suele ocupar suelos esqueléticos (Rivas Goday, 1964). Este factor concreto, y el que *Poo-Onobrychidetum* se localice en biotopos más viarios y ruderalizados que las formaciones de *Poo-Trifolietum*, explica también el alto porcentaje de plantas pertenecientes a la clase *Polygono-Poetea annuae*.

Figura 1: Porcentaje de elementos presentes en los majadales de *Poo bulbosae-Trifolietum subterranei*, según abundancia.

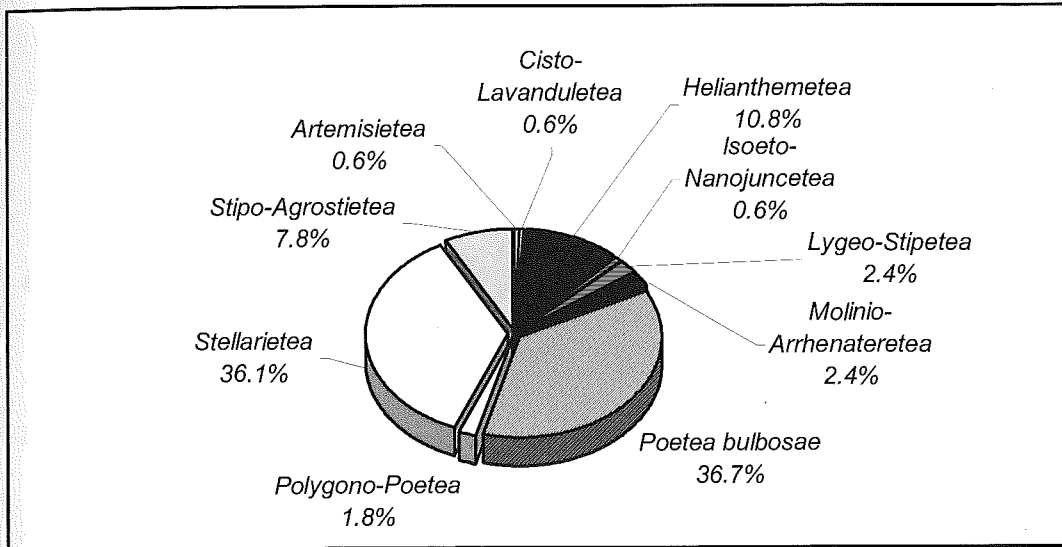


Figura 2: Porcentaje de elementos presentes en los majadales de *Poo-Onobrychidetum eriophorae*, según abundancia.

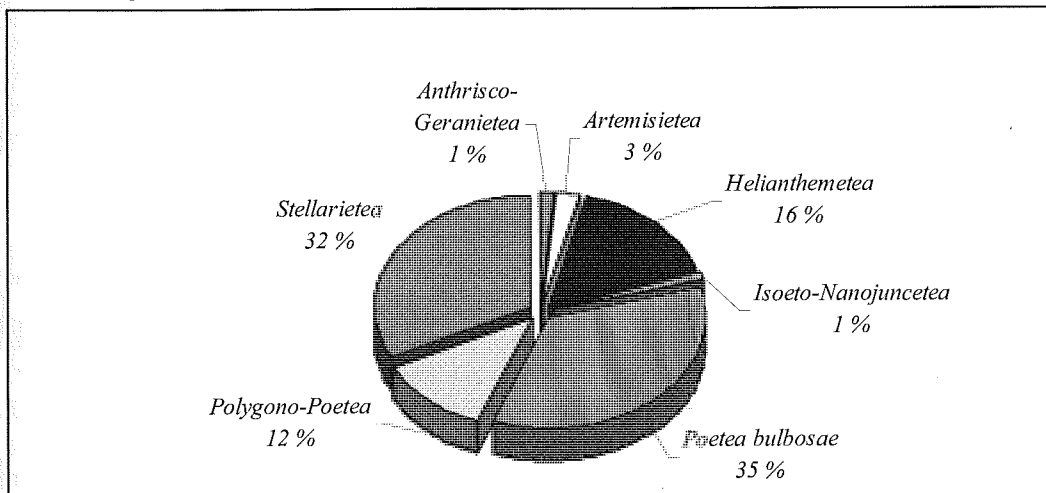


Tabla 1: Tabla fitosociológica de la asociación *Poo bulbosae-Trifolietum subterranei*.

Número de inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Altitud (1=10 m)	58	58	58	58	50	49	49	60	60	59	59	57
Área (m ²)	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1
Inclinación (%)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cobertura (%)	75	90	60	70	75	70	60	70	90	60	90	40
Orientación	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Número de especies	7	4	4	5	9	3	7	9	6	7	9	7
Características de asociación y unidades superiores:												
<i>Poa bulbosa</i>	3	1	2	2	2	3	3	3	2	3	4	+
<i>Trifolium subterraneum</i>	.	3	.	.	.	.	.	2	.	.	2	.
Compañeras:												
<i>Diplotaxis catholica</i>	+	.	1	3	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Molinieriella minuta</i> subsp. <i>minuta</i>	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erodium moschatum</i>	+	.	.	3	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Romulea ramiflora</i>	2	+	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.
<i>Evax pygmaea</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaemelum fuscum</i>	.	3	2	.	1	.	2	.	.	.	.	.
<i>Plantago coronopus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ranunculus paludosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cerastium glomeratum</i>	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.
<i>Senecio vulgaris</i>	.	+	+	+	.	.	+	.	1	+	.	.
<i>Bellis annua</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	3	1	.
<i>Vulpia myuros</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3
<i>Leontodon tuberosus</i>	.	2	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Medicago arabica</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Plantago lagopus</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Calendula arvensis</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polypogon maritimus</i> subsp. <i>maritimus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium amplexicaule</i>	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.
<i>Linaria intricata</i>	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Erodium brachycarpum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	+	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	2	.	.	.
<i>Capsella rubella</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Dipcadi serotinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Spergularia rubra</i> subsp. <i>rubra</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Erodium botrys</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Chamaemelum mixtum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Leontodon longirrostris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
<i>Paronichya argentea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Eruca sativa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Silene rubella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
<i>Lamarckia aurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Avena barbata</i> subsp. <i>lusitanica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Cynara humilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Asphodelus aestivus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Euphorbia exigua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Stachys arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.

Tabla 2: Tabla fitosociológica de la asociación *Poo-Onobrychidetum eriophorae*

Número de inventario	1	2	3	4	5
Altitud (1=10 m)	46	57	40	49	45
Área (m ²)	1	1	2	1	1
Inclinación (%)	.	.	.	.	.
Cobertura (%)	60	85	70	75	50
Orientación	.	.	.	.	.
Número de especies	5	14	19	8	7
Características de asociación y unidades superiores:					
<i>Onobrychis peduncularis</i>	2	2	2	2	1
<i>Poa bulbosa</i>	2	3	1	2	+
Compañeras:					
<i>Plantago coronopus</i>	+	.	+	+	+
<i>Plantago lagopus</i>				1	1

En la actualidad los pastos de dehesa de este territorio están bastante alterados y empobrecidos en taxones propios de majadal, debiéndose actuar con celeridad disminuyendo las cargas y ordenando el pastoreo de una forma adecuada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación forma parte del proyecto CR/19/00 subvencionado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. *Fitosociología*. 2ª ed Traducción castellana 1979. 820 pp. Madrid. (España).
- CANO, E., 1988. *Vegetación Fitosociológica de la Sierra de Quintana (Sierra Morena, Jaén)*. 465 pp. Tesis Doctoral inéd. Universidad de Granada. (España).
- CANO, E.; VALLE, F., 1988. Dinámica de los pastizales en la Sierra de Andújar (Sierra Morena, Jaén). *Monografías del Instituto Pirenaico de Jaca (Homenaje a Pedro Montserrat)*, 4, 463-468.
- CASTROVIEJO, S., 1986-2000. *Flora ibérica. Vol. I-VIII*. Real Jardín Botánico C.S.I.C. Madrid. (España).
- MELENDO, M., 1998. *Cartografía y Ordenación vegetal de Sierra Morena: Parque Natural de las Sierras de Cardeña y Montoro (Córdoba)*. Tesis Doctoral inéd. 616 pp. Universidad de Jaén. Jaén. (España).
- MELENDO, M.; GARCÍA-FUENTES, A.; SALAZAR, C.; TORRES, J.A.; CANO, E.; PINTO-GOMES, C.J.; VALLE, F., 1997. Phytosociology applied to grazing-land management the western mediterranean. *Colloques Phytosociologiques*, 27, 951-970. Bailleul (Francia).
- RIVAS GODAY, S., 1964. *Vegetación y flórmula de la cuenca extremeña del Guadiana*. Publ. Excma. Dip. Prov. de Badajoz. 777 pp. Badajoz. (España).
- RIVAS GODAY, S.; RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1963. *Estudio y clasificación de los pastizales españoles*. Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Madrid. (España).
- TUTIN, T.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, D.A.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M.; WEBB, D.A., (Eds.) 1964-80. *Flora Europaea*. Vol I al V. Cambridge University Press. Cambridge (Reino Unido)

AN APPROACH TO THE STUDY OF SILICICOLOUS PASTURES IN THE WESTERN AREA OF ALCUDIA VALLEY (CIUDAD REAL, SPAIN)

SUMMARY

Alcudia Valley is a large territory devoted to livestock activities (mainly sheep), where the most widespread suitable pastures for this kind of animals belong to *Poetea bulbosae* phytosociological class. The aim of this paper is to show some preliminar data on the study of these pastures developed in the western area of the valley by means of the floristic composition of communities. We have recorded a recent massive entry of nitrophytes and sub-nitrophytes species of *Stellarietea mediae* that has a negative effect, as it causes a considerable fall in the rate of palatable species for sheep, therefore decreasing the pasture quality.

Key words: Phytosociology, *Poetea bulbosae*, nitrophilous species, palatability, sheep.

CARACTERIZACIÓN DE HERBÁCEAS ACOMPAÑANTES DE LOS JARALES DE *CISTUS LADANIFER* EN EL OESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

N. CHAVES, T. BUYOLO, J. CABEZAS Y J.C. ESCUDERO

Área de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Extremadura. Avda. Elvas S/N 06071 Badajoz

RESUMEN

En este estudio se ha caracterizado la vegetación herbácea, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo de las comunidades de *Cistus ladanifer* en el Oeste de la Península Ibérica. Los resultados ponen de manifiesto una gran heterogeneidad ambiental en la que puede desarrollarse esta especie, deducida de la variabilidad en la riqueza de especies herbáceas y diversidad de las mismas contabilizados en estas comunidades. La riqueza de especies varía desde 0 a 36 individuos y la diversidad de 0 a 4,37 bits. Atendiendo a la composición florística es posible establecer un grupo de 11 especies que pueden ser catalogadas como las típicas especies herbáceas acompañantes de *Cistus ladanifer*, especies pertenecientes a las familias Asteraceae, Fabaceae, Rosaceae, Cistaceae y Poaceae.

Palabras clave: vegetación herbácea característica, diversidad específica.

INTRODUCCIÓN

Los jarales de *Cistus ladanifer* están ampliamente distribuidos por la región mediterránea, y en concreto en la Península Ibérica predominan en la mitad Occidental. Estas comunidades se presentan con frecuencia en formaciones puras ocupando a veces enormes extensiones (Martín Bolaños y López Guinea 1949), dominando en lugares de clima seco (Rivas-Martínez, 1979). La mayoría de los trabajos orientados al estudio de las comunidades de matorrales en estas regiones se han centrado en lugares puntuales y en el estudio de diversidad para cuantificar las consecuencias que las perturbaciones han ocasionado sobre su estructura (Fensham, 1995, Orellana y García-Novo, 1991, Basanta et al, 1984), pero existen pocos estudios con respecto a su caracterización florística.

Existen estudios previos de la caracterización florística de matorrales en los jarales centrados en una zona concreta de la Península Ibérica, Extremadura, (Nuñez et al, 1996). Si se consideran la variabilidad de condiciones climáticas y manejos de los sistemas en el área de distribución de los jarales, es de suponer que la heterogeneidad de la composición florística y estructura de los mismos se incrementará, por ello el objetivo de este trabajo es ampliar el estudio de estas comunidades en un gradiente Norte-Sur de la Península Ibérica, centrándose en la caracterización de herbáceas.

MATERIAL Y MÉTODOS

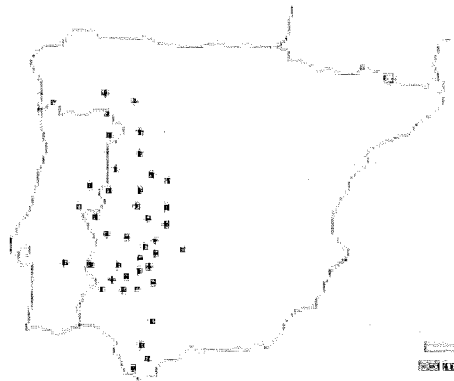
Área de estudio

Se han muestreado 40 localidades distribuidas en el Oeste de la Península Ibérica de Norte (Ourense) hasta el Sur (Cádiz). 5 de ellas se sitúan en Portugal y el resto en España. El estrato arbóreo dominante de estas comunidades incluye las especies *Quercus rotundifolia* y *Quercus suber*. La

densidad de muestreo ha sido condicionada por la abundancia de las comunidades de jarales, siendo más numerosos en la región Extremeña.

En este gradiente existen una gran variedad de condiciones ambientales, destacando las diferentes condiciones climáticas. Los datos de altitud registrados varían desde 140 a 830 m y la pendiente desde 2° a 33°. Las características climáticas registradas presentan una variación con respecto a la temperatura máxima media anual desde 24,7 a 16°C, la temperatura mínima media anual desde 11,9 a 3,5°C y las precipitaciones desde 1203,3 a 386,5 mm al año. En la Figura 1 se representa la distribución de los 40 puntos de muestreo.

Figura 1: Localización de los 40 puntos de muestreo



Muestreos

Se ha llevado a cabo la valoración cuantitativa de las especies herbáceas presentes en cada una de las comunidades seleccionadas, mediante muestreos de frecuencias.

La unidad de muestreo empleada ha consistido en un cuadrado de 50 x 50 cm, subdividido en 25 cuadrados. Se contabiliza la frecuencia de una determinada especie como el número de subcuadrados en los que aparece. Para obtener una cuantificación válida de cada una de las especies registradas, se han llevado a cabo un total de 20 muestreos en cada comunidad.

Análisis de los datos

A partir de los datos cualitativos (datos florísticos) y cuantitativos (datos de frecuencias), se han calculado la Riqueza florística y el índice de Diversidad específica. Estos índices han sido calculados:

Riqueza florística (S).- Número de especies contabilizadas en cada uno de los jarales.

Diversidad específica (H).- Calculada a partir del Índice de Shannon y Weaver(1949).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

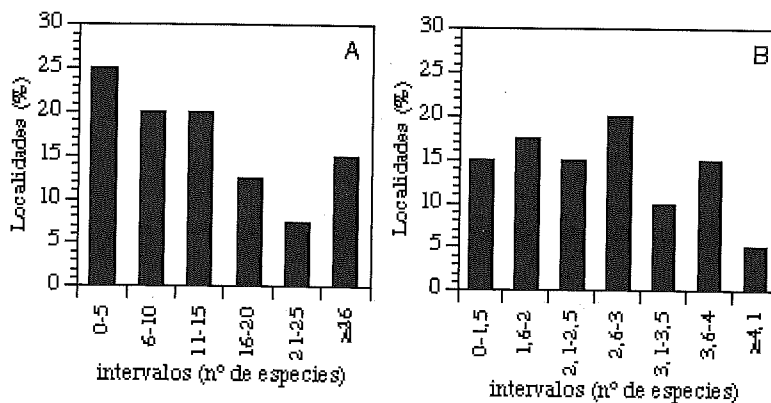
En la Figura 2 se muestran los intervalos de los valores de riqueza y diversidad de las 40 localidades estudiadas. Con respecto a la riqueza de especies calculada (Figura 2A) el intervalo en el cual se sitúan los puntos de muestreos tiene un valor mínimo de 0 sp (Caminomorisco) y un máximo de 36 spp (3,2 sp/m²) en Cheles, dominando las comunidades con intervalos de riquezas entre 0-5; 6-10 y 11-15 spp. Las localidades con valores altos de riqueza, superando las 16 spp (3,2 sp/m²), representan un porcentaje muy bajo, el 12,5% de las localidades con un intervalo entre 16-20 spp (3,2-4 sp/m²), el 7,5% con valores comprendidos entre 21-25 spp (4,2-5,4 sp/m²) y tan solo el 5% de las localidades con más de 26 spp (5,2 sp/m²).

La diversidad específica (Figura 2B) varía entre 0 bits (Caminomorisco) y 4,37 bits (Zahara de los Atunes). No existe un grupo de localidades que dominen con un determinado valor de diversidad, sino que se pueden distinguir 4 grupos, que representan el 67,5% de las localidades, con valores comprendidos entre 0 y 3 bits. Las comunidades con valores superiores a 3 bits son minoritarias, el 4 % alcanzan valores comprendidos entre 3,1-3,5 bits; el 15% entre 3,6-4 bits y superiores a 4,1 bits solamente se han registrado el 5% de las localidades.

Los valores medios de riqueza de especies y diversidad en los jarales estudiados son muy parecidos a los alcanzados en otros sistemas de matorrales estudiados por otros autores (Basanta y García Novo, 1988, Basanta et al., 1984;), destacando que los valores de riqueza máxima son más elevados en las comunidades dominados por *C. ladanifer*.

Alta diferenciación en la diversidad indica cambios en la composición de especies a lo largo de un gradiente como consecuencia de la heterogeneidad ambiental (Fox, 1994), indicando la variedad de valores de diversidad registrados en estas comunidades, la heterogeneidad de condiciones ambientales en la que es factible de desarrollarse *Cistus ladanifer*.

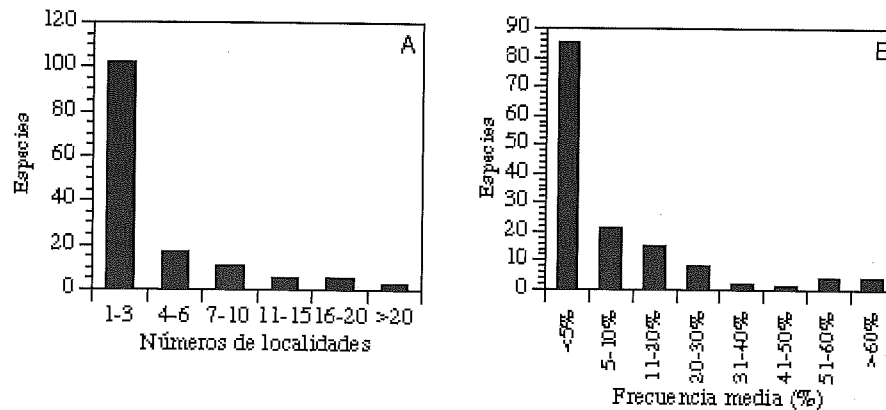
Figura 2: Intervalos de valores de riqueza (A) y diversidad específica (B) de las especies de herbáceas en las comunidades de jarales muestreadas



Con respecto a la composición de especies herbáceas en los 40 jarales muestreados se han contabilizado un total de 141. La distribución de éstas a lo largo de todo el gradiente no es en absoluto homogénea (Figura 3A). Es de destacar que el 43% de las especies contabilizadas (60 spp) pueden considerarse como especies raras, apareciendo cada una de ellas en tan solo 1 localidad. Este porcentaje aumenta hasta alcanzar un 72% (102 spp) cuando el intervalo se amplía hasta el 7,5 % de las localidades, sugiriendo estos datos que las especies raras dominan en los jarales estudiados.

Por otra parte, 11 especies (el 7,8%) son posibles localizarlas en más del 35% de los jarales. Las más extendidas son *Filago pyramidata*, *Hymenocarpos hispanicus* y *Hypochaeris glabra* presentes en el 52,5% de estas comunidades. El restos de estas 11 especies ordenadas de mayor a menor presencia son las siguientes: *Ornithopus compressus* (50%), *Lotus conimbricensis* (45%), *Vulpia myuros* y *Xolantha tuberaria* (42,5%), *Leontodon taraxacoides* (40%), y *Poa bulbosa*, *Sanguisorba minor* y *Tolpis barbata* (35%).

Figura 3: Intervalos de localidades (A) y frecuencia de aparición (B) de las especies de herbáceas en las comunidades de jarales muestreadas.



Estas especies son representantes de las familias Asteraceae (4 spp), Fabaceae (3 spp), Rosaceae (1 sp), Cistaceae (1 sp) y Poaceae (2 spp). El dominio de estas familias y en concreto, Asteraceae, Fabaceae y Poaceae en estas comunidades es concordante con estudios realizados por otros autores en ecosistemas mediterráneos (Gómez-Campo y Herranz-Sanz, 1993), donde se pone de relieve que las herbáceas dominantes son mayoritariamente anuales y miembros de estas tres familias.

El análisis de la abundancia de estas especies en la totalidad de los jarales estudiados, mediante el análisis de su frecuencia (Figura 3B), pone de manifiesto que el 60% de ellas (85 individuos) están representados con una frecuencia menor del 5%. Estas especies con pocos individuos, coinciden con las que han sido localizadas en menos de tres localidades, lo que apoya que son raras no solamente en su distribución, sino también en su abundancia. Por otra parte, las especies con frecuencias mayores del 30%, solamente representan el 7,8% (11 individuos) de las mismas. Estas son las siguientes: *Vulpia myuros* (93% de frecuencia), *Filago pyramidata* (72,2%), *Xolantha tuberaria* y *Poa bulbosa* (70%), *Hymenocarpus hispanicus* (59%), *Asterolinon linum-stellatum* (55,4%), *Ornithopus compressus* (53%), *Lotus conimbricensis* (51%), *Hypochaeris glabra* (49%), *Leontodon taraxacoides* (35,6%), y *Tolpis barbata* (33%). De estas 11 especies, 10 de ellas coinciden con las que están mayoritariamente representadas en los jarales, únicamente *Sanguisorba minor* que ha sido contabilizada en más del 35% de las localidades, su abundancia no es muy alta, representada con tan solo el 13% de frecuencia. Por el contrario, *Asterolinon linum-stellatum*, aparece con abundancia bastante elevada, aunque está representada solamente en el 20% de las localidades.

Es necesario destacar que además de estas 11 especies, existen otras 8, que aunque están presentes en pocos jarales, en las que aparecen son abundantes. Estas especies son: *Aphanes microcarapa* (26% de frecuencia), *Brachypodium distachy* (23%), *Galium parisiense* (29%), *Plantago afra* (25,6%), *Pulicaria odora* (30%), *Stipa capensis* (24%), *Trifolium arvense* (24%), *Trifolium cherleri* (29%).

Estos resultados manifiestan que atendiendo a la composición florística de estas comunidades, es posible establecer una preferencia en cuanto al estrato herbáceo que se desarrolla en la presencia de *Cistus ladanifer*, integrado principalmente por las 12 especies que ha sido catalogadas como las más representativas cualitativamente y que a la vez son las más abundantes.

La influencia de la luz en la distribución y abundancia de herbáceas ha sido bien documentada (Dirzo et al, 1992). Los resultados de estos autores pueden inducir a pensar que la luz puede ser determinante en la heterogeneidad de la distribución y abundancia de las herbáceas muestreadas en estas comunidades. Pero la falta de relación entre la cobertura de *Cistus ladanifer* (estimada como

factor que puede limitar la entrada de la luz al estrato herbáceo) y riqueza de especies ($r=0,05$), induce a pensar que la luz no es un factor, en este caso, que determina la composición de las especies herbáceas. Luego la heterogeneidad del hábitat como consecuencia de las condiciones climáticas y nutrientes deben ser mucho más determinantes en la composición de dichas especies.

CONCLUSIONES

La caracterización florística de herbáceas de las comunidades de jarales estudiadas pone de manifiesto que es posible detectar diferente composición de especies en estas comunidades. Está claro que la distribución de los jarales es heterogéneo, provocando diferencia en la composición de especies, valores de riqueza y diversidad de las mismas.

Del análisis de los datos se destaca que es posible establecer las especies que preferentemente se van a establecer en los jarales, tanto en abundancia como en distribución, pudiendo considerarlas como las típicas de estos matorrales. Estas especies pertenecen a la familia de las Asteraceae, Fabaceae y Poaceae y son las siguientes:

Asterolinon linum-stellatum, *Filago pyramidata*, *Hymenocarpus hispanicus*, *Hypochaeris glabra*, *Leontodon taraxacoides*, *Lotus conimbricensis*, *Ornithopus compressus*, *Poa bulbosa*, *Sanguisorba minor*, *Tolpis barbata*, *Vulpia myuros*, *Xolantha tuberaria*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASANTA, A.; GARCÍA-NOVO, F., 1988. Estructura y diversidad en matorrales seriales mediterráneos. *Studia Oecológica*, **5**, 119-136.
- BASANTA, A.; GARCÍA-NOVO, F.; CABANEIRO, A., 1984. Estructura del matorral mediterráneo en Sierra Morena (S-E España) y su relación con gradientes ambientales. *Anales de Edafología y Agrobiología*, **43**, 1-8.
- DIRZO, R.; HORVITZ, C.; QUEVEDO, H.; LOPEZ, M. A. 1992. The effects of gap size and age on the understorey herb community of a tropical Mexican rain forest. *J.Ecol.*, **80**, 809-822.
- FENSHAM, R. J., 1995. Floristics and environmental relations of inland dry rainforests in north Queensland. *Journal of Biogeography*, **22**, 1047-1063.
- FOX, M.D., 1994. Australian mediterranean vegetation: intra-and intercontinental comparisons, En: *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystem in Chile, California and Australia*. 137-159. M.T.K ARROYO, M.D. FOX, P.H ZEDLER, (eds). Springer-Verlag.
- GÓMEZ-CAMPO C., HERRANZ-SANZ, J.M. 1993. Conservation of Iberian endemic plants: the botanical reserve of La Encantada (Villarrobello, Albacete, Spain). *Biol. Conserv.*, **64**, 155-160.
- MARTÍN BOLAÑOS, M., LÓPEZ-GUINEA, E., 1949. *Jarales y jaras (Cistografía hispánica)*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid. (España).
- NUÑEZ, E., MARTÍNEZ-ABAIGAR, J., ESCUDERO, J.C., GARCÍA NOVO, F. 1996. A comparative study of *Cistus ladanifer* shrublands in Extremadura (CW Spain) on the basis of woody species composition and cover. *Vegetatio*, **117**, 123-135.
- ORELLANA ROGER, GARCÍA-NOVO, F., 1991. Influencia del fuego en la diversidad de la vegetación y los bancos de semillas del suelo. *Diversidad Biológica*, 227-230.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., 1987. *Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España*. I.C.O.N.A. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 268pp. Madrid. (España).
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1979. Brezales y Jarales de Europa Occidental (Revisión fitosociológica de las clases Calluna-Ulicetea y Cistus-Lavanduletea). *Lazaroa*, **1**, 5-127.
- SHANNON, C.E., WEAVER, W., 1949. The mathematical theory of communication.

**CHARACTERITATION OF THE HERBACEOUS VEGETATION ACCOMPANYING OF
Cistus ladanifer IN THE WEST OF THE IBERIAN PENINSULA**

SUMMARY

We characterized qualitatively and quantitatively the herbaceous vegetation of *Cistus ladanifer* communities in the west of the Iberian Pensinsula. The results show a great degree of environmental heterogeneity in which this species is able to thrive, as deduced from the variability in the calculated richness and diversity of herb species in the communities. The species richness varied from 0 to 36 individuals, and the diversity from 0 to 4.37 bits. With regard to the floristic composition, it was possible to establish a group of 11 species belonging to the families Asteraceae, Fabaceae, Rosaceae, Cistaceae y Poaceae, that could be characterized as typical herbs accompanying of *Cistus ladanifer*.

Key words: typical herbaceous, diversity.

INFLUENCIA DEL PASTOREO EN LA COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN A LO LARGO DE UN GRADIENTE CLIMÁTICO

F. DE BELLO¹, T. TORRIGIANI³ Y M.T. SEBASTIA¹²

¹Área de Ecología vegetal y Botánica Forestal. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Pujada del Seminari s/n. 25280 Solsona. ²Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. Universitat de Lleida-ETSEA. Avinguda Rovira Roure 181. 25198 Lleida. ³Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agroforestale. Università di Firenze. Piazzale delle Cascine 18. 50100 Firenze.

RESUMEN

Se evaluó la respuesta de comunidades arbustivas mediterráneas frente a cambios de uso del suelo y climáticos. Para ello, se establecieron 12 parcelas en 3 localidades a lo largo de un gradiente climático y se consideraron distintas presiones cargas ovinas. Se utilizaron técnicas de análisis multivariante (DCA y CCA) para analizar los resultados. Los efectos del pastoreo parecen depender de la climatología de la localidad, siendo más acusados en las zonas más secas. Las especies herbáceas y de pequeño tamaño se vieron favorecidas en las zonas con mayor presión de pastoreo.

Palabras clave: pastoreo, gradiente climático, DCA, CCA, cambio de uso del suelo.

INTRODUCCIÓN

En muchas zonas áridas y semiáridas de la cuenca del Mediterráneo estamos asistiendo a un progresivo cambio de usos del suelo. La intensificación de los usos agrícola y ganadero han dado lugar a roturaciones masivas y sobrepastoreo de los montes (Suárez et al., 1992). En los Monegros, así como en la Plana de Lleida, las zonas incultas se pueden encontrar sobrepastoreadas en invierno y primavera, como consecuencia del laboreo y la siembra de las tierras de cultivo, lo que contribuye de forma importante a la degradación de la flora y a la desnudez del suelo (Delgado et al., 1995). Por otro lado la profesión del pastor tiende a desaparecer por abandono o jubilación (Delgado et al., 1997), induciendo en los montes una proliferación de especies arbustivas a causa de una menor carga o del total abandono. Esto lleva a un acumulo de masa combustible y posiblemente a una disminución de las especies ligadas a zonas pastoreadas. En el presente estudio se considera cómo estos distintos fenómenos pueden afectar la composición de las comunidades vegetales, bajo distintas condiciones climáticas. El análisis de la composición de las comunidades vegetales, así como la identificación de especies relacionadas con distintas carga ovina y con zonas de creciente estrés hídrico, constituye una etapa previa a la consideración de la sostenibilidad de los sistemas pastoreados analizados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se eligieron 3 estaciones a lo largo de un gradiente climático con creciente estrés hídrico. El primer sitio es una zona alrededor del Monte Efesa, 20 km al norte de Caspe (Monegros-Huesca). El segundo está localizado alrededor de Castellans (Garrigues-Lleida) y el tercero cerca de Vilamajor (Noguera-Lleida). Para confirmar la existencia de un gradiente de humedad entre las tres localidades se analizaron 3 índices: a) la precipitación media anual b) el déficit hídrico anual y c) la

evapotranspiración potencial media anual (según Thornthwaite). Las informaciones se han obtenido a partir de los datos de l'Atlas Climàtic de Catalunya (www.gencat.es/mediamb/sig/sig.htm) y de la Confederación hidrográfica del Ebro (www.oph.chebro.es).

En cada localidad se han buscado zonas con distintas cargas de pastoreo de ovejas: a) vertientes de zonas arbustivas abandonadas desde más de 5 años, b) visitadas pocas veces en un año y c) con alta carga animal. La determinación de las cargas en cada zona se efectuó a partir de entrevistas a los ganaderos, a los técnicos de la administración catalana y aragonesa, y a través del conteo del número de excrementos. Para cada situación se establecieron 4 parcelas (2 en solanas y 2 en umbrías) con pendiente entre 15° y 35°, dando un total de 36 parcelas (3 sitios X 2 orientaciones X 3 cargas X 2 réplicas).

Una vez identificada una mancha de vegetación homogénea para cada situación se procedió a la ubicación de la parcela en el medio de dicha mancha y a media altura de la vertiente considerada. Para este estudio se utilizaron parcelas de 10 x 10 m subdivididas a su vez en 100 cuadrados de 1 m² en los cuales se anotaron la presencia de todas las especies vasculares, incluyéndose todas las plantas cuya proyección vertical caía en el cuadrado. Se obtuvo así una medida de la frecuencia de cada especie en porcentaje. La identificación de las especies recogidas está basada en la nomenclatura de la Flora Manual dels Països Catalans de Bolòs et al. (1993). Para Vilamajor, se pudo confrontar las especies encontradas con las encontradas por Conesa (2001).

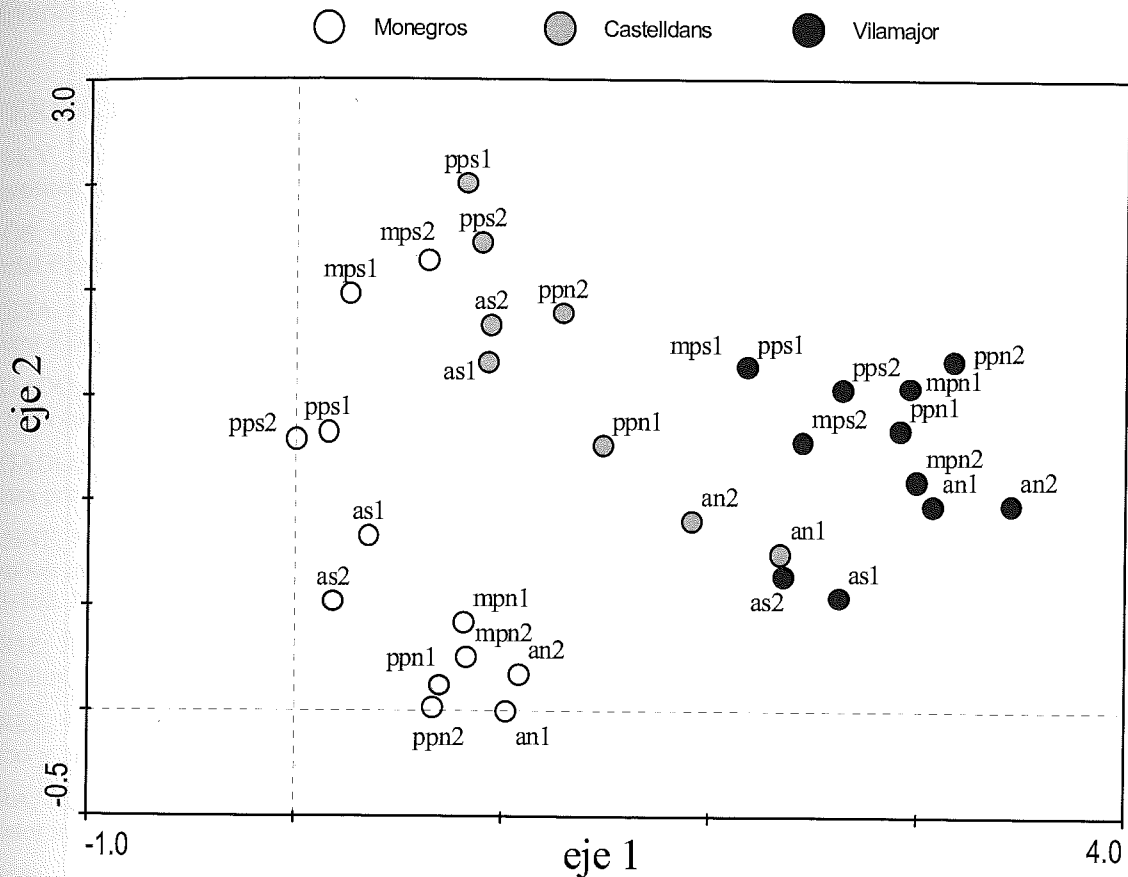
Para la identificación de las distintas comunidades vegetales y de los factores que determinan la composición florística se realizó un DCA (Detrended Correspondence Analysis) con carácter exploratorio teniendo en cuenta las distintas parcelas establecidas. Para la caracterización de las especies más correlacionadas con el gradiente climático y de pastoreo, se aplicó un CCA (Canonical Correspondence Analysis). Para los análisis multivariantes se utilizaron los programas Canoco 4.0 y Candraw 4.0 para Windows.

RESULTADOS

El conjunto de las parcelas estudiadas se distribuyó principalmente según un gradiente de humedad y un gradiente de pastoreo (respectivamente: eje 1 y 2 de la Figura 1). Las parcelas de las umbrías de las solanas de las solanas sobre al gradiente de humedad, ocupando una posición sobre el mismo muy parecida a la de las solanas del sitio siguiente, definiendo una gradiente continuo entre las tres localidades. Respecto al gradiente de carga animal, se apreció una respuesta más marcada en los dos sitios más secos. Dicha respuesta estaba condicionada por la orientación, siendo mayor en las solanas. En Vilamajor, por el contrario, se notó una mayor homogeneidad entre las parcelas con la sola distinción entre el grupo de parcelas abandonadas y de las pastoreadas. Las parcelas de umbrías en Monegros estaban todas dominadas por *Pinus halepensis* lo cual determinó una clara homogeneidad de las comunidades.

En la Figura 2, se pueden observar las especies que muestran una mayor correlación con la carga ovina en las comunidades vegetales arbustivas consideradas y a lo largo del gradiente de humedad. Por ejemplo, *Rhamnus alaternus*, *Bupleurum fruticosum* y *Cistus clusii* se encuentran principalmente en zonas abandonadas, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus* y *Genista scorpius* en zonas poco pastoreadas, *Thymus vulgaris* y *Rosmarinus officinalis* en zonas medianamente pastoreadas y *Artemisia herba-alba* y *Plantago albicans* en zonas muy pastoreadas. Se pudo apreciar una predominancia de plantas herbáceas y/o de plantas de tamaño reducido, entre las especies de zonas muy pastoreadas.

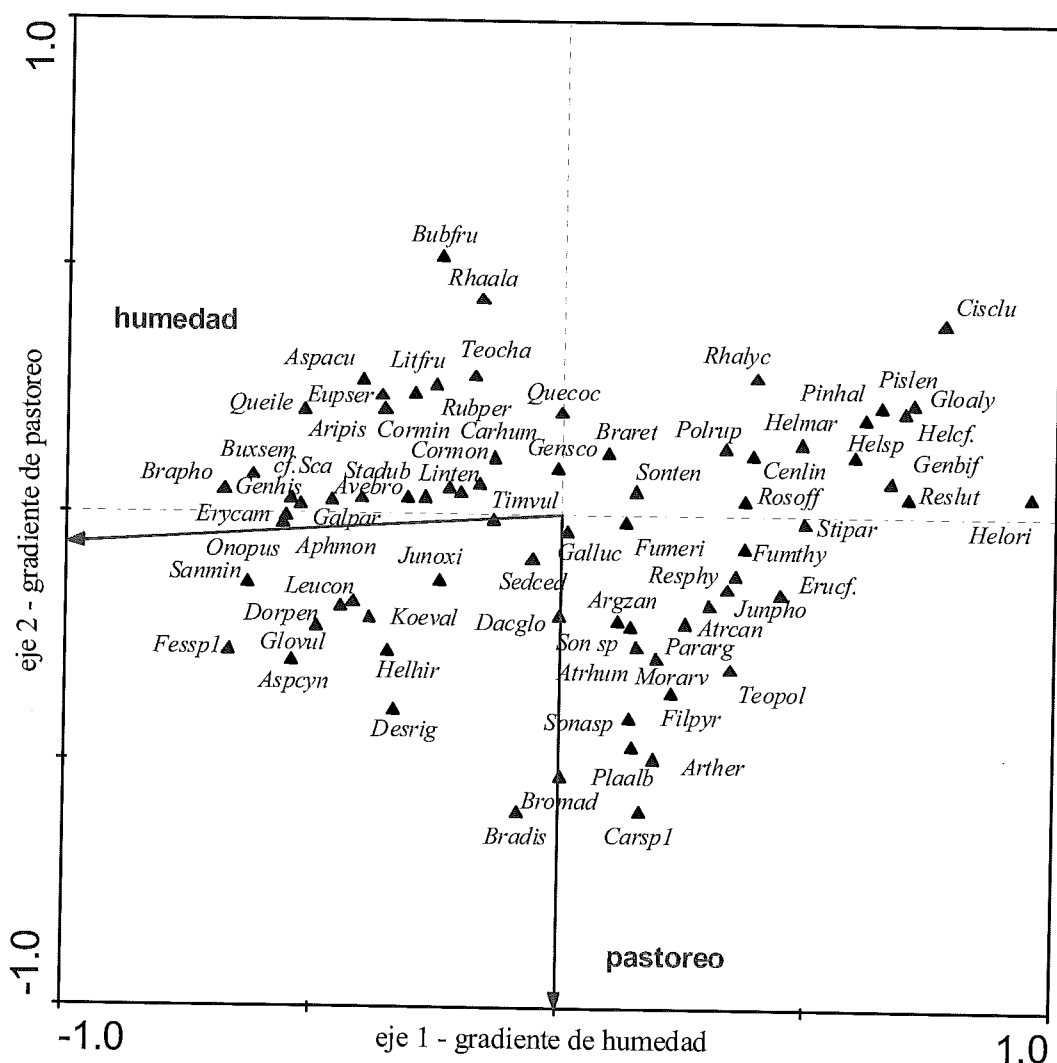
Figura 1: DCA de las parcelas estudiadas divididas por localidades (mp = muy pastoreadas, pp = poco pastoreadas, a = abandonadas; n= norte s = sur; 1-2 = réplicas). En este análisis no se consideraron las 4 parcelas muy pastoreadas de Castellldans, puesto que la carga animal muy elevada las alejaba demasiado de las otra parcelas.



DISCUSIÓN

El mayor efecto del pastoreo en las localidades mas secas puede ser debido a la mayor escasez de alimentos. En zonas mas secas, además, la acción de destrucción de la vegetación por parte del pastoreo determina una mayor escasez hídrica a causa de la mayor cantidad de recursos lumínicos que pueden llegar al suelo (Wilson y Tilman, 1993; Belsky, 1994). Esto estaría también relacionado con la mayor respuesta observada en las solanas. Por lo tanto el pastoreo, impidiendo la regeneración o una mayor frecuencia de plantas de mayor tamaño, puede agravar las condiciones de sequía en las zonas donde el recurso hídrico es ya más limitante (Vieira et al, 1994; Etienne et al, 1996). Muchas especies herbáceas se encuentran sobretodo en lugares donde los arbustos han sido pastoreados y donde la fertilidad del suelo ha sido incrementada por la acción del ganado (Muñoz et al, 1999).

Figura 2: CCA de las especies más correlacionadas con el gradiente de humedad (primer eje) y la presión ganadera (segundo eje).



CONCLUSIONES

Las técnicas multivariantes permiten investigar los factores que determinan distintas comunidades vegetales. Incluyendo en el análisis las variables explicativas, esta herramienta permite un contraste de hipótesis, como por ejemplo la identificación de especies correlacionadas con el pastoreo y con un gradiente de humedad. Los efectos del pastoreo parecen depender de la climatología de la localidad, siendo más acusados en las zonas más secas. La zona menos seca parece ser más estable frente a estos cambios. Las especies herbáceas y de pequeño tamaño se vieron favorecidas en las zonas con mayor presión de pastoreo.

AGRADECIMIENTOS

Al Centre Tecnològic Forestal de Catalunya como patrocinador de su programa de formación de investigadores. A la Provincia y la Universidad de Nuoro (Sardegna-Italia) por la beca Doctoral concedida. A los Profesores Josep Antoni Conesa i Mor y Josep M. Ninot por la indispensable ayuda en el reconocimiento de las plantas. Al Prof. Jan Leps por las sugerencias sobre el análisis multivariante. A Cristian Dal Zennaro y Eva Gabriel por su ayuda con el trabajo de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELSKY, A.J., 1994. influence of trees on savanna productivity: test of shade, nutrients, and tree-grass competition. *Ecology*, **75**, 922-932.
- BOLÒS, O. De ; VIGO, J.; MASALLES R.M.; NINOT, J.M., 1993. *Flora manual dels Països Catalans*. Editorial Pòrtic, S.A, 1240 pp., Barcelona. (España).
- CONESA, J.A., 2001. *Flora i vegetació de les serres marginals prepirinenques compreses entre els rius Segre i Noguera Ribagorçana*. Institut d'estudi llerdencs i Edicions de la Universitat de Lleida, 791 pp., Lleida. (España).
- DELGADO, A.; ALBIOL, A.; OCHOA M.J.; MUÑOZ F., 1997. Encuesta a pastores sobre valoración forrajera de la flora autóctona en Monegros. ITEA vol extra, **18**, Tomo I, 245-247
- DELGADO, I.; OCHOA, M.J.; ALBIOL, A.; LUNA, L.; MUÑOZ, M., 1995. Descripción y evaluación de la fitomasa presente en área no cultivadas de la comarca de Monegros. *Pastos*, **25 (1)**, 87-97.
- ETIENNE, M.; DERZKO, M.; IGOLOT, E., 1996, Browse impact in silvopastoral systems participating in fire prevention in the French Mediterranean. En: *Western European silvopastoral system*. Ed. M. ETIENNE. INRA ed, 93-102. Paris (France).
- MUÑOZ, F.; ANDUEZA, J.D.; DELGADO, I.; OCHOA, M.J., 1999. Chemical composition and in vitro digestibility of herbaceous autochthonous plants in a semi-arid region of Spain. *Option mediterr.*, **39**, 75-77.
- SUAREZ, F.; SAINZ, H.; SANTOS, T.; GONZALEZ, F., 1992. *Las estepas ibéricas*. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 160 pp. Madrid. (España).
- VIEIRA, I.C.G.; UHL, C.; NEPSTAD, D., 1994. the role of shrub *Cordia multispicata* Cham. As succession facilitator in abandoned pasture. *Vegetatio*, **115**, 91-99.
- WILSON, S.D.; TILMAN, D., 1993. Plant competition in relation to disturbance, fertility and resource availability. *Ecology*, **74(4)**, 599-611.

GRAZING INFLUENCE ON VEGETATION COMPOSITION ALONG A CLIMATIC GRADIENT

SUMMARY

This study aims to evaluate the response of shrub land communities toward land use and climatic changes. For this purpose we established 12 plots in 3 sites along a climatic gradient and considered different sheep grazing pressures. Multivariate analysis (DCA and CCA) was used for this study. The grazing effect seem to be dependant of the climatic conditions, being more evident in the drier zones. Herbaceous and small plants were linked to zones with higher grazing pressure.

Key words: grazing, climatic gradient, DCA, CCA, land use changes.

DINÁMICA SUCESIONAL DE LAS COMUNIDADES VEGETALES CON INTERÉS PASCÍCOLA EN EL VALLE DE ALCUDIA (CIUDAD REAL, ESPAÑA)

A. GARCÍA FUENTES, J.A. TORRES, J.J. LARA Y E. CANO

Departamento de Biología Animal, B. Vegetal y Ecología. Área de Botánica. Facultad de Ciencias
Experimentales. Universidad de Jaén. E-23071 Jaén (España). E-mail: agarcia@ujaen.es

RESUMEN

Habiéndose realizado durante los años 2000 y 2001 una campaña de herborización y muestreos fitosociológicos de los pastizales presentes en el sector occidental del Valle de Alcudia (Ciudad Real), presentamos en este trabajo un elenco de las fitocenosis pascícolas detectadas en el territorio. Se ha elaborado una tabla donde se establecen las relaciones dinámicas entre todas estas asociaciones, en función de las observaciones de la composición florística de estas fitocenosis y de las observaciones de campo; en esta tabla también se exponen las posibles relaciones ecológicas existentes entre las diferentes asociaciones.

Palabras clave: fitocenosis, Fitosociología, Pascología, Castilla-La Mancha.

INTRODUCCIÓN

El estudio fitosociológico permite conocer las formaciones pascícolas desde el punto de vista florístico, analizando los taxones que las componen, y desde el punto de vista de la sindinámica de las mismas; permitiendo estudiar las posibles interrelaciones ecológicas entre las distintas asociaciones vegetales. Los estudios que venimos realizando en el Valle de Alcudia nos aportan una serie de datos iniciales válidos para establecer una correlación dinámica con las observaciones realizadas en campo, a falta de realizar diferentes análisis edáficos y ambientales más precisos. El conocimiento de estas relaciones ecológicas entre asociaciones nos permitirá poder gestionar y manejar adecuadamente los diferentes ecosistemas pascícolas en función de los intereses del ganadero.

El objetivo de este trabajo es, en primer lugar, poner de manifiesto las formaciones pascícolas de interés que hay en el territorio de estudio; una vez precisadas estas formaciones, pretendemos elaborar una hipótesis de partida sobre las posibles relaciones ecológicas y dinámicas entre estas asociaciones vegetales, de tal forma que sienten las bases para una futura ordenación pascícola en la zona de estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El Valle de Alcudia está situado en el suroeste de la provincia de Ciudad Real. El territorio queda delimitado hacia el sur por la Sierra del Pajonal y Sierra de los Bonales y al norte por la Sierra de la Cerrata y la Sierra de Alcudia. La red hidrográfica de la zona de estudio está representada principalmente por el río Alcudia, que discurre siguiendo una ruta de este a oeste y desembocando en

el río Valdeazogues. Ambos cursos de agua forman parte de la Cuenca Hidrográfica del Guadiana. Los materiales geológicos predominantes según la hoja número 60 de Villanueva de la Serena elaborada por el IGME (1987), son pizarras cámbricas que dan lugar a diferentes suelos que se corresponden con Entisols, Inceptisols y Alfisols, según la casificación del USDA. Los suelos más frecuentes son los tipo Entisols, aunque a menudo aparecen asociados a los Inceptisols. Son suelos poco evolucionados y de escasa profundidad, que sólo poseen un horizonte de escaso espesor sobre la roca madre, poco aptos para el cultivo debido a su pobreza en materia orgánica y mineral. Este tipo de suelo da cobijo a la vegetación natural, principalmente dehesas de encinas y pastizales xerofíticos. En cuanto a la Bioclimatología, se observa en la zona de estudio la existencia de un solo termotipo que se corresponde con el mesomediterráneo. El ombrotipo, oscila entre el seco superior de Almodóvar del Campo y el subhúmedo inferior de Almadén.

Estudio fitosociológico

En el estudio de la vegetación se ha seguido la escuela fitosociológica sigmatista (Braun-Blanquet, 1928), teniendo en cuenta las modificaciones que Géhu *et* Rivas-Martínez (1981) aportaron. La sintaxonomía seguida es la publicada en la obra de Rivas-Martínez *et al.* (2001). Para cada comunidad inventariada se ha elaborado su tabla fitosociológica, con la composición florística de la comunidad y los índices de abundancia-dominancia respectivos, así como datos de pendiente, orientación, cobertura media, altitud y localidad. Estas tablas se encuentran a disposición de quien las solicite en la dirección postal y electrónica de los autores.

Una vez conocidas las asociaciones y habiendo anotado en el propio inventario fitosociológico las observaciones de campo oportunas en cuanto al biotopo en el que se desarrollan, se procedió a realizar la tabla dinámica que en este trabajo se expone.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hemos reconocido dentro del territorio estudiado 24 asociaciones y comunidades vegetales que se agrupan en 12 clases fitosociológicas (Tabla 1). La Figura 1 representa el porcentaje de asociaciones para cada clase fitosociológica. En ella se puede observar cómo el 26 por ciento de todas las asociaciones vegetales detectadas pertenecen a la clase *Stellarietea mediae*, que recoge las comunidades de clara influencia antropozoógena, en este caso ocasionadas por un sobrepastoreo o una sobrecarga ganadera más o menos intensa. Ello no quiere decir que la mayoría del territorio esté ocupado por estas asociaciones, ya que en su mayor parte éste se encuentra dominado por comunidades de la clase *Poetea bulbosae*, que acoge asociaciones presididas por la gramínea *Poa bulbosa*, las cuales son ideales para el ganado ovino que predomina en el territorio.

Las asociaciones pertenecientes a las clases *Molinio-Arrhenatheretea* y *Phragmito-Magnocaricetea* son comunidades con preferencias por suelos más profundos y con un grado de hidromorfía más o menos temporal. Estas asociaciones acogen a una serie de especies (*Trifolium spp.*, *Lotus spp.*, *Medicago spp.*) que son apetecidas por el ganado.

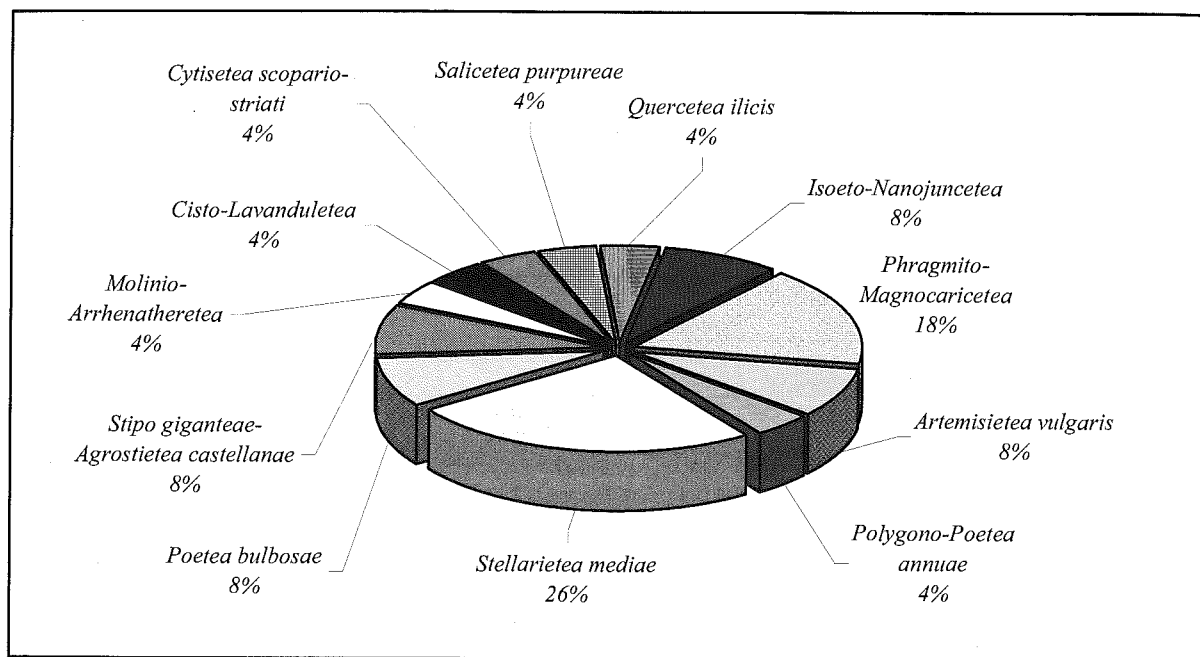
La clase *Stipo giganteae-Agrostietea* está representada por los vallicares de *Agrostis castellana*. Son pastizales de alta talla, dominados por gramíneas en su mayor parte, idóneos para ganado vacuno y que se asientan sobre biotopos silíceos con hidromorfía temporal. Dentro de esta clase presentamos una comunidad que puede ser un fragmento de los berceales del centro peninsular (*Melico-Stipetum giganteae*).

Las asociaciones de las clases *Cytisetea scopario-striati* y *Cisto-Lavanduletea* son restos del matorral de sustitución de los encinares potenciales que deberían presidir el territorio. Estas comunidades han quedado relegadas a linderos o bordes de caminos (caso de jarales de *Cisto-Lavanduletea*) o se corresponden con las formaciones de retamar (*Cytisetea scopario-striati*) respetadas por los ganaderos porque resultan buenos taxones para aportar nitrógeno al suelo y además

porque la retama sirve para que los animales se desparasiten. Los encinares de *Pyro-Quercetum rotundifoliae* (clase *Quercetea ilicis*), que representan la etapa climácica de la zona de estudio, han sido modificados y adehesados precisamente debido a la vocación ganadera del territorio.

Tabla 1.- Asociaciones presentes en el sector occidental del Valle de Alcudia.

Clase fitosociológica	Ecología de la clase	Comunidades detectadas	Principales especies pascícolas
<i>Isoeto-Nanojuncetea</i>	Comunidades terofíticas propias de suelos inundados temporalmente por agua dulce	<i>Junco pygmaei-Isoetetum velati</i>	<i>Juncus pygmaeus</i> , <i>Isoetes velata</i> .
		<i>Pulicario uliginosae-Agrostietum salmanticae</i>	<i>Agrostis salmantica</i> , <i>Pulicaria uliginosa</i> , <i>Lotus parviflorus</i>
<i>Phragmito-Magnocaricetea</i>	Hidrófitos que se desarrollan en bordes de aguas ribereñas y lacustres	<i>Typho angustifoliae-Phragmitetum australis</i>	Sin valor pascícola
		<i>Glycerio declinatae-Eleocharitetum palustris</i>	<i>Glyceria declinata</i>
		<i>Glycerio declinatae-Oenanthetum crocatae</i>	<i>Glyceria declinata</i> , <i>Apium nodiflorum</i>
		<i>Helosciadietum nodiflori</i>	<i>Apium nodiflorum</i> , <i>Nasturtium officinale</i>
<i>Artemisietea vulgaris</i>	Vegetación nitrófila e hipernitrófila vivaz asociada a acciones antropozoógenas	Comunidad de <i>Verbascum pulverulentum</i> y <i>O. illyricum</i>	Sin valor pascícola. Comunidad bioindicadora
		<i>Notobasio syriacae-Scolymetum maculati</i>	Sin valor pascícola. Comunidad bioindicadora
<i>Polygono-Poetea annuae</i>	Comunidades pioneras propias de suelos nitrificados y pisoteados	<i>Crassulo tillaeae-Saginetum apetalae</i>	<i>Trifolium suffocatum</i>
<i>Stellarietea mediae</i>	Terófitos nitrófilos y subnitrófilos, propios de medios antropozoógenos, obtenidas por abonado, quema, deforestación o exceso de pastoreo	<i>Chrysanthemo myconis-Anthemidetum fuscatae</i>	<i>Coleostephus myconis</i>
		<i>Coleostepho myconis-Galactitetum tomentosae</i>	<i>Coleostephus myconis</i> , <i>Vulpia spp.</i>
		<i>Bromo tectorum-Stipetum capensis</i>	<i>Bromus spp.</i> , <i>Stipa capensis</i>
		<i>Anacyclo radiati-Hordeetum leporini</i>	<i>Hordeum leporinum</i>
		<i>Bromo scoparii-Hordeetum leporini</i>	<i>Bromus spp.</i> , <i>Hordeum leporinum</i>
		<i>Papaveri rhoeadis-Diplotaxietum virgatae</i>	<i>Papaver rhoeas</i> , <i>Diplotaxis spp.</i>
<i>Poetea bulbosae</i>	Prados cespitosos originados por pastoreo y eliminación de parte de la vegetación climácica	<i>Poo bulbosae-Onobrychidetum eriophorae</i>	<i>Poa bulbosa</i> , <i>Onobrychis peduncularis</i>
		<i>Poo bulbosae-Trifolietum subterranei</i>	<i>Poa bulbosa</i> , <i>Trifolium subterraneum</i> , <i>Astragalus pelecinus</i>
<i>Stipo-Agrostietea castellanae</i>	Formaciones de gramíneas vivaces sobre suelos con cierta potencia	<i>Gaudinio fragilis-Agrostietum castellanae</i>	<i>Gaudinia fragilis</i> , <i>Agrostis castellana</i>
		Comunidad de <i>Melica magnolii</i>	<i>Melica magnolii</i>
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	Praderas de herbáceas y juncuales sobre suelos profundos y húmedos	<i>Trifolio resupinati-Holoschoenetum</i>	<i>Trifolium repens</i> , <i>T. resupinatum</i> , <i>T. tomentosum</i> , <i>Scirpus holoschoenus</i>
<i>Cisto-Lavanduletea</i>	Formaciones nanofanerofíticas y camefíticas xerófilas y heliófilas sobre suelos poco desarrollados	<i>Genisto hirsutae-Cistetum ladaniferi</i>	Frutos de <i>C. ladanifer</i>
<i>Cytisetea scopario-striati</i>	Formaciones de genisteas de orla de bosque	<i>Cytiso scoparii-Retametum sphaerocarphae</i>	Ramoneo de brotes tiernos de genisteas
<i>Salicetea purpureae</i>	Vegetación riparia	<i>Pyro-Securinegetum tinctoriae</i>	Sin valor pascícola
<i>Quercetea ilicis</i>	Vegetación climácica mediterránea	<i>Pyro-Quercetum rotundifoliae</i>	Ramoneo de brotes tiernos de fanerófitos y caméfitos

Figura 1: Porcentaje de comunidades por clases fitosociológicas. Valle de Alcudia (Sector Occidental)

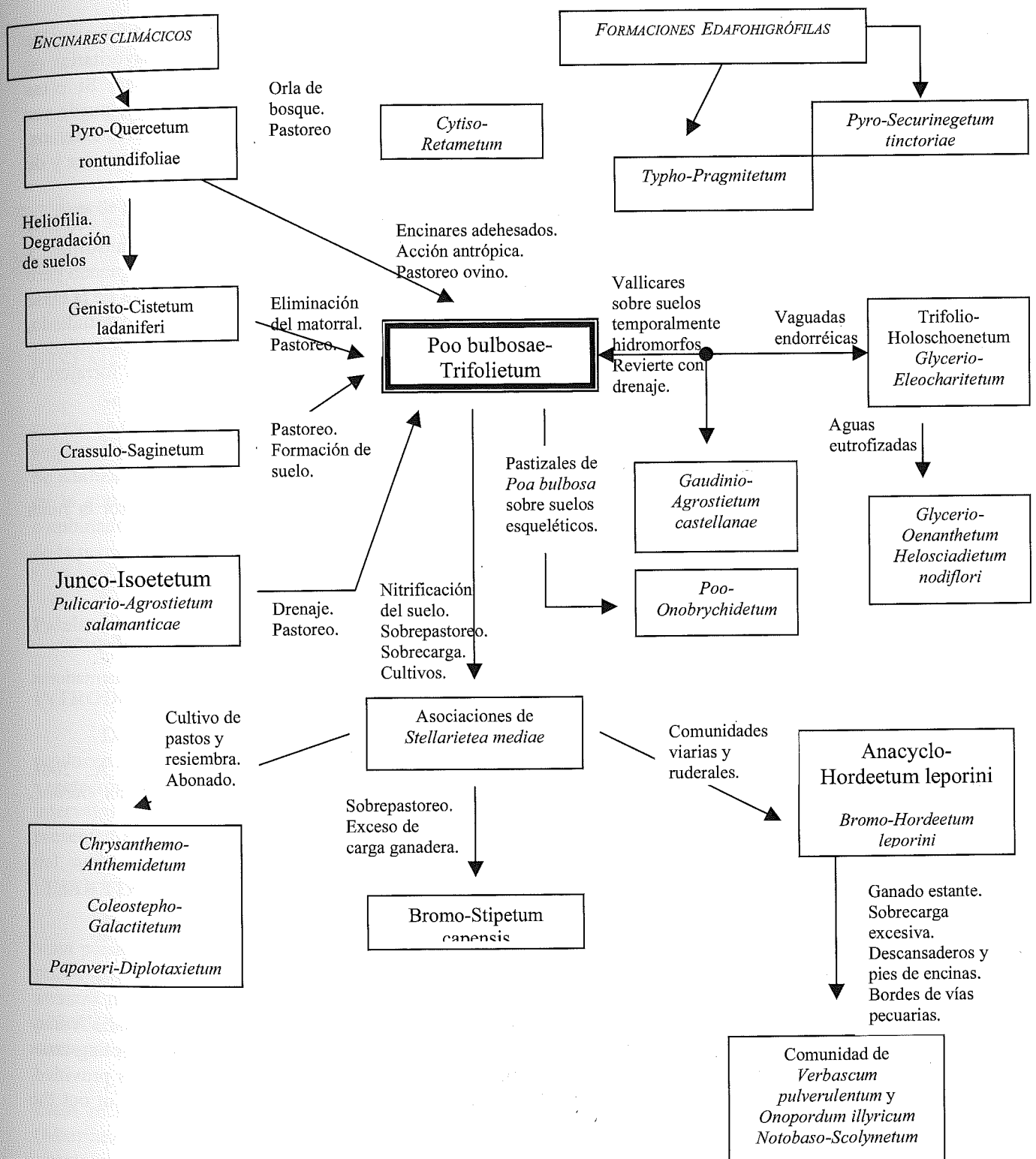
Las formaciones de tamujar, pertenecientes a la clase *Salicetea purpureae*, son abundantes en los arroyos y cauces abiertos con escasa profundidad y se encuentran presididas por *Flueggea tinctoria*. Estas formaciones carecen de valor como pasto ya que son formaciones casi monoespecíficas de matorral espinoso, con poca abundancia de herbáceas que puedan ser consumidas por el ganado.

Las charcas temporales formadas a inicios de la primavera suelen estar bordeadas de unos pastos efímeros presididos por especies de los géneros *Isoetes* y *Juncus* que poseen escaso valor como pasto (clase *Isoeto-Nanojuncetea*). Estos pastos tienen una temporalidad muy breve y rápidamente se agostan, además de tener una biomasa escasa por estar compuestos por terófitos de pequeño tamaño, no superando la altura media de la comunidad los 10 cm y poseer una cobertura media menor al 50 %.

Finalmente, la presencia de comunidades de *Artemisietea vulgaris* nos indica que en los suelos en los que está presente se han dado procesos de nitrificación excesiva, bien porque son descansaderos del ganado, zonas de tránsito continuo o porque se está produciendo un sobrepastoreo incipiente. Su presencia no es alta en el territorio, lo que nos indica que la mayor parte de la zona de estudio no está excesivamente deteriorada; no obstante, la presencia de estas formaciones presididas por especies no consumidas por el ganado y de rápida expansión (*Carduus spp.*, *Cynara spp.*, *Scolymus spp.*, *Verbascum spp.*, *Onopordum spp.*, *Silybum spp.*, etc.) constituye un hecho preocupante puesto que se trata de formaciones nada aconsejables para el ganadero.

En función de los datos ecológicos mostrados en este apartado presentamos la tabla dinámica de la Figura 2 donde se pueden observar de forma resumida las distintas relaciones ecológicas y dinámicas de las asociaciones detectadas en el territorio de estudio.

Figura 2.- Dinámica y sucesión de las asociaciones pascícolas del sector occidental del Valle de Alcudia.



CONCLUSIONES

Se han reconocido 24 fitocenosis que se encuadran en 12 clases fitosociológicas diferentes. De los estudios sindinámicos realizados se desprende que las formaciones de majadal, mayoritarias en superficie en el territorio, son el eje primordial de todas las fitocenosis pascícolas. Si estas formaciones de majadal se ven afectadas por causas exógenas de índole antropozoica, se puede ver modificada su composición florística, apareciendo otras especies en función de estos factores externos, y por consiguiente, estas fitocenosis se transforman en otras con diferente composición florística y de valor pascícola distinto.

De todas las clases fitosociológicas encontradas en el territorio, la *Stellarietea mediae* contiene el mayor número de asociaciones detectadas. Esta clase engloba a comunidades nitrófilas y subnitrófilas de medios antropizados, las cuales son ricas en especies aprovechadas por el ganado pero de palatabilidad media o baja. La mera presencia de estas asociaciones y de las formaciones de la clase *Artemisietea* indica un exceso de nitrificación del suelo en algunas fincas del territorio estudiado, posiblemente debido a una sobrecarga ganadera que favorece el desarrollo de estas comunidades, aunque no podemos confirmar este hecho hasta realizar más estudios edáficos, de oferta forrajera y carga pascícola.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación forma parte del proyecto CR/19/00 subvencionado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (Consejería de Agricultura y Medio Ambiente).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. *Fitosociología*. 2ª ed Traducción castellana 1979. 820 pp. Madrid. (España)
- GÉHU, J.M.; RIVAS-MARTINEZ, S., 1981. Notions fondamentales de Phytosociologie. Ber Internationat. Symp. IAVS, *Syntaxonomie*, 1-33. Cramer.
- IGME, 1987,. *Villanueva de la Serena, n° 60*. Madrid. (España).
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A., 2001. Sintaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itin. Geobot.*, **14**, 5-341.

SUCCESIONAL DYNAMICS OF PLANT COMMUNITIES OF PASTURABLE INTEREST IN THE ALCUDIA VALLEY (CIUDAD REAL, SPAIN)

SUMMARY

A compilation of pasture plant communities recorded in the western area of Alcudia Valley (Ciudad Real, Central Spain) has been made after herborization and phytosociological sampling tasks within 2000 and 2001. A table with the dynamic relations between all these associations is provided, after their floristic composition and field observations of the authors. Furthermore, we point out the possible ecological relations between the different phytocóenoses.

Key words: Phytocoenoses, Phytosociology, Pasciculture, Castilla-La Mancha, Spain.

DIVERSIDAD DURANTE LA SUCESIÓN EN TALUDES DE CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE SALAMANCA

R. GARAÑEDA BERMEJO¹, C. MARTÍNEZ RUIZ¹ Y B. FERNÁNDEZ SANTOS²

¹Área de Ecología. E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia. Universidad de Valladolid. Avda. Madrid 57, 34004 Palencia. E-mail: caromar@agro.uva.es. ²Área de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Salamanca. Campus Unamuno, 37007 Salamanca.

RESUMEN

Se describe la dinámica del proceso de sucesión primaria que tiene lugar en taludes de carreteras de la provincia de Salamanca. Para ello se comparan seis series sucesionales de 10 años de amplitud que difieren en litología (rocas sedimentarias, pizarras y granitos) y orientación (norte y sur). Se analizan la tendencia de la diversidad durante la sucesión y los cambios cualitativos y cuantitativos en la composición florística, así como la velocidad del proceso. Se pone de manifiesto un efecto combinado de los factores abióticos considerados (orientación y litología) sobre el patrón y velocidad de la revegetación. La revegetación es más rápida sobre sedimentos y en la orientación norte.

Palabras clave: factores abióticos, patrón de cambio, revegetación natural, velocidad.

INTRODUCCIÓN

Debido al movimiento de grandes volúmenes de tierra las obras de infraestructura vial producen importantes modelados del terreno (Arranz-González *et al.*, 1992). Conllevan destrucción de vegetación autóctona y de suelos a menudo muy fértiles, así como la creación de taludes en numerosos intervalos del trayecto. La acusada pendiente y las enormes dimensiones, que frecuentemente presentan éstos, favorecen el lavado y arrastre por escorrentía, con el consiguiente empobrecimiento del suelo y aumento considerable de las dificultades para la recuperación de la cubierta vegetal (Martínez-Ruiz *et al.*, 1996).

La revegetación de taludes de carretera presenta un indudable interés tanto desde un punto de vista paisajístico como de protección del suelo y control de erosión. Desde el punto de vista práctico, puede evitar importantes efectos negativos sobre el tráfico rodado, como los ocasionados por el arrastre del suelo por escorrentía. Pero, además, conlleva otros muchos efectos positivos como el embellecimiento general y la orientación óptica, evita deslumbramientos, rompe la monotonía, filtra la contaminación y disminuye el nivel de ruidos (Borrajo-Sebastián, 1993).

El interés por revegetar taludes de carretera choca en la mayoría de los casos con la falta de datos relativos a la colonización espontánea (Arranz-González *et al.*, 1992) y dinámica posterior (Martínez-Ruiz *et al.*, 1996; Garañeda-Bermejo, 2001). Sin embargo, el estudio de estos procesos aporta resultados de gran interés para la identificación de las especies más relevantes (Chambers *et al.*, 1984; Martínez-Ruiz, 2000; Martínez-Ruiz *et al.*, 2001); aspecto de enorme interés si se tiene en cuenta que la elección de especies puede ser la clave del éxito de la restauración.

Este estudio pretende ser una primera aproximación al análisis de taludes de carreteras desde el punto de vista de la sucesión vegetal bajo diferentes condiciones de orientación y litología, para conocer cómo afectan éstas a la velocidad y dinámica del proceso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los taludes seleccionados pertenecen a carreteras de la provincia de Salamanca construidas dentro del sector llanura, en diferente momento, sobre las tres litologías dominantes: rocas sedimentarias, pizarras y granitos, y orientados tanto al norte como al sur.

El clima es Mediterráneo Semiárido con una precipitación media anual de 400-650 mm, y una pronunciada sequía estival de unos tres meses de duración. Los suelos más representativos sobre pizarras y granitos presentan bajas posibilidades de uso agrícola, aunque generalmente son buenos para pastos; su principal limitación es el espesor, el contenido en nutrientes y la excesiva acidez (Dorrnsoro, 1992). Sobre sedimentos los suelos son generalmente de buena calidad y dan buenos resultados para determinados cultivos. La mayoría de los taludes se ubican en zonas aptas para vegetación arbórea, según el índice de Aridez de Martone, y dentro del piso Supramediterráneo Inferior Seco dentro del dominio del encinar según el índice de Termicidad (Garañeda-Bermejo, 2001).

Mediante el muestreo sincrónico de 42 taludes llevado a cabo en primavera de 1995, se construyeron seis series temporales de 10 años de amplitud, que se completaron al año siguiente repitiendo el muestreo en 10 de ellos (Tabla 1). Se intentó que los taludes seleccionados fuesen de características homogéneas excepto para los factores de variación considerados: litología, orientación y edad. En cada talud se tomaron ocho inventarios cuadrados de 50 cm de lado lanzados al azar, anotando el porcentaje de cobertura de todas las especies presentes (Martínez-Ruiz *et al.*, 2001), que fueron identificadas siguiendo *Flora Iberica* o en su defecto *Flora Europaea*.

Con los datos obtenidos se calculó la diversidad mediante el índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) y sus componentes: riqueza y uniformidad (Pielou, 1969). Los cambios en la composición florística se estimaron usando dos índices de similitud: el cualitativo de Sorensen (1948) y el cuantitativo de Motyka *et al.* (1950).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversidad y sus componentes

Para sedimentos y pizarras (Fig. 1A) se observa una tendencia creciente de la diversidad en el tiempo, con descensos ocasionales, como se admite en medios intervenidos (Puerto *et al.*, 1984). Los descensos ocasionales pueden deberse a particularidades de los taludes, entre los que se incluye la influencia del ganado, aunque no como única perturbación.

La orientación no introduce diferencias estadísticamente significativas ni en la tendencia de la diversidad con el tiempo ni en los valores obtenidos para cada edad (Garañeda-Bermejo, 2001). Los valores sobre sedimentos y pizarras son, en general, similares. Sobre granitos se parte de valores más altos que sobre sedimentos y pizarras, por lo que desciende hasta los tres años para recuperar después la tendencia ascendente, y a los nueve años alcanzar valores similares a los encontrados sobre las otras litologías.

Los altos valores de diversidad encontrados, en general, en todas las series se deben en gran medida a la elevada uniformidad (Garañeda-Bermejo, 2001), como también sucede en escombreras mineras (Martínez-Ruiz *et al.*, 2001). La riqueza, sin embargo, es la principal responsable de las fluctuaciones de la diversidad con el tiempo (Garañeda-Bermejo, 2001; Martínez-Ruiz *et al.*, 2001).

Tabla 1: Taludes seleccionados para construir las seis series sucesionales y edad.

		TALUD	EDAD (años)		
R O C A S S E D I M E N T A R I A S	NORTE	T-1	0,5	1,5	
		T-2		2	
		T-3		3	
		T-4		4	
		T-5		5	
		T-6		6	
		T-7		7	
		T-8		8	
		T-9		9	
		T-10		9	
		T-11		10	
	SUR	T-12	0,5		
		T-13	0,5	1,5	
		T-14		2	
		T-15		3	
		T-16		4	
		T-17		5	
		T-18		6	
		T-19		7	
		T-20		8	
		T-21		9	
		T-22		9	
		T-23		10	
P I Z A R R A S	NORTE	T-24	0,5	1,5	
		T-25		2	
		T-26		3	
		T-27		3	
		T-28		4	
		T-29		4 5	
	SUR	T-31	0,5	1,5	
		T-32		2	
		T-33		3	
		T-34		4	
		T-35		4 5	
		T-36		8 9	
GRANITOS	NORTE	T-37		1,5	
		T-38		2 3	
		T-39		9	
	SUR	T-40		1,5	
		T-41		2 3	
T-42		9			

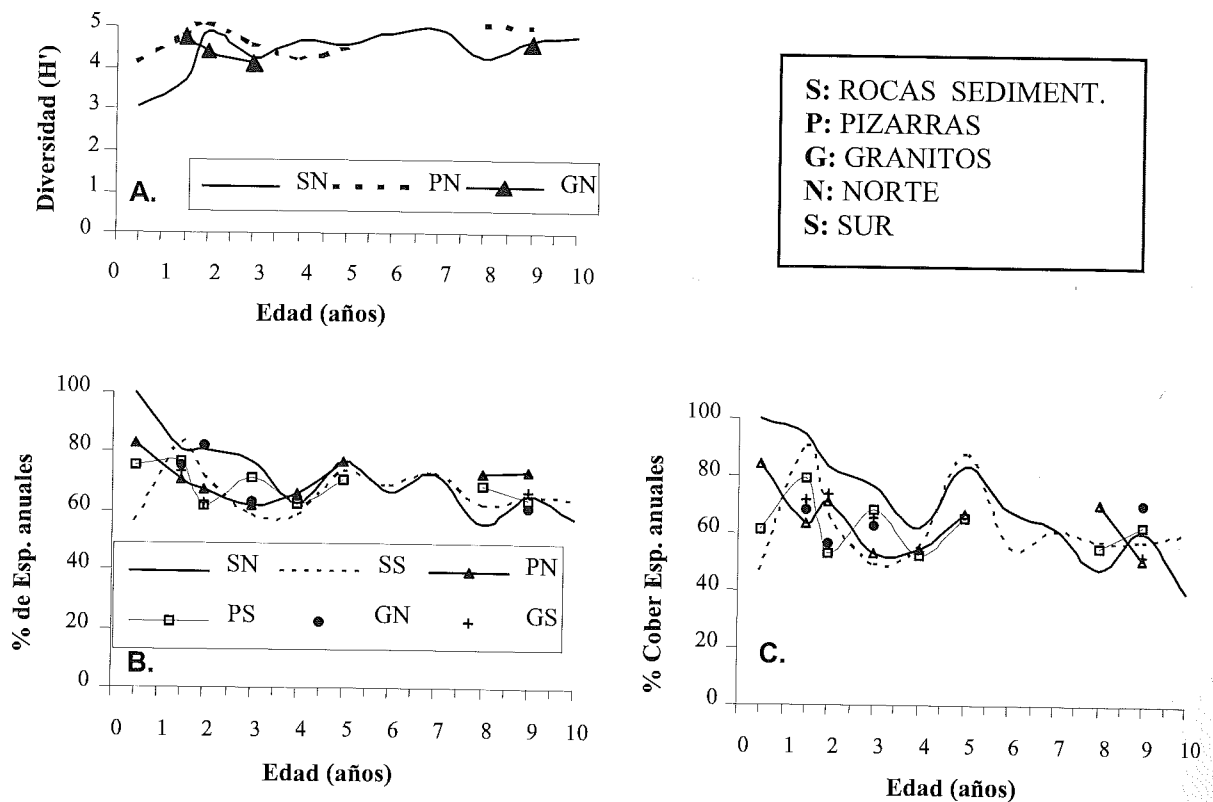
Proporción de especies anuales durante la sucesión

Se observa un predominio de las especies anuales, tanto en número de especies (Fig. 1B) como en cobertura relativa (Fig. 1C), en general en todas las edades de las series. Ello es debido, posiblemente, al dominio de las anuales en las comunidades vegetales de referencia; como también ha quedado patente en otros estudios (Puerto *et al.*, 1984; Martínez-Ruiz, 2000; Martínez-Ruiz *et al.*, 2001). Sólo en la serie sobre rocas sedimentarias norte se observa de forma clara un descenso de anuales durante la sucesión. Posiblemente, por el proceso de sucesión es más rápida en estas condiciones, permitiendo observar dicha tendencia que, sin embargo, todavía no se aprecia en el resto de las series (Puerto *et al.*, 1984; Martínez-Ruiz, 2000; Martínez-Ruiz *et al.*, 2001). Las especies leñosas cobran importancia antes en las series con peores condiciones: granito sur (Garañeda-Bermejo, 2001), como también se ha puesto de manifiesto en otros estudios de sucesión primaria (Martínez-Ruiz, 2000; Martínez-Ruiz *et al.*, 2001). Esto se debe a la mayor capacidad de éstas para establecerse y resistir bajo condiciones extremas (Guerrero y Montserrat, 1997).

Patrones de Similitud

La similitud florística aumenta entre orientaciones a lo largo de la sucesión sobre granitos (Fig. 2G) y pizarras (Fig. 2D), mientras que para rocas sedimentarias (Fig. 2A) disminuye a partir de los tres o cinco años (análisis cuantitativo y cualitativo, respectivamente). Es decir, la influencia de la orientación sobre la composición florística sólo se deja sentir sobre la última litología mencionada, en la que la mayor tasa de edafogénesis no enmascara su efecto (Martínez-Ruiz *et al.*, 2001).

Figura 1: A. Diversidad durante la sucesión en las series de orientación norte; B. y C. Proporción de anuales en especies y cobertura, respectivamente, en todas las series.



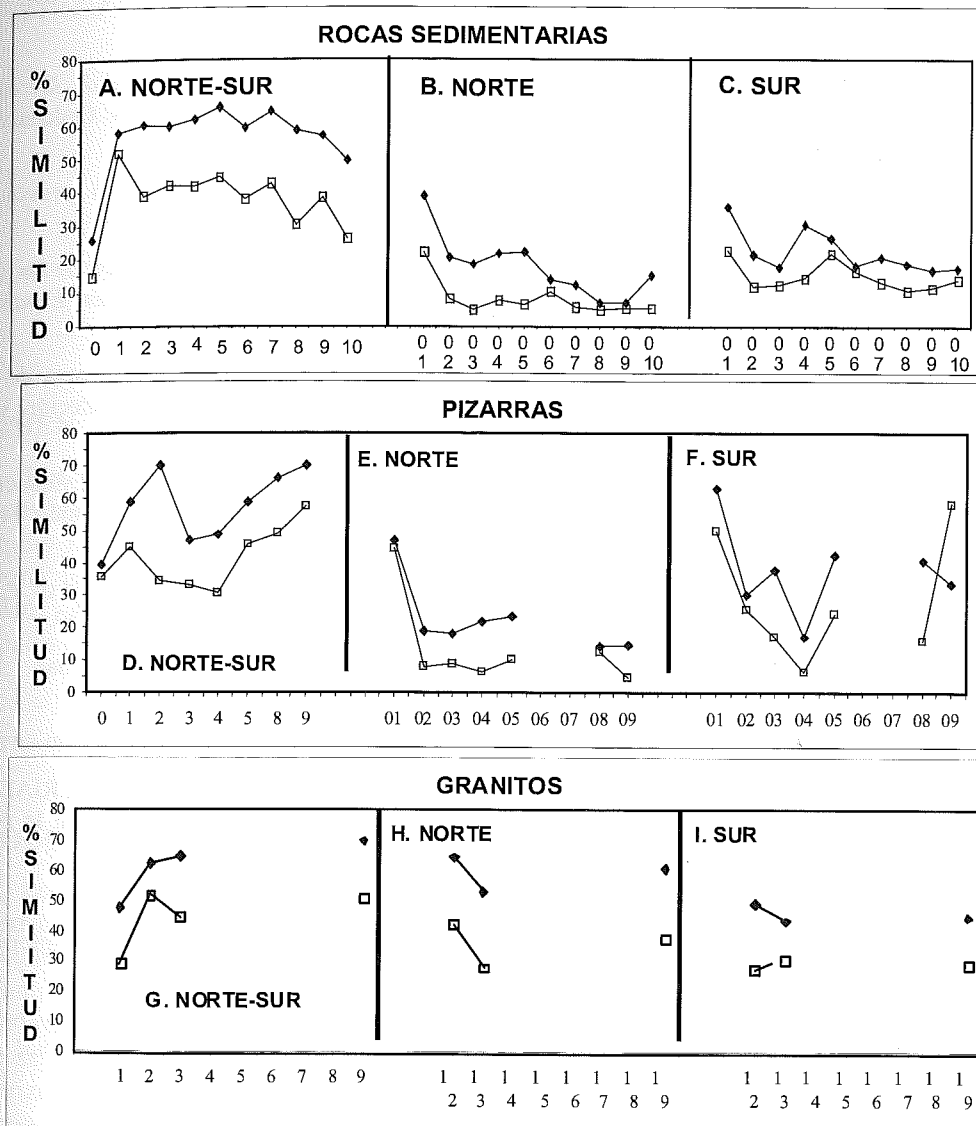
La mayor similitud entre años sucesivos se da en todas las series entre los dos primeros. Después experimenta un fuerte descenso, que sin embargo se hace más gradual en los siguientes años. Este resultado sugiere el rápido relevo de especies que tiene lugar en un principio (uno-dos años) y que se hace más lento a medida que pasa el tiempo, como se acepta de forma general (Puerto *et al.*, 1984; Prach *et al.*, 1993; Martínez-Ruiz *et al.*, 2001). La pérdida de similitud florística entre años sucesivos es más marcada en la orientación norte, y sobre sedimentos, lo que sugiere mayor velocidad del proceso en estas condiciones. Es decir, existe un efecto combinado de los factores abióticos considerados sobre la dinámica y velocidad de la sucesión vegetal sobre taludes de carretera, como también se ha visto en otros estudios (Prach *et al.*, 1993; Martínez-Ruiz *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

1.- La diversidad durante la sucesión sigue la tendencia generalmente aceptada para medios intervenidos. Los altos valores registrados se deben en gran medida a la componente uniformidad, mientras que la riqueza contribuye a explicar las fluctuaciones temporales.

2.- Sólo para las mejores condiciones de sustrato y orientación (sedimentos norte) se observa una tendencia descendente, clara aunque suave, en la importancia de las especies anuales durante la sucesión, tanto en número como en cobertura, que, sin embargo, siguen estando más representadas en todas las edades de las series, como posiblemente lo sean en las comunidades de referencia. La mayor presencia de leñosas se relaciona con las peores condiciones ambientales y no con el ritmo de la sucesión.

Figura 2: Similitud florística cualitativa (♦) y cuantitativa (□): entre orientaciones para cada serie (A, D y G); entre el primer año y los siguientes (C, E y H de orientación norte; C, F e I de orientación sur).



3.- Se pone de manifiesto un descenso en la velocidad de sustitución de las especies durante la sucesión, aunque se observan diferencias entre las series debido al afecto combinado de los factores abióticos sobre la dinámica de la revegetación.

4.- La influencia de la orientación sobre la composición florística depende de la velocidad del proceso sucesional, por lo que sólo se deja sentir sobre la litología más favorable (rocas sedimentarias), en la que la sucesión parece ir más rápido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRANZ-GONZÁLEZ, J. C.; HIDALGO-CASTRO, M^a. N., 1992. Observaciones sobre la colonización vegetal en taludes excavados de carretera en la Comunidad Autónoma de Madrid. *Boletín Geológico y Minero*, **103-5**, 921-934.

BORRAJO-SEBASTIÁN, J., 1993. Las Consideraciones Medio-Ambientales en la Planificación y Construcción de Carreteras Estatales. En: *Actas del II Simposio Nacional sobre Carreteras y Medio Ambiente*, 39-56. Ed. Dirección General de Carreteras. Madrid (España).

- CHAMBERS, J.C.; BROWN, R.W.; JOHNSTON, R.S., 1984. Examination of plant successional stages in disturbed alpine ecosystems: A method of selecting revegetation species. En: *Proceedings of High Altitude Revegetation Workshop n° 6. Information Series*, 53, 215-225. Ed. T.A., COLBERT, R.L., CUANTY. Water Resources Research Institute, Fort Collins, Colorado. (USA).
- DORRONSORO, C.F., 1992. Suelos. Tercera parte: el medio físico-químico. En: *El libro de las dehesas salmantinas*, 487-542. Co. J.M. GÓMEZ-GUTIÉRREZ. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación de Territorio de la Junta de Castilla y León. Salamanca (España)
- GARAÑEDA-BERMEJO, R., 2001. *Revegetación natural de taludes de carreteras en la provincia de Salamanca*. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.II.AA. de Palencia. Univ. de Valladolid, 178 pp.
- GUERRERO, J.; MONTSERRAT, G., 1997. Importancia de los atributos y tipos morfológicos de las plantas para su supervivencia ante los procesos erosivos. En: *Actas de las V Jornadas de la Asociación Española de Ecología Terrestre*, 89. Ed. Universidad de Córdoba. Córdoba (España).
- MARTÍNEZ-RUIZ, C., 2000. Dinámica de la recuperación de tierras alteradas por movimientos de tierra: sucesión vegetal y clasificación de especies según su actividad colonizadora. Tesis n° 50 'Colección Vitor', Ediciones Univ. de Salamanca, 527pp.
- MARTÍNEZ-RUIZ, C.; FERNÁNDEZ-SANTOS, B.; GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. M., 1996. Evaluación de impacto ambiental aplicada a las obras de infraestructura vial y minería a cielo abierto, en la Unión Europea, España y La Rioja. *Zubia*, monográfico 8, 205-226.
- MARTÍNEZ-RUIZ, C.; FERNÁNDEZ-SANTOS, B.; GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. M., 2001. Effects of substrate coarseness and exposure on plant succession in uranium-mining wastes. *Plant Ecology*, 155(1), 79-89.
- MOTYKA, J., DOBRZANSKI, B.; ZAWADSKI, S., 1950. Wstepne badania nad lakami polundnlowschodnej Lubeiszczyzny. *Ann. Univ. M. Curie-Jklodowska. Sec. E. 5*, 13, 367-447.
- PIELOU, E. C., 1969. *An introduction to Mathematical Ecology*. J. Willey. New York. (USA).
- PUERTO, A.; RICO, M.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, J.A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GARCÍA CRIADO, B., 1984. La Diversidad II: tendencias encontradas para tres series de la sucesión cultivo-pastizal en la zona de dehesas de la provincia de Salamanca. *Salamanca Revista Provincial de Estudios*, 14, 219-242.
- PRACH, K.; PYSEK, P.; SMILAVER, P., 1993. On the rate of succession. *Oikos*, 66, 343-346.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W., 1949. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press. Urbana. (USA)
- SORENSEN, T., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skr.*, 5, 1-34.

DIVERSITY DURING SUCCESSION ON SIDE-ROAD SLOPES IN THE PROVINCE OF SALAMANCA

SUMMARY

Species turnover and speed of primary revegetation on side-road slopes are described from the province of Salamanca. Six 10-yr-old successional series differing in geological material (terciary and quaternary deposits, slate bedrock and granitic bedrock) and slope orientation (North/South) are compared. Diversity during succession, qualitative and quantitative changes in species composition and the speed of revegetation process are analysed. Revegetation succession is faster on the deposits and on the North slope. Moreover, there is a combined effect of both abiotic factors (lithology and exposure) on the pattern and duration of revegetation succession.

Key words: abiotic factors, natural revegetation, pattern of change, speed

LOS PASTOS DE LA ALCARRIA Y SUS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

J. PASTOR¹, N. PRIETO¹ Y A. J. HERNÁNDEZ².

¹Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Serrano 115 dpdo. Madrid 28006

E-mail: jpastor@ccma.csic.es. ² Dto. Interuniversitario de Ecología, Sección Departamental de la Universidad de Alcalá. Facultad de Biología. E-mail: anaj.hernandez@uah.es

RESUMEN

Los pastos arbóreos, arbustivos y herbáceos se revisan y estudian sobre la base de sus características edáficas en la comarca natural de La Alcarria (Guadalajara y Cuenca). Se ha realizado un estudio florístico mediante 205 inventarios fitoecológicos repartidos en ambas provincias y se acompaña información obtenida por el análisis de la capa superficial del suelo (granulometría y fertilidad). Así mismo se exponen los factores relacionados con la distribución espacial de las principales comunidades.

Palabras clave: comunidades vegetales, nutrientes del suelo, análisis factorial.

INTRODUCCIÓN

Los páramos alcarreños son un tipo de paisaje en el que subyacen ecosistemas y usos de características muy diversas. Constituyen uno de los medios de mayor interés debido a unas condiciones fisicoquímicas únicas que concurren en pocos ecosistemas peninsulares; a ello se unen importantes variaciones espaciales en las comunidades vegetales y en las propiedades de sus suelos y además la existencia de una larga lista de especies endémicas. En un trabajo anterior (Hernández *et al.*, 2001), se mostraba el interés de los pastos para una gestión de conservación en este territorio caracterizado por la escasez de un estrato arbustivo y arbóreo desarrollados, siendo las formas predominantes los caméfitos de bajo porte y las herbáceas anuales. Unas condiciones climáticas de marcada oscilación térmica y aridez, explican el carácter xerófilo de la vegetación, el predominio del monte bajo y de los matorrales con abundancia de especies aromáticas.

En este marco, nos proponemos revisar las principales agrupaciones de los pastos alcarreños (Guadalajara y Cuenca) con criterios florísticos y ecológicos y estudiar su estado actual en relación con las características que presentan los suelos y con otros factores relacionados con la distribución espacial de sus principales comunidades.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un muestreo estratificado de acuerdo con las unidades paisajísticas del territorio y un submuestreo repetitivo de tipo transecto y/o aleatorio según que los pastos estudiados estuvieran en las laderas o en zonas llanas. La variable "pendiente" ha sido tomada en cuenta para determinar las zonas de muestreo. El tamaño de las parcelas en los pastos arbolados y de matorral ha sido de 50 m². El total de los inventarios florísticos considerados fue de 205. La determinación de especies se efectuó siguiendo distintas claves y las autorías de los taxones son las que aparecen en Tutin *et al.*, 1964-80. Los análisis de los suelos fueron realizados siguiendo los métodos expuestos en Hernández y Pastor

(1989). La revisión de las comunidades se ha actualizado a partir del trabajo de Rivas-Martínez *et al.* (2001), por lo que los autores de los taxones fitosociológicos son los que aparecen en este trabajo. Los tratamientos numéricos se efectuaron con el paquete informático BMDP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cerca de 650 especies fueron inventariadas. Entre las gramíneas las especies más representadas según su orden de frecuencia fueron: *Aegilops geniculata*, *Echinaria capitata*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium phoenicoides*, *Bromus madritensis*, *Bromus rubens*, *Cynodon dactylon*, *Koeleria vallesiana*, *Brachypodium ramosum*, *Bromus erectus*, *Avenula bromoides*, *Brachypodium distachyon*. Entre las leguminosas destacan: *Medicago minima*, *M. rigidula*, *Coronilla scorpioides*, *Hippocrepis commutata*, *Trigonella monspeliaca*, *Trifolium scabrum*, *Trigonella polyceratia*, *Ononis repens*, *Vicia peregrina*, *Astragalus hamosus*, *A. stella*, *Hippocrepis multisiliquosa*, *Medicago lupulina*, *M. orbicularis*, *Genista scorpius*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Coronilla minima* y *Ononis tridentata* (ésta, en las zonas con yesos). A continuación pasamos a describir los diferentes tipos de pastos:

Pastos arbolados

El paisaje vegetal se caracteriza por la existencia de quejigares y encinares "alcarreños" (*Asparago acutifolii-Quercetum rotundifoliae*) que agrupa a los encinares continentales sobre suelos ricos en bases y que ocupa actualmente una superficie muy escasa por la roturación del terreno. Una vegetación fruticosa arbustiva esclerófila les acompaña, formando el estrato arbustivo de estos bosques aclarados. La alianza *Rhamno lycioides-Quercion cocciferae* comprende comunidades de estructura más o menos abierta a causa de la degradación que sufre. Los quejigares de *Quercus-Fagetum* ocupan suelos eutrofos generalmente calizos y constituyen según Peinado y Martínez Parras (1985) la vegetación quizá más representativa de la Alcarria. En el tramo conquense, estos quejigares son las mejores formaciones arbóreas existentes. A pesar de ello, presentan frecuentemente grandes claros, provocados por antiguas roturaciones en los que penetran especies pascícolas. La mezcla íntima de encinares y quejigos es un fenómeno repetidamente señalado. En estas comunidades se inventariaron 135 especies, con una media de 35 especies para las laderas de orientación N y de 23 especies para las laderas orientadas al S. La presencia media de herbáceas en estas formaciones es de un 7% con respecto al total.

Las características fisicoquímicas principales de sus suelos se muestran en la Tabla 1. Destacan unos valores medios de retención de humedad (entre el 15-30%), pH de carácter básico, contenidos de M.O. y K elevados, y niveles de P asimilable muy bajos.

Pastos arbustivos

Alcanzan gran extensión, como etapas de sustitución de los encinares y quejigares. Son bastante cerrados, pero el fuego, el pastoreo y la roturación dan lugar a comunidades más o menos aclaradas. Predominan caméfitos y nanofanerófitos y escasean los terófitos. Existen comunidades de transición hacia pastos xéricos mediterráneos. Pertenecen en su mayoría a la clase *Rosmarineta officinalis*, que son comunidades desarrolladas sobre substratos ricos en bases, pero con dos alianzas: *Rosmarinion officinalis* y *Helianthemum italicum-Aphyllanthion monspeliensis*, existiendo entre ambas un importante intercambio de especies que origina comunidades intermedias. La primera alcanza una gran extensión y se sitúa en enclaves termófilos de fuerte insolación. La segunda se corresponde con comunidades fruticosas constituidas esencialmente por caméfitos y hemicriptófitos. Representan la etapa de degradación de encinares y quejigares, y forman tomillares, salviares y aulagares. Sus especies son claramente calcícolas.

Para Folch y Guillén (1981), constituyen la expresión más representativa de la vegetación submediterránea no forestal. Son una mezcla de pasto seco de gramíneas o plantas gramínoideas perennes y especies subarborescentes. En este grupo se incluyen también espartales de *Stipa tenacissima*, que se encuentran en terrenos caracterizados por pendientes de grado medio a bastante fuerte.

Tabla 1: Características edáficas de los pastos arbolados, arbustivos y herbáceos.

Variables edáficas	Pastos aros	Pastos Arbustivos		Pastos Herbáceos			
		Calizos	Gipsófilos	Basófilos	Majadales basófilos	Subnitrófilos	Húmedos
Fracción > 2mm (%)	19.6	11.1	24	8,9	10.0	10,5	1.0
Arena gruesa (%)	9.0	11.9	13	14.0	2.7	5,1	0.5
Arena fina (%)	36.7	30.3	26,1	24.0	38.9	28,5	23.0
Arcilla + Limo (%)	54.3	57.8	61	62.0	58,5	65,1	76.0
Capacidad campo (%)	31.6	22.1	31,5	19.0	41,5	32,7	36.1
Pto. Marchitez (%)	21.6	14.7	23,5	10.5	23,6	21,8	22.4
Agua util	10.0	7.4	8	8.5	17,9	10,9	13.7
PH	7.7	8.0	7.9	7.8	7.7	7,9	7.8
N total (%)	0.27	0.11	0.20	0.05	0.39	0,15	0.31
M. O. (%)	8.4	2.1	2.4	1.4	8.6	4,9	4.4
P ₂ O ₅ (mg/100g)	2.3	6.4	11.6	10,9	6.3	4,3	8.5
K (mg/100g)	33.6	13.2	11.2	31.0	38.5	26,1	33.0
Carbonatos (%)	26.3	32.3	9.9	18.0	24.1	16,5	22.6

Las características edáficas de los matorrales calizos pueden verse también en la Tabla 1, presentan una retención hídrica baja y son pobres en M.O. (muchas localidades tienen valores inferiores a 1,5%).

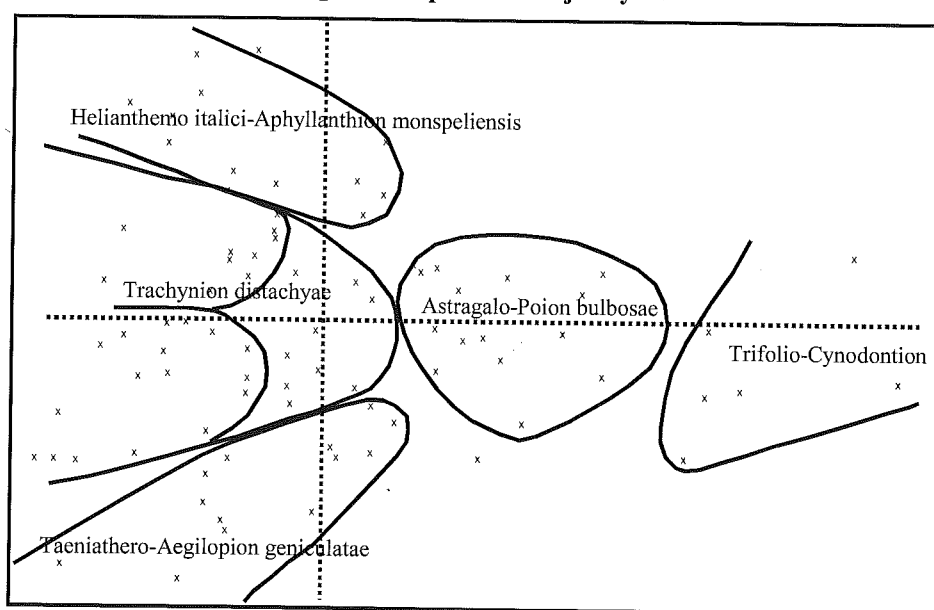
Finalmente, los matorrales sobre substratos yesíferos (Aljezares), comprende el orden fitosociológico *Gypsophiletalia*, en el que predominan los caméfitos enanos, dentro de comunidades abiertas con muchos claros donde es frecuente una costra de líquenes. La alianza *Lepidion subulati* comprende matorrales enanos con aspecto de tomillar abierto en los que crece *Koeleria castellana*. Sus características edáficas se exponen también en la Tabla 1. Presentan bastante fracción gruesa y contenidos bajos de K.

Pastos xero-mesofíticos

Los pastos más característicos del territorio son los xerófitos desarrollados sobre suelos ricos en cationes básicos, que constituyen la última etapa de sustitución del bosque mediterráneo o las etapas pioneras en su reconstrucción. Este tipo de vegetación se incluye en el orden de *Trachynietalia distachyae* (Cl. *Helianthemetea guttati*), constituido por comunidades de pastos xéricos, poco densos formados por caméfitos, hemicriptófitos y con una elevada proporción de terófitos. Se desarrollan sobre suelos eutrofos, de pH siempre básico o neutro y están caracterizadas por especies como *Medicago minima*, *Arenaria serpyllifolia*, *Linum strictum*, *Plantago albicans*, *Cynosurus elegans*, *Xeranthemum inapertum*, *Wangenheimia lima* entre otras. La acción antrópica (talas, incendios, sobrepastoreo) origina y mantiene este tipo de vegetación. En la Alcarria está representada por dos alianzas: *Trachynion distachyae*, asociación basófila de terófitos efímeros y *Sedo-Ctenopson gypsophila*, asociaciones de terófitos gipsícolas que colonizan los litosuelos de los substratos de

yesos en los claros del matorral de *Gypsophiletalia*. Los pastizales terofíticos efímeros dominados por terófitos de pequeño tamaño y vida corta se desarrollan en los páramos y suelos deforestados y erosionados y alternan generalmente con los matorrales de *Aphyllanthion* (Ferrer Plau, 1993). El clima continental, muy seco en verano, resulta apropiado para el desarrollo de gran variedad de terófitos. Ocupan suelos poco profundos, neutro-básicos, esqueléticos, decapitados o arcillosos, en lugares muy secos y soleados, de fuerte pendiente y gran aridez, bastante pobres en nitrógeno y con poca retención de humedad (Tabla 1). Un aumento de N determina la sustitución de estas comunidades por otras de carácter subnitrófilo. Se presentan así numerosas transiciones que hacen muy difícil su individualización. Están caracterizados por *Brachypodium distachyon*, *Cerastium pumilum*, *Crucianella angustifolia*, *Echinaria capitata*, *Hippocrepis ciliata*, *Velezia rigida*, *Bupleurum semicompositum*, *Astragalus sesameus*, *Helianthemum salicifolium* y ocupan claros de matorral, zonas muy pastoreadas y eriales.

Figura 1.- Análisis factorial de correspondencias entre inventarios y la abundancia-dominancia de las especies respecto a los ejes I y II.



La Fig.1 muestra muy bien la posición de los pastizales calizos de *Trachynion distachyae*. Éstos sufren alteraciones en su estructura, composición florística y dinamismo por la acción especialmente del majadeo, nitrificación, permanencia de niveles freáticos elevados durante el verano y presencia de sales. En general la acción de estos factores se orienta en cuatro direcciones: 1) Recuperación del matorral (*Helianthemo italici-Aphyllanthion monspeliensis*). 2) Evolución hacia comunidades subnitrófilas y nitrófilas. 3) empraizamiento o evolución hacia *Astragalo-Poion bulbosae*. 4) Modificación por humedad édifica hacia pastizales ricos en hemiscriptófitos (*Trifolio-Cynodontion*). El eje I de dicha figura recoge un gradiente de humedad y el eje II un gradiente de pendiente y pedregosidad, con implicaciones sobre la textura.

Las comunidades de terófitos sobre sustratos yesíferos, principalmente margosos, ocupan generalmente zonas de acumulación donde el suelo ha sufrido algunos procesos evolutivos. La influencia del yeso aquí es menor y viven bastantes terófitos, que acompañan frecuentemente a los aljzares, sin llegar a constituir comunidades independientes (Costa Tenorio, 1978). Constituyen la representación de la alianza *Sedo-Ctenopsion gypsophilae*, pastos que fueron descritos por Izco (1974). Muestran una reducida biomasa y un escaso valor trófico, duran muy poco tiempo, pero aún así pueden ser aprovechados por el ganado. Evolucionan hacia el tomillar gipsófilo (alianza *Lepidion subulati*).

Majadales de "astrágalos" y "carretones"

Son pastizales cespitosos con *Poa bulbosa* sobre substratos calcáreos, margo-yesíferos y han sido estudiados por Rivas-Goday y Ladero (1970), Santos y Ladero (1989) desde el punto de vista botánico y por Martín y Pastor (1984) en el aspecto ecológico y edafoquímico. Agrupa comunidades muy relacionadas con las de *Trachynietalia distachyae* que se sitúan frecuentemente en los claros de los matorrales de *Rosmarinetea officinalis* sobre suelos eutróficos de textura franco-arcillosa, que por pastoreo se mineralizan y modifican. Cuando el pastoreo es más intenso se forman majadales de la alianza *Poa bulbosae-Astragalion* con *P. bulbosa*, *Astragalus sesameus*, *Medicago minima*, *M. sativa*, *M. rigidula*, *Trigonella monspeliaca*, *Eryngium campestre* y *Alyssum alyssoides*, entre otras. Estas comunidades, están hoy reducidas a áreas disyuntas, muy fragmentadas y casi extinguidas.

Pastos terofíticos subnitrófilos

Los cultivos abandonados y eriales se cubren con comunidades gramíformes. Son especies características: *Bromus rubens*, *B. tectorum* y *Vulpia ciliata*. Están representados por la alianza: *Taeniatherum-Aegilopion geniculatae*, que corresponde a comunidades terofíticas subnitrófilas, constituidas fundamentalmente por gramíneas de desarrollo precoz, sitas en terrenos incultos, bordes de caminos, campos de cultivo abandonados. Poseen un elevado número de especies, que germinan con las lluvias otoñales y concluyen su ciclo al iniciarse los calores del verano (Ladero *et al.*, 1983). Como señalan Rivas-Martínez e Izco (1977), un aprovechamiento ganadero ordenado conduce hacia los majadales basófilos. Esta vegetación tiende a desplazar a los pastizales no nitrófilos (*Trachynietalia distachyae*) al aumentar la ruderalización del medio, por lo que es frecuente encontrar especies de la citada clase en estas comunidades. Cuando la ruderalización es mayor, es sustituida por comunidades de *Hordeion leporini*, con *Aegilops ovata*, *A. triuncialis*, *Taeniatherum caput-medusae* y *Bellardia trixago*, entre otras.

Pastos mesofíticos y pastos húmedos

Agrupan las comunidades de pastos vivaces de la Cl. *Festuco-Brometea* que constituyen el Ord. *Brachypodietalia phoenicoidis*. Se trata de prados más o menos densos de hemicriptófitos de gran tamaño, que albergan especies de terófitos y se sitúan en bordes de caminos, carreteras y canales, sobre suelos eutrofizados, poco compactados. Son comunidades más exigentes en humedad cuyas especies características son: *Medicago sativa*, *Daucus carota*, *Petrorrhagia prolifera*, *Allium sphaerocephalon* entre otras. El grupo más amplio lo constituyen praderas mesoxerófilas, bastante densas, en las que normalmente domina *Brachypodium phoenicoides* (alianza *Brachypodion phoenicoidis*). Se sitúan sobre suelos profundos, más o menos permeables, básicos, muy poco nitrogenados y con cierta capacidad de almacenar humedad. Este grupo está caracterizado en la zona además por *Phleum pratense* y *Echinops ritro*. En ellos se ponen de manifiesto, por una parte influencias arvenses o ruderal-nitrófilas, o bien influencia de especies de los matorrales de sustitución.

La vegetación reptante, constituida fundamentalmente por caméfitos y hemicriptófitos (Al. *Trifolio-Cynodontion*), forma céspedes más o menos densos, en lugares húmedos, frecuentemente sumergidos, sobre suelos compactados y pisoteados. Se sitúa en claros de las comunidades de *Molinio-Holoschoenion*, con las que aparece muy entremezclada. El desarrollo de estos céspedes naturales en un clima casi semiárido, sólo es posible en los puntos donde la existencia de una capa freática mantiene una humedad constante. Son sus especies características: *Trifolium fragiferum* y *Cynodon dactylon*. Está representada de modo fragmentario debido a la rareza de hábitats idóneos para su desarrollo (humedad prácticamente constante, fuerte pisoteo del ganado). En la Tabla 1 destaca el valor elevado de las fracciones finas de suelo y el bajo de las gruesas. Existen además algunas comunidades pratenses, con cierto aspecto de prados de siega, que registran una influencia nitrófila por pisoteo y viven sobre suelos compactados, permanentemente húmedos. Pertenecen al orden *Plantaginietalia* y comprende praderas bastante nitrófilas y húmedas, que se desarrollan en las orillas de ríos, arroyos, fuentes, abrevaderos y senderos húmedos. Se presentan esporádicamente en el territorio estudiado y constituyen prados densos, con cobertura elevada. Tienen muy poca extensión

debido a lo selectivo de su medio ecológico. Como especies características se presentan *Lolium perenne* y *Plantago major* acompañadas por *Trifolium repens* y *T. pratense*.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto Sectorial I+D Agrario y Alimentario M.A.P.A. nº 00T00-037-C17-08.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA TENORIO, M., 1978. Contribución al estudio de la flora y vegetación de la Alcarria de Cuenca. Tesis Doctoral. Universidad Complutense.
- FERRER PLAU, J., 1993. Flora y fauna de las Sierras de Herrera, Cucalón y Fonfría. Naturaleza en Aragón 4. Gobierno de Aragón.
- FOLCH y GUILLÉN, R., 1981. *La vegetació dels Països Catalans*. Ketres Ed. Barcelona. (España=
- HERNÁNDEZ, A. J.; PASTOR, J., 1989. Técnicas analíticas para el estudio de las interacciones suelo- planta. *Henares Rev. Geol.*, **3**, 51-92.
- HERNÁNDEZ A. J.; JIMÉNEZ, C.; PASTOR, J., 2001. Evaluación de los pastos de la Alcarria conquense en relación con la conservación del patrimonio natural de la región. En *Biodiversidad en Pastos*, 153-159. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad. Alicante. (España).
- IZCO, J., 1974. Pastizales terofíticos de la provincia de Madrid. *Thero-Brachypodium* y *Sedo-Ctenopson*. *Anales Inst. Bot. Cavanilles*, **31**, 209-224.
- LADERO, M.; NAVARRO, F.; VALLE, C.J., 1983. Comunidades nitrófilas salmantinas. *Studia Bot.*, **2**, 7-67.
- MARTÍN, A.; PASTOR, J. 1984. Panorámica de la vegetación y de los pastos de la provincia de Toledo. *Estudio Agroecológico de la provincia de Toledo*, 265-322. Instituto Provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos.
- PEINADO, M. y MARTÍNEZ-PARRAS, J.M., 1985. *El Paisaje Vegetal de Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, Servicio de Publicaciones, 230 pp.
- RIVAS-GODAY, S.; LADERO, M., 1970. Pastizales cespitosos de *Poa bulbosa* L. Origen, sucesión y sistemática. *Anales Real Acad. Farm.*, **XXXVI**, 139-181
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. IZCO, J., 1977. Sobre la vegetación terofítica subnitrófila mediterránea (*Brometalia rubenti-tectori*). *Anales Inst. Bot. Cavanilles*, **34**, 355-381
- 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
- SANTOS, M.T.; LADERO, M., 1989. Vegetación de las intercalaciones básicas de la provincia de Cáceres (Extremadura, España). *Studia Bot.*, **7**, 9-147.

PASTURES OF THE ALCARRIA (SPAIN) AND THEIR MAIN SOIL CHARACTERISTICS

SUMMARY

Tree, bush and grass pastures in the natural region of La Alcarria (Guadalajara and Cuenca provinces) were evaluated in terms of their soil characteristics. Analysis of flora involved preparing 205 phytoecological inventories covering both provinces. This information was complemented by the results of top soil analyses (granulometry and fertility). The data were then used to identify factors related to the spatial distribution of the main plant communities.

Key words: plant communities, factorial analysis, soil nutrients.

CARACTERIZACIÓN EDÁFICA DE CINCO COMUNIDADES PASCÍCOLAS EN LOS PUERTOS DE AISA Y ORDESA (PIRINEO CENTRAL)

D. BADÍA VILLAS¹, B. LALUEZA BUETAS¹, L. VADILLO VADILLO¹,
C. MARTÍ-DALMAU¹ Y R. GARCÍA-GONZÁLEZ²

¹Escuela Politécnica Superior de Huesca, Crtra. Cuarte s/n. 22071-HUESCA

²Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, Apdo. Correos 64, 22700-JACA

RESUMEN

Se caracterizan los suelos de cinco comunidades de pastos en los puertos de Aisa y Ordesa (Pirineo Central, Altoaragón): *Mesobromion erecti*, *Nardion strictae*, *Festucion eskiae*, *Festucion gautieri* y *Primulion intricatae*. Se muestrea el suelo en cada comunidad vegetal y localidad, superficialmente (0-20 cm) y por sextuplicado, analizándose sus propiedades físicas y químicas. Los pastos del *Nardion strictae* y *Festucion eskiae* se desarrollan sobre suelos de textura franco arcillosa, con niveles de materia orgánica y capacidad de almacenamiento de agua del perfil edáfico entre moderados y altos, fuertemente ácidos y desaturados en bases. Los suelos del *Mesobromion erecti* y *Primulion intricatae* presentan similares características salvo en el pH y la saturación de bases para las cuales mantienen una gran heterogeneidad local. En cambio, los pastos de *Festucion gautieri* se desarrollan en suelos de escasa profundidad y elevada pedregosidad, por lo que poseen muy baja capacidad de retención de agua; además poseen textura franca, reacción neutra o básica, alta saturación de bases y menor riqueza en materia orgánica y algunos nutrientes.

Palabras clave: pastos supraforestales vs. propiedades edáficas, Altoaragón.

INTRODUCCIÓN

Más de la mitad de la superficie de las zonas de montaña pirenaica está dedicada a los pastos, constituyéndose en la base de la economía local, tanto por su clásico aprovechamiento ganadero como por su recientemente valorado impacto paisajístico (M^o Agricultura, 1974; Montserrat y Fillat, 1990; Piekowski *et al.*, 1996). Dentro de los pastos se pueden distinguir más de cien comunidades vegetales (asociaciones fitosociológicas) que reflejan la abundancia de hábitats y albergan una notable diversidad (Braun-Blanquet, 1948; Rivas-Martínez *et al.*, 1991). Uno de los factores que influye en la distribución de pastos y otras comunidades vegetales es el suelo. Diversos autores han abordado estudios sobre la relación suelo-pasto en el Pirineo Central, desde el valle de Benasque, Ribagorza (Broca, 1993) al valle de Tena, Serrablo (Ferrer, 1981). Este trabajo pretende complementar los anteriores, centrándose en los puertos de los valles de Aisa (Jacetania) y Ordesa (Sobrarbe).

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Se caracterizan, en dos localidades diferentes (Aisa y Ordesa), los suelos de cinco comunidades pascícolas, correspondientes a las alianzas fitosociológicas siguientes: *Mesobromion erecti* (Me), *Nardion strictae* (Na), *Festucion eskiae* (Fe), *Festucion gautieri* (Fg) y *Primulion intricatae* (Pr). Más información sobre las características florísticas de las parcelas puede encontrarse en publicaciones previas (Remón y Gómez, 1989; Villar y Benito, 1994; García-González *et al.*, 1991; García-González *et al.*, 1997; Aldezabal, 2001).

Los cinco tipos de pastos se disponen entre 1800 y 2300 metros de altitud. De menor a mayor altitud, la precipitación anual media varía entre 1600 y 2100 mm y la temperatura anual media varía entre 10° y 3°C (García-González *et al.*, 1991; Aldezabal, 2001), condiciones que hacen fluctuar el periodo vegetativo de 150 a 80 días (García-González *et al.*, 1997; Aldezabal, 2001). Con estas condiciones climáticas, el régimen de humedad del suelo se considera údico y el de temperatura cryico.

El material parental de los suelos está constituido por lutitas, con cierta proporción de areniscas, del Cretácico y del Eoceno, generalmente pre-edaforizadas y coluvionadas; la excepción la constituyen los pastos del *Festucion gautieri*, desarrollados sobre calizas paleocénicas dispuestas *in situ* (IGME, 1982).

Diseño experimental y metodología

Las 10 zonas seleccionadas, tras una detallada caracterización de un perfil tipo en cada una de ellas (datos no presentados), se muestrearon superficialmente (0-20 cm), realizando seis sondeos (réplicas) por tipo de pasto (5) y localidad (2). Paralelamente se obtuvieron muestras superficiales inalteradas con un cilindro metálico de volumen conocido para la determinación de la densidad aparente y la porosidad. Se considera que este muestreo superficial caracteriza el volumen explorado por los sistemas radiculares de las principales especies pascícolas (Saña *et al.*, 1996). Se determinaron las principales características físicas y químicas, siguiendo la metodología oficial, detallada en trabajos previos (Badía y Martí, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En referencia a las propiedades físicas (Tabla 1), destaca la baja densidad real y, especialmente, la muy baja densidad aparente, carácter propio de suelos de prados permanentes o pastos, ricos en materia orgánica (Saña *et al.*, 1996). En consecuencia, la porosidad es elevada, correlacionándose significativa y positivamente con la materia orgánica ($r=0,50$; $p<0,01$) y negativamente con la pedregosidad ($r=0,28$; $p<0,05$). Con estos precedentes, se evidencia como *Festucion gautieri* presenta los valores de densidad (real y aparente) más altos que el resto de comunidades mientras los de porosidad son los más bajos.

La pedregosidad en esta comunidad es significativamente mayor al resto, lo que, con su escasa e irregular profundidad, puede condicionar la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Para contrastarlo, se ha calculado la CRAD o capacidad de retención de agua disponible (en mm/1,5 m), obteniéndose los siguientes rangos de valores por comunidad (Fig. 1).

Se evidencia como el *Festucion gautieri* posee una CRAD calificable de muy baja para el régimen hídrico de la zona (USDA, 1980), lo que en parte podría explicar su escasa productividad primaria (alrededor de unos 100 g/m² y año). Canals *et al.* (1995) remarcan también este hecho en el Valle del Noguera-Ribagorzana.

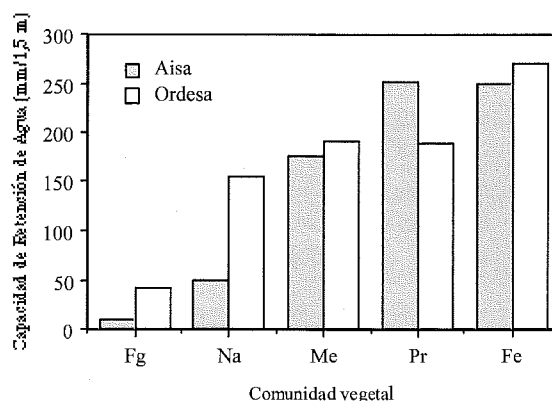
Tabla 1. Propiedades físicas y químicas de los suelos (0-20 cm superficiales) de pastos en Aisa y Ordesa (Altoaragón)

Vegetación	Me	Me	Na	Na	Fe	Fe	Fg	Fg	Pr	Pr
Localidad	Aisa	Ordesa	Aisa	Ordesa	Aisa	Ordesa	Aisa	Ordesa	Aisa	Ordesa
Pedregosidad (g/kg)	90,2c	53,3c	32,8c	50,3c	233,6b	77,3c	401,0a	699,1a	19,3c	77,6c
Densidad aparente (g/cm ³)	0,85b	0,51c	0,52c	0,56c	0,92b	0,66c	1,13a	1,19a	0,60c	0,69c
Densidad real, g/cm ³	1,72c	1,94b	1,49c	1,67c	2,01b	1,75c	2,08ab	2,53a	1,73c	1,73c
Porosidad (% v/v)	50,6c	73,7a	65,1a	66,5a	53,5c	62,3ab	45,7c	52,9c	65,3a	60,1b
Carbonatos (g/kg)	0	0	0	0	0	0	31,3	trazas	0	0
pH (H ₂ O) 1:2,5	5,5c	6,6b	5,0d	5,0d	6,1b	4,1e	7,8a	7,0a	6,2b	5,6c
pH (KCl) 1:2,5	4,6c	5,5b	4,1d	3,9d	4,8c	3,7d	6,9a	6,1a	5,0c	5,0c
Materia orgánica (g/kg)	67,7b	119,1a	125,2a	112,4a	36,3c	77,8b	38,6c	21,1c	138,5a	97,9a
N-NO ₃ ⁻ (mg/kg)	1,0b	6,8a	2,2b	7,2a	1,1b	8,7a	1,5b	1,7b	4,7a	2,3b
P-Olsen (mg/kg)	7,7a	9,8a	5,3b	7,3a	3,7c	5,5b	3,0c	3,2c	6,0b	4,7b
K ⁺ cambiante (cmol/kg)	0,57a	0,35b	0,38b	0,37b	0,53a	0,24c	0,35b	0,28bc	0,30bc	0,18c
Ca ⁺⁺ camb. (cmol/kg)	4,40b	14,82a	3,20b	2,54bc	3,18b	0,88c	15,52a	6,18b	13,98a	4,78b
Mg ⁺⁺ camb. (cmol/kg)	0,96b	1,04b	0,90b	0,72bc	0,62c	0,52c	0,56c	0,58c	1,72a	0,90b
Σ cationes (cmol/kg)	5,93b	16,27a	4,48b	3,63b	4,33b	1,64c	16,43a	7,04b	16,0a	5,86b

*Abreviaturas: Me, *Mesobromion erecti*; Na, *Nardion strictae*; Fe, *Festucion eskiae*; Fg, *Festucion gautieri*; Pr, *Primulion intricatae*.

Letras distintas dentro de cada línea (parámetro) indica que existen diferencias estadísticamente significativas (p<0.01; test LSD) entre las medias (n=6).

Figura 1. Capacidad de retención de agua (mm/1,5 m) de los perfiles edáficos de los pastos de Aisa y Ordesa.



Respecto a las propiedades químicas, destaca la presencia, aunque muy reducida, de carbonatos en los suelos de *Festucion gautieri*, lo que explica que la reacción de los mismos sea neutra en Ordesa y ligeramente básica en Aisa. En el resto de suelos no se detectan carbonatos en superficie y la reacción es ácida, especialmente para *Nardion strictae* (y *Festucion eskiae* de Ordesa), como ya se constató en otros puntos del Pirineo Central (Badía y Martí, 1999; Broca, 1993; Canals *et al.*, 1995). La acidez es más heterogénea según la localidad para el *Mesobromion erecti* y *Primulion intricatae*. Existe una positiva y significativa correlación ($r=0,97$; $p<0,01$) entre el pH actual (H₂O) y el potencial (KCl); su diferencia se correlaciona con el porcentaje de saturación de bases, para suelos no carbonatados ($r=0,56$; $p<0,01$).

La materia orgánica es significativamente menor en la comunidad del *Festucion gautieri*, que en el resto de suelos. Los rangos obtenidos para cada comunidad, transformados los porcentajes en peso a toneladas por hectárea (para una profundidad de 20 cm), son:

Fg (15-44) < Fe (53-95) < Me (105-115) < Na (120-126) ≤ Pr (125-163), en t/ha

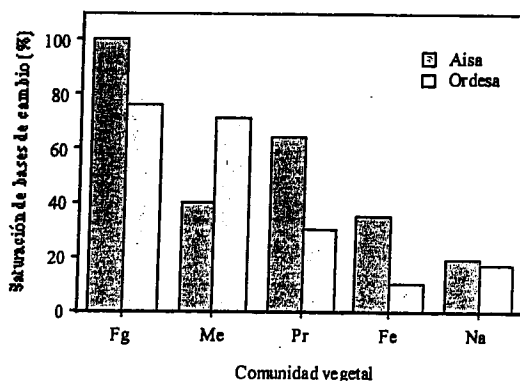
De los datos de los perfiles (datos no presentados) se ha contrastado como la capacidad de intercambio catiónico de estos suelos está fundamentalmente influenciada por la cantidad de materia orgánica, quedando la arcilla granulométrica en un segundo plano, tal y como demuestran las siguientes regresiones (n=23):

$$\begin{aligned} \text{CIC (meq/100g)} &= 1,253(\% \text{MO}) + 7,812 & r &= 0,917 \text{ p} < 0,0001 \\ \text{CIC (meq/100g)} &= 0,453(\% \text{Arcilla}) - 0,113 & r &= 0,580 \text{ p} = 0,0037 \\ \text{CIC (meq/100g)} &= 1,087(\% \text{MO}) + 0,261(\% \text{Arcilla}) & r &= 0,989 \text{ p} < 0,0001 \end{aligned}$$

Es destacable que la materia orgánica, a pesar de ser cuantitativamente muy importante, presenta una capacidad de cambio relativamente baja, con unos 108,7 cmol/kg; por otro lado, las arcillas con 26,1 cmol/kg, deben tratarse de arcillas ilíticas.

Para evaluar el contenido global de las bases de cambio (calcio, magnesio y potasio) se ha estimado la saturación de basés, previa obtención de la CIC mediante la primera ecuación citada anteriormente y considerando que el contenido en sodio es despreciable (Broca, 1993; Badía y Martí, 1999). La saturación de bases (Fig. 2) es mayor en suelos del *Festucion gautieri*, intermedia en *Mesobromion erecti* y *Primulion intricatae* y muy baja en *Nardion strictae* y *Festucion eskiae*. Broca (1992), en el valle de Benasque, concluye que los suelos de diversas asociaciones de las alianzas *Nardion strictae* y *Festucion eskiae* son fuertemente ácidos y desaturados en bases, a diferencia de *Mesobromion erecti*, donde son ligeramente ácidos y moderadamente saturados en bases mientras que en *Festucion gautieri* son ligeramente básicos y totalmente saturados en bases. De forma similar, se remarca el carácter acidófilo de *Nardion strictae* y *Festucion eskia* y el basófilo de *Festucion gautieri* en el Pre-pirineo y Pirineo catalán (Sebastià, 1991; Canals *et al.*, 1995).

Figura 2. Saturación de bases de cambio (%) estimada para los horizontes edáficos superficiales de los pastos de Aisa y Ordesa.



El contenido en nutrientes principales es bajo en los suelos de la comunidad *Festucion gautieri*, especialmente en lo que hace referencia al fósforo asimilable y los nitratos. Dada la alta variabilidad espacio-temporal de los mismos, así como la escasa aportación exógena de nutrientes, cabe esperar que la materia orgánica pueda ser un buen indicador de la fertilidad de los suelos. En este sentido, se ha obtenido una positiva y significativa ($p < 0,01$) correlación entre materia orgánica y: nitratos ($r = 0,51$), fósforo asimilable ($r = 0,62$) y magnesio ($r = 0,49$). El calcio muestra también una correlación positiva pero con menor grado de significatividad ($r = 0,26$; $p < 0,05$) dado el aporte del mismo desde el material original (Ferrer, 1981). Correlaciones similares han sido observadas en trabajos previos (Badía y Martí, 1999; Martí y Badía, 1995; Sebastià, 1991; Ferrer, 1991); la

excepción la establece el potasio, que no muestra una correlación significativa con la materia orgánica humificada. Esta falta de relación puede deberse a aportes puntuales de orina, rica en potasio, por parte del ganado (Basher y Lynn, 1996; Haynes y Williams, 1993).

CONCLUSIONES

El análisis de los suelos de los pastos de Aisa y Ordesa muestra:

1. Que los suelos de las comunidades del *Nardion strictae* y *Festucion eskia* presentan horizontes edáficos superficiales, de textura franco-arcillosa, con una reacción fuertemente ácida y desaturados en bases. La materia orgánica y la capacidad de retención de agua del perfil edáfico son entre moderados y altos.

2. Que *Mesobromion erecti* y *Primulion intricatae* se desarrollan, como el grupo anterior, sobre suelos de texturas finas, con moderada o alta capacidad de retención de agua del perfil edáfico y altos niveles de materia orgánica; sin embargo, mantienen una gran heterogeneidad local en parámetros como la porosidad, el pH, la saturación de bases o los nutrientes disponibles.

3. Que los pastos de *Festucion gautieri* crecen sobre suelos de características significativamente distintas al resto, ocupando suelos con escasa e irregular profundidad, elevada pedregosidad, muy baja capacidad de retención de agua, textura franca, reacción neutra o básica, alta saturación de bases y bajo contenido en materia orgánica.

4. De las relaciones entre parámetros, destaca la significativa y positiva correlación de la materia orgánica con la porosidad, la capacidad de intercambio catiónico y diversos nutrientes asimilables, especialmente los nitratos, fosfatos y magnesio intercambiable.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha contado con la financiación del Proyecto AMB97-0990 (Valoración de pastos permanentes), del Plan Nacional de I+D. Agradecemos sinceramente la colaboración de Daniel Gómez, Ana Marinas y Kevin Hackett, en cada una de sus respectivas especialidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZABAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza. (España).
- ASCASO, J., 1992. *Estudio fitocenológico y valoración de los pastos de puerto del valle de Benasque (Pirineo oscense)*. Tesis Doctoral, 409 pp. Fac. de Veterinaria. Univ. de Zaragoza.
- BADÍA, D.; MARTÍ, C., 1999. *Suelos del Pirineo Central: Fragen*. INIA-CPN-IEA. Huesca. (España).
- BASHER, L.R.; LYNN, I.H., 1996. Soil changes associated with cessation of sheep grazing in the Canterbury High Country, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, **20**, 179-189.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1948. *La Végétation Alpine des Pyrénées Orientales*. Monografía Estación Estudios Pirenaicos . Jaca. (España).
- BRIDGES, E.M.; BATJES, N.H.; NACHTERGAELE, F.O., 1998. *Atlas of World Reference Base for soil resource*. Acco ed. Leuven.
- BROCA, A., 1993. *Caracterización química y fisico-química de suelos de pastos del Pirineo Aragonés (Valle de Benasque)*. Tesis Doctoral. 389 pp Fac. de Veterinaria. Univ. de Zaragoza.
- CANALS, R.M., IZQUIERDO, J., BLANCO, R., OLARRIETA, J., SEBASTIÀ, M.T., 1995. Influencia de los factores edafo-climáticos en la estructura horizontal de algunos pastos alpinos pirenaicos. XXXV Reunión Científica de la SEEP, pp. 31-35. Tenerife. (España).
- FERRER, C., 1981. *Estudio geológico, edáfico, y fitoecológico de pastos del valle de Tena (Huesca)*. Inst. Fernando El Católico. Zaragoza. (España).

- GARCÍA-GONZÁLEZ, R., GÓMEZ, D., REMON, J.L., 1991. Structural changes in supraforestal pastures due to current annual growth and grazing in the Western Pyrenees (Spain). *IV th Int Rangeland Congress*. pp. 122-126. Montpellier. (Francia).
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; ALDEAZABAL, A., 1997. Relationships between supraforestal pasture diversity and ungulate trophic ecology in the Pyrenees. *36 th Symp I.A.V.S.* p. 93-100. Universidad de La Laguna. Tenerife. (España).
- HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H., 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy*, **49**, 119-199.
- IGME, 1982. *Mapa geológico de España*. Hoja 178. Ministerio de Industria y Energía. 60 pp.+ mapa. Madrid.
- MARTÍ, C.; BADÍA, D., 1995. Characterization and classification of soils along two altitudinal transects in the Eastern Pyrenees (Spain). *ASRR*, **9**, 367-383.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1974. *Mapa de Cultivos y aprovechamientos*. E. 1:50.000. Hojas: 118, 144 a 148 y 176 a 180. Madrid. (España)
- MONTERRAT, P.; FILLAT, F., 1990. The systems of grassland management in Spain. In: *Managed grasslands*, pp. 37-70. A. Breymeyer (ed.). Elsevier. Amsterdam. (Países Bajos).
- PIEKOWSKI, M.W.; BIGNAL, E.M.; GALBRAITH, C.A.; STILLMAN, R.A.; BOOBYER, M.G., 1996. A simplified classification of land type zones to assist the integration of biodiversity objectives in land-use policies. *Biol. Conserv.*, **75**, 11-25.
- QUÉMÉNER, J., 1985. L'interpretacion des analyses. *Cultivar*, **22**, 107-117.
- REMÓN, J.L.; GÓMEZ, D., 1989. Plant communities and its altitudinal distribution in the Aisa's summer range (Central Pyrenees). *Acta Biologica Montana*, **9**, 283-290.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., 1991. Vegetación del Pirineo occidental y Navarra. *Itinera Geobotanica*, **5**, 189-201.
- SAÑA, J.; MORÉ, J.C.; COHÍ, A., 1996. *La gestión de la fertilidad de los suelos*. MAPA. Madrid. (España).
- SEBASTIÀ, M.T., 1991. *Els prats alpins prepirinencs i els factors ambientals*. 351 pp. Tesis Doctoral. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.
- USDA, 1980. *National Soils Handbook*. Washington. (USA).
- VILLAR, L.; BENITO, J.L., 1994. Esquema de la vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, más su zona periférica. *Lucas Mallada*, **6**, 235-273.

SOIL CHARACTERIZATION OF FIVE GRASSLAND COMMUNITIES IN AISA AND ORDESA UPLANDS (CENTRAL PYRENEES)

SUMMARY

The soils of five grassland communities in Aisa and Ordesa uplands (Central Pyrenees) were studied: *Mesobromion erecti*, *Nardion strictae*, *Festucion eskiae*, *Festucion gautieri* and *Primulion intricatae*. A topsoil sample (0-20 cm) was taken and its physical and chemical properties in each plant community and valley were analyzed (6-replicates). The soils of *Nardion strictae* and *Festucion eskiae* communities were clay loam textured, with high levels of organic matter and water retaining capacity, strongly acidic and desaturated. The soils of *Mesobromion erecti* and *Primulion intricatae* communities showed similar characteristics with the exception of the pH and saturation degree, spatially variable. On the other hand, *Festucion gautieri* grasslands were developed on stony and shallow soils, causing its extremely low water retaining capacity. Moreover this community showed a loamy texture, basic pH, high base saturation and lower organic matter and phosphorus content than the other communities.

Key words: supraforestal grasslands, soil properties, Altoaragón.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUELOS Y CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LAS FASES VEGETATIVA Y REGENERATIVA DE ESPECIES COLONIZADORAS DE VERTEDEROS SELLADOS EN RELACIÓN A BARBECHOS Y PASTOS DEL TERRITORIO ARCÓSIKO

A.J. HERNÁNDEZ¹; A. URCELAI² y J. PASTOR³

¹Dpto. Interuniversitario de Ecología, Sección Departamental de la U.A. Facultad de Ciencias, Campus, E-mail: anaj.hernandez@uah.es; ²Labein, Bilbao; ³C.C.M.A., CSIC, Serrano 115 dpdo. Madrid 28006. E-mail: jpastor@ccma.csic.es

RESUMEN

Se han estudiado 19 variables químicas de suelos de pastos y barbechos del territorio arcósico y han sido comparadas con las correspondientes a la capa superficial edáfica de vertederos sellados de residuos mixtos. El conocimiento de las diferencias entre ellas en los tres tipos de sistemas, se muestra interesante para el estudio del ambiente nutricional de las especies de pasto que pueden colonizar las primeras etapas de la sucesión ecológica en un vertedero. Por otra parte, las diferencias en el ciclo vital de las especies, el inicio de la floración y el tiempo de duración de la misma, así como el peso de las semillas, son otras variables que han mostrado diferencias muy significativas entre los grupos analizados.

Palabras clave: peso semillas, colonización hábitats perturbados, fitorrecuperación vertederos.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objeto el estudio de aquellas características que nos parecen importantes para el desarrollo de las plantas en los primeros estadios de la sucesión que sigue al sellado de vertederos de residuos sólidos urbanos (VRSU), pero que tienen un carácter mixto en cuanto a la composición de las basuras (residuos urbanos e industriales). Por una parte, las características químicas de la capa superficial que más se relacionan con la nutrición mineral de las plantas; y, en segundo lugar, algunas características de las especies vegetales que se vinculan a los hábitats perturbados, como es el caso de la duración del ciclo vital, así como el inicio y período de floración o el peso de las semillas, ligado éste último, sobre todo, al posible banco de las mismas, e indispensables atributos de la fase regenerativa de las especies anuales. Para llevar a cabo este estudio hemos tenido en cuenta tanto los sistemas de barbecho que se ubican en el mismo entorno de los vertederos, así como los pastos. Los primeros, debido a ser sistemas análogos en cuanto al tiempo para la colonización espontánea de la vegetación arvense (2-4 años), que viene a coincidir con el desarrollo de la cubierta vegetal espontánea sobre el material de sellado de los VRSU. Los pastos en el mismo territorio, son, en último término, los referentes de un sistema estable al que debería tender una comunidad vegetal en el vertedero.

En cualquier caso, el conocimiento de estas características puede mostrar gran interés no sólo para comprender los primeros estadios de la sucesión vegetal en vertederos, sino para conocer cómo diferentes especies de pasto pueden adaptarse a estos últimos sistemas y pueden ser objeto de consideración para la fitorrecuperación de los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Han sido muestreadas 99 parcelas de 0.5 m² correspondiendo 25 a vertederos, otras 25 a barbechos y 49 a pastos distribuidos en el territorio arcósico del centro-oeste peninsular. Los últimos sistemas corresponden a pastos terófitos de la clase *Helianthemetea guttati*. Los barbechos considerados son aquellos cuyos suelos han soportado una agricultura mecanizada e intensiva, con uso de fertilizantes y que, por efecto de la P.A.C. están comenzando a ser muy abundantes en este territorio; las muestras de VRSU corresponden al 3º y 4º año del sellado con materiales del entorno. En cada una de las parcelas se realizó el inventario florístico, analizando también la capa superficial edáfica (0-10 cm). Muchos de los análisis químicos del suelo se realizaron según Hernández y Pastor (1989); los aniones solubles mediante cromatografía iónica en estratos acuosos de 10:25, tras dos horas y media de agitación y los contenidos totales de P, Fe y Zn, mediante espectrofotometría de ICP previa digestión en medio ácido.

Las especies herbáceas se determinaron mediante el uso de distintas claves y para la nomenclatura se ha seguido Flora Europaea (Tutin *et al.*, 1964-80). Se ha realizado también una clasificación de 220 especies herbáceas inventariadas en las parcelas muestreadas en relación a la duración del ciclo vital de las mismas (atributo de la fase vegetativa de las plantas) y del inicio de la floración, tiempo de la misma y peso de las semillas (atributos de la fase regenerativa). Las técnicas y métodos corresponden a las descritas en Grime *et al.* (1988) y Hendry y Grime (1983). Se han revisado además varias floras del mundo mediterráneo, así como diversas publicaciones que presentan este tipo de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Las características químicas

Se muestran en la Tabla 1 los valores obtenidos para las 19 variables edáficas analizadas. Esta Tabla nos define un paisaje nutricional para las especies que crecen en los sistemas estudiados. Por lo que se refiere a los dos nutrientes más significativos, como son el N y el P, se puede observar que los mayores niveles del primero se sitúan en los pastos (0.14%) frente al 0.07 y 0.03 de los barbechos y vertederos respectivamente. Sobresale, así mismo, la riqueza en P total y P asimilable en los suelos de barbecho (fertilidad residual) y también en las cubiertas edáficas de vertederos. Sin embargo, no ocurre lo mismo para los niveles de fosfato, que son mayores en los pastos. Los valores de pH, cloruros, sulfatos, calcio, sodio, hierro y cinc, así como la conductividad son claramente más elevados en vertederos.

b) Características globales de las comunidades

Las comunidades herbáceas que se desarrollan sobre substratos arcósicos han sido muy estudiadas en numerosos trabajos. Se trata de pastos con predominio de terófitos, de escasa biomasa, aspecto cespitoso, con una gran riqueza de especies, pioneras en muchos casos en la sucesión secundaria, de floración primaveral y que se agostan con los primeros calores de verano. Estas comunidades ocupan lugares abiertos y muestran una gran adaptación al xerofitismo. Lógicamente, son un referente importante para la restauración de sistemas degradados en el territorio considerado. Por ser menos conocidas las especies que crecen en los vertederos, se muestran en la Tabla 2 un listado de aquellas que han resultado ser más frecuentes. Podemos decir que las gramíneas constituyen la familia más representada en frecuencia de especies: *Lolium rigidum*, *Dactylis glomerata* y *Cynodon dactylon*, son especies que valoramos por su capacidad encespedante, ya que ayudan a fijar la cubierta

edáfica frente a los procesos erosivos que se dan en los taludes de vertederos. Otras gramíneas frecuentes son *Aeglyps geniculata*, *A. triuncialis*, *Bromus rubens*, *B. madritensis* y *B. diandrus*. Los tréboles son las leguminosas más frecuentes y *Anacyclus clavatus*, acompañada de *Andryala integrifolia* y *Carduus tenuiflorus*, son las compuestas mejor representadas. Por último, *Hirschfeldia incana* y *Spergularia rubra* son también frecuentes en los vertederos.

Tabla 1.- Valores de las variables químicas analizadas en la capa superficial edáfica

Variables edáficas	Vertederos		Barbechos		Pastos	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
Ph	7,1	0,3	6	0,8	6,1	0,5
M_Organica (%)	0,7	0,3	1,7	0,6	3,3	2,1
N_total (%)	0,03	0,01	0,07	0,02	0,14	0,07
C:N	12	4,7	13,7	3,1	15,3	12,8
AMONIO_asim (mg/100g)	0,83	0,70	1,04	0,66	0,97	0,50
P_asimilable (mg/100g)	12,2	3,9	30	68,1	5,1	4,2
Na (mg/100g)	6,4	7,2	1,6	1	1,5	1,3
K (mg/100g)	23,7	6,8	21,3	8,6	22,9	11
Ca (mg/100g)	323,8	154,2	180,9	101	219,1	97,2
Mg (mg/100g)	37,1	23,9	21,2	10,6	30,4	13,5
P_total (mg/kg)	412,2	329,3	394,4	485,8	255,9	106,5
Fe_total (mg/kg)	13575	6295	9100	3004	9091	4217
Zn_total (mg/kg)	58	54	31	8	31	10
FLUORUROS (mg/100g)	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
CLORUROS (mg/100g)	5	5,4	1,1	0,8	1,8	1,2
NITRATOS (mg/100g)	0,6	1,1	0,6	0,9	1,2	1,3
FOSFATOS (mg/100g)	0,03	0,1	0,2	0,4	0,3	0,7
SULFATOS (mg/100g)	9,5	16	1,8	1,1	3,5	9,5
CONDUCTIVIDAD (mg/100g)	257	122,5	90,6	28,7	122,4	74,9

Teniendo en cuenta la riqueza de especies, evaluada mediante el nº total de las mismas en cada inventario, se ha obtenido una media de 18 especies en vertederos, 28 en barbechos y 31 especies para los pastos. Esta característica ha resultado altamente significativa (por encima del 99,9%) al ser comparados los tres sistemas estudiados. Por otra parte, podemos decir que en los análisis numéricos realizados en otro trabajo anterior, para la ordenación y clasificación de estas comunidades (Urcelai *et al.*, 1999), se puede observar una separación neta entre los vallicares de *Agrostis* y los barbechos más vinculados a la práctica de agricultura mecanizada intensiva, ya que aquellos en los que esta perturbación no ha sido tan fuerte, quedan próximos a los pastos de *Thero-Brometalia* (pastos juveniles de cultivos abandonados, que también fueron estudiados en el trabajo citado).

c) Características relacionadas con las fases vegetativa y regenerativa de las especies

La duración del ciclo vital hace referencia a la longevidad de las especies y al período más extenso de crecimiento vegetativo. Esta característica está muy relacionada con la perturbación del hábitat. Puede decirse que, en general, las plantas de "ciclo corto" dependen para su supervivencia de la posibilidad de encontrar áreas desnudas (Dean *et al.*, 1994). Nosotros hemos establecido 9 categorías para clasificar las especies inventariadas según su ciclo vital. Se describen a continuación aquellas clases que han resultado tener diferencias significativas entre los sistemas estudiados:

Anuales de primavera (Lh3), como *Trifolium angustifolium*, *Galium tricorntum*, *Desmazeria rigida*, *Juncus buffonius* o *Diplotaxis virgata*, (agrupa el 20.1% de las especies); anuales/perennes monocárpicas (Lh5), como *Andryala integrifolia*, *Biserrula pelecinus* o *Crepis vesicaria* y que alberga un 4,5 % de las especies inventariadas; anuales/perennes policárpicas (Lh6), con un 3,4 % de especies, entre las que se encuentra *Plantago lanceolata*; perennes monocárpicas (Lh7), como *Centaurea*

paniculata, *Echium vulgare*, *Daucus carota* o *Capsella bursa-pastoris*, (tenemos un 3,9 de esta clase de especies) y perennes policárpicas (Lh9), con un 18,1 % de especies como *Ononis spinosa*, *Agrostis tenuis ssp. castellana*, *Sanguisorba minor* y *Poa bulbosa*. No se han encontrado diferencias significativas entre los grupos en la clase correspondiente a las anuales de invierno (Lh2), donde se encuadran prácticamente todas las especies de gramíneas y leguminosas de estos sistemas, además de otras como *Anacyclus clavatus* o *Hirschfeldia incana* (en esta última clase se sitúa el 48,0% de todas las especies estudiadas).

Tabla 2.- Especies más frecuentes que crecen en vertederos sellados sobre substratos arcósicos durante los primeros años de colonización natural

<i>Aegilops geniculata</i> Roth	<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagréze - Fossat
<i>Aegilops triuncialis</i> L.	<i>Hordeum murinum</i> L.
<i>Agrostis tenuis</i> Boiss. & Reuter	<i>Jasione montana</i> L.
<i>Agrostis pourretii</i> Willd.	<i>Lamium amplexicaule</i> L.
<i>Alyssum granatense</i> Boiss. & Reuter	<i>Leontodon longirostris</i>
<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin
<i>Andryala integrifolia</i> L.	<i>Marrubium vulgare</i> L.
<i>Anthyllis cornicina</i> L.	<i>Medicago polymorpha</i> L.
<i>Anthyllis lotoides</i> L.	<i>Ononis spinosa</i> L.
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso	<i>Papaver rhoeas</i> L.
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	<i>Plantago coronopus</i> L.
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	<i>Plantago lagopus</i> L.
<i>Bromus diandrus</i> Roth	<i>Poa trivialis</i> L.
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	<i>Polygonum aviculare</i> L.
<i>Bromus madritensis</i> L.	<i>Pulicaria paludosa</i> Link
<i>Bromus rubens</i> L.	<i>Scolymus hispanicus</i> L.
<i>Bromus tectorum</i> L.	<i>Silene colorata</i> Poirer
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis	<i>Spergularia rubra</i> (L.) J et C Presl.
<i>Carthamus lanatus</i> L.	<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevski
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner
<i>Cichorium intybus</i> L.	<i>Trifolium angustifolium</i> L.
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Trifolium arvense</i> L.
<i>Corynephorus fasciculatus</i> Boiss et Reuter.	<i>Trifolium campestre</i> Schreber
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	<i>Trifolium cherleri</i> L.
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	<i>Trifolium gemellum</i> Pourret ex Willd
<i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Trifolium glomeratum</i> L.
<i>Diplotaxis virgata</i> (Cav.) DC.	<i>Trifolium hirtum</i> All.
<i>Echium vulgare</i> L.	<i>Trifolium striatum</i> L.
<i>Eryngium campestre</i> L.	<i>Trifolium tomentosum</i> L.
<i>Filago lutescens</i> Jordan	<i>Trisetum paniceum</i> (Lam.) Pers.
<i>Filago pyramidata</i> L.	<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmelin

El análisis comparativo entre las especies de pastos y vertederos muestra que las diferencias existentes en las especies correspondientes a las clases 3, 5, 6, 7 y 9 son significativas (ver Tabla 3). Los barbechos presentan, con respecto a los pastos, un menor porcentaje de especies perennes, pero un mayor nº de especies que forman un banco de semillas permanente o con capacidad de dispersión por el viento, propias de los lugares sometidos a perturbaciones impredecibles, así como mayor proporción de especies con capacidad de florecer en cualquiera de los meses de primavera-verano, con períodos de floración prolongados. Ello explica el que contribuyan a ese potencial de respuesta frente a la perturbación, además de ser un atributo relacionado también con un hábitat con más fertilidad residual de fósforo como indicábamos anteriormente. Todas estas características son propias de las denominadas "malas hierbas" de los cultivos que están muy adaptadas a una alta frecuencia de perturbación mecánica (Ohtsuka y Ohsawa, 1994; Trémont y McIntyre, 1994).

Los procesos relacionados con la fase regenerativa tienen especial importancia en los medios sometidos a continuas perturbaciones, en los que la mortandad de las plantas es muy elevada y la supervivencia de los propágulos es por lo tanto esencial. Las especies anuales constituyen la forma biológica más adaptada y frecuente en estos medios, siendo la semilla la casi única conexión entre

generaciones. Aunque el peso y la forma de la misma son los dos factores que combinados se relacionan con el grado de contribución a la formación al banco de semillas, nosotros solamente hemos tenido en cuenta en este trabajo el peso de las mismas.

Tabla 3- Comparación entre sí de pastos, barbechos y vertederos respecto a diversos atributos de las especies (ver texto para las siglas). Los análisis se han efectuado con datos de presencia/ausencia.

Pastos vs. Vertederos	Vertederos	Pastos	Nivel
Lh3	24,8	18,5	*
Lh5	7,3	5	*
Lh6	1,2	3,3	***
Lh7	0,5	2,2	***
Lh9	5,8	15,5	***
P3	29,5	22,5	*
P4	12	23,3	***
P6	22,5	17,7	*
Inicio floración	49,8	93,6	***
Duración floración	54,4	90,4	***
Pastos vs. Barbechos	No existen diferencias significativas		
Barbechos vs. Vertederos	Vertederos	Barbechos	Nivel
Lh5	7,3	4,8	*
Lh9	5,8	12,1	***
P2	17	10,6	*
P3	29,5	19,1	***
P4	12	18,3	*
Inicio floración	49,8	87,8	***
Duración floración	54,4	83,6	***

Entre las 7 clases que han sido consideradas para agrupar el peso de las semillas de las plantas analizadas, solamente las de las clases 2, 3, 4 y 6 han resultado tener diferencias significativas entre los grupos coconsiderados (Tabla 3) y que detallamos a continuación:

P2, semillas con peso < 0.2 mg, como las de *Senecio vulgaris*, *Tolpis barbata*, *Capsella bursa-pastoris* o *Juncus buffonius*; P3 (peso entre 0.2-0.5 mg) como las semillas de las especies *Trifolium arvense*, *Crepis capillaris*, *C. vesicaria*, *Anagallis arvensis* o *Hirschfeldia incana*; P4 (peso entre 0.5-1 mg), como las de *Dactylis glomerata*, *Anthyllis lotoides*, *Daucus carota* o *Plantago lanceolata* y P6 (semillas de 2 a 10 mg) como las de *Lathyrus angulatus*, *Ornithopus compressus*, *Echium vulgare* y *Medicago polymorpha*.

Hemos considerado también los parámetros "inicio de la floración" y "duración de la misma", atributo relacionado con la fase regenerativa, ya que la mayor plasticidad en los momentos de floración y fructificación es una característica que confiere a las especies una mayor capacidad de respuesta en medios con perturbaciones impredecibles. Los resultados indican que los meses primaverales, con un 27.3, 33.8, 15.2 y 8.2 respectivamente entre marzo y junio, son los meses de inicio de la floración para la mayoría de las especies en este territorio, la cual se prolonga entre 1 a 6 meses para el 91% de las especies. A continuación se muestran los datos concretos del tiempo en que puede prolongarse la floración: 1 mes (1.5 % de las especies), como *Anthyllis cornicina*, *Andryala laxiflora* o *Centaurea ornata*; 2 meses (17.2 % de las especies), como *Bromus rubens*, *Corynephorus fasciculatus*, *Medicago orbicularis*, *Cnicus benedictus* o *Sanguisorba minor*. 3 meses (33.8 %), entre las que se encuentran, por ejemplo, *Biserrula pelecinus*, *Trifolium tomentosum*, *Lactuca serriola*; 4 meses (22.2 %), como *Agrostis pourretii*, *Hordeum murinum* o *T. arvense*; 5 meses (10.6 %), entre las que están *Dactylis glomerata*, *T. campestre* o *Echium plantagineum*; 6 meses (5.6 %): *Mibora minima*, *Poa annua*, *Herniaria hirsuta*, *Juncus buffonius*, *Plantago afra*; 7 meses (3.5%): *Pulicaria paludosa*, *Anagallis arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Diplotaxis virgata*; 8 meses (2.5%): *Calendula arvensis* o

Hirschfeldia incana, y con 9 meses (1.5%), pueden citarse: *Cynodon dactylon*, *Cerastium glomeratum* o *Capsella bursa-pastoris*.

CONCLUSIONES

La menor proporción de especies que forman un banco de semillas importante y la menor plasticidad en la floración de la vegetación espontánea de los vertederos, nos parece indicar que, aunque se haya originado como consecuencia de una importante acción antrópica, las especies no están adaptadas para responder a nuevas perturbaciones, como son las elevadas concentraciones de salinidad y de algunos elementos. Todo ello refleja, de alguna manera, la fragilidad de la incipiente comunidad herbácea del vertedero si bien, los resultados obtenidos, resultan interesantes respecto a la posible utilización de ciertas plantas de pasto para la fitorrecuperación de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto AMB99-1219 financiado por la CICYT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DEAN, W.R.J.; MILTON, S.J.; RYAN, P.G.; MOLONEY, C.L., 1994. The role of disturbance in the establishment of indigenous and alien plants at Inaccessible and Nightingale Islands in the South Atlantic Ocean. *Vegetatio*, **113**, 13-23.
- HENDRY, G.A.F; GRIME, J.P., 1993. *Methods in Comparative Plant Ecology. A laboratory manual*. Chapman and Hall, New York. (USA).
- HERNÁNDEZ, A.J.; PASTOR, J., 1989. Técnicas analíticas para el estudio de las interacciones suelo-planta. *Henares, Rev. Geol.*, **3**, 51-92.
- GRIME, J.P.; HODGSON, J.G.; HUNT, R., 1988. *Comparative Plant Ecology: A Functional Approach to Common British Plants*. Ed. Unwin Hyman, London. (Reino Unido).
- OHTSUKA, T.; OHSAWA, M., 1994. Accumulation of buried seeds and establishment of ruderal therophytic communities in disturbed habitat, central Japan. *Vegetatio*, **110**, 83-96.
- TRÉMONT, R. M.; McINTYRE, S., 1994. Natural grassy vegetation and native forbs in temperate Australia: structure, dynamics and life histories. *Austral. J. Botany*, **42**, 511-568.
- TUTIN, T.G., 1964-1980. *Flora europaea*. 5 vols. Cambridge University Press, Cambridge. (Reino Unido).
- URCELAI, A.; PASTOR, J.; HERNÁNDEZ, A.J., 1999. Use of different ordination techniques for studying human activity in herbaceous systems. In *4th Systems Science European Congress*, 571-580, Ed. L.Ferrer *et al.* Diputación de Valencia.

SOIL CHEMICAL CHARACTERISTICS AND MAIN FEATURES OF VEGETATIVE AND REGENERATIVE STAGES OF SPECIES COLONIZING SEALED LANDFILLS WITH RESPECT TO PASTURE AND FALLOW LANDS.

SUMMARY

Nineteen chemical variables were determined in the soil of pasture- and fallow land found on Madrid's arkosic terrain. These data are to be compared with those corresponding to the covering soil layer of mixed-waste, sealed landfills. Possible differences among the 3 types of system will be applied in evaluating the nutritional environment of pasture species capable of colonising the initial stages of ecological succession in landfills. These systems have already shown highly significant differences in variables such as the life cycle, flowering onset and period, and seed weight of species.

Key words: seed weight, colonising disturbed habitats, landfill phytorecovery.

**RECARGA DEL BANCO DE SEMILLAS EN UN PRADO PIRENAICO
TRAS EL PRIMER CORTE DE LA HIERBA**

fresca/ha a la salida de cada invierno, y cada 2-3 años se aplica de modo complementario pequeñas dosis de abonado mineral complejo (7-20-14, 0-14-7, 0-14-14-5, según años).

Estimación del banco de semillas

El estudio del banco de semillas del suelo se realizó durante el año 1993. El primero de los dos muestreos data del mes de febrero, el segundo se efectuó en el mes de julio, tras el primer corte de la hierba. Con la ayuda de una sonda manual de 3,5 cm de diámetro y 20 cm de profundidad se extrajeron en cada uno de los dos muestreos 100 cilindros de suelo distribuidos al azar sobre la superficie total del prado. El volumen total de suelo recolectado en cada momento fue de 19 242 cm³.

Las 100 muestras obtenidas se mezclaron y se homogeneizaron en el laboratorio, reduciéndose a 10 el número de submuestras objeto de posteriores análisis. La estimación del banco tanto en febrero como en julio, se efectuó mediante la puesta de germinación de las diez submuestras individualizadas en una cámara programada para unas condiciones de fotoperiodo de 14 h luz a 25°C y 10 de oscuridad a 15°C. Este método de concentración previa de las muestras y puesta en germinación, propuesto por Barralis y Chadoeuf, (1980), ya se describió en Reiné y Chocarro (1993).

Análisis de los datos

A partir del número de semillas y de especies identificadas en cada muestra se estimó la densidad de semillas en el suelo en términos de número medio de semillas viables/m², y la abundancia de especies como número medio de especies/ 9,62 cm² (superficie de una muestra). También se calcularon los correspondientes errores estándar de las estimaciones.

Con la Prueba U de Mann-Whitney ANOVA por rangos para dos muestras independientes (Zar, 1984), se analizaron las diferencias entre los resultados de estimación obtenidos en febrero y en julio.

RESULTADOS

Densidad y número medio de especies de los bancos de semillas

El número total de semillas viables por metro cuadrado en los primeros 20 cm de suelo se incrementó de manera significativa en el mes de julio. Tal como se observa en la Figura 1, la densidad estimada pasó de 11 433 semillas/m² en el mes de febrero a 30 662 semillas/m² en julio. Las cantidades de julio doblan a las cuantificadas en la época invernal.

El número medio de especies identificadas por muestra (9,62 cm²) también se incrementó significativamente en julio. De una media de 7,1 especies/muestra se pasó a las 10,7 especies/ muestra (Figura 2).

Figura 1: Densidades medias de semillas enterradas en el suelo y error estándar de cada estimación en los muestreos de febrero y de julio. La comparación entre las dos épocas fue significativa (Prueba de Mann-Whitney; n=20; p<0,01)

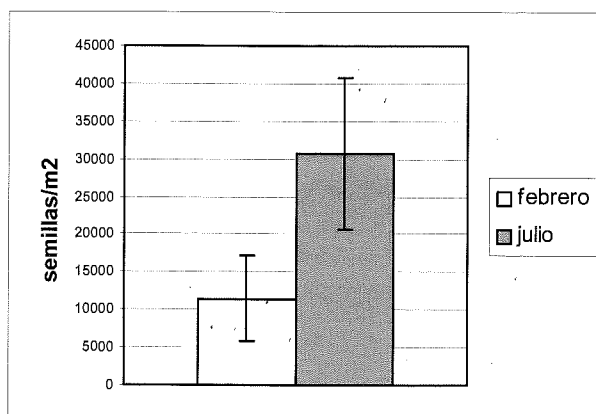
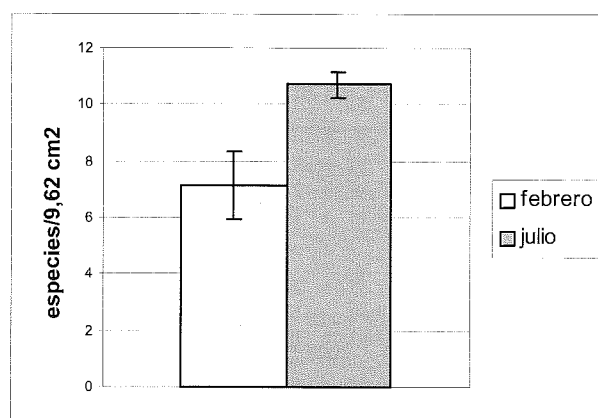


Figura 2: Número medio de especies identificadas en cada muestra y error estándar de la estimación en los muestreos de febrero y de julio. La comparación entre las dos épocas fue significativa (Prueba de Mann-Withney, $n=20$; $p<0,05$)



Composición taxonómica

En la tabla 1 se puede apreciar la composición florística comparada de los muestreos de febrero y de julio. Cotejando las densidades estimadas de cada especie mediante la prueba de Mann-Withney, se obtuvieron diferencias significativas en el 17,9% de los taxones. Fueron los siguientes: *Agrostis capillaris* pasó de tener 1247 semillas/m² en los primeros 20 cm de suelo a tener 6340 semillas/m² en julio, *Arrhenatherum elatius* no se identificó en invierno y en julio tuvo 831 semillas/m², la densidad de *Dactylis glomerata* en febrero fue de 103 semillas/m² mientras que en julio fue de 4677, *Festuca pratensis* sólo estuvo presente en julio con 2286 semillas/m², *Holcus lanatus* también incrementó sus cantidades en el verano, de 623 semillas/m² pasó a 3845; *Lamium purpureum* en febrero tuvo 1663 y en julio 1351 semillas/m² siendo la única especie que descendió sus reservas en el muestreo estival, finalmente *Taraxacum officinale* en febrero presentó 103 semillas/m² frente a las 1663 que se estimaron en julio.

DISCUSIÓN

Los contenidos de semillas enterradas variaron a lo largo de la campaña vegetativa. Varios autores han detectado esta gran variación estacional que se contrasta con las escasas diferencias interanuales en las poblaciones de semillas del suelo (Thompson y Grime, 1979; Schenkeveld y Verkaar 1984; Graham y Hutchings, 1988; Lavorel *et al.*, 1993). También el número medio de especies se vio incrementado en el muestreo estival, de los autores anteriores, únicamente Graham y Hutchings (1988) no encontraron una variación estacional clara en el número de especies.

Nuestros resultados han indicado un incremento significativo en el banco de julio de un conjunto de especies, en su mayoría gramíneas (*Agrostis capillaris*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, y *Holcus lanatus*) y de alguna dicotiledónea como *Taraxacum officinale*. Thompson y Grime (1979), también encontraron en su trabajo semillas de algunas gramíneas únicamente durante el periodo estival que precede a su producción, por lo que las clasificaron como formadoras de bancos transitorios. A este grupo pertenecen algunas de nuestras especies que sólo se hallaron en el segundo muestreo, como *Arrhenatherum elatius*, y *Festuca pratensis*, cuyo dominio en la producción de semillas en la época de realización del primer corte de estos prados, era ya conocido (Reiné y Fillat, 1992).

Tabla 1: Composición florística comparada del banco de semillas del suelo en los muestreos de febrero y julio. Densidad estimada en número medio de semillas/m² ± error estándar. Prueba de Mann-Withney (n=20; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s).

ESPECIES IDENTIFICADAS EN EL BANCO DE SEMILLAS	NUMERO MEDIO DE INDIVIDUOS (media/m ² ± s.e.)		
	FEBRERO	JULIO	p
<i>Agrostis capillaris</i>	1.247,29 ± 373,16	6.340,40 ± 1.448,97	**
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	415,76 ± 229,82	—	n.s.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	103,94 ± 103,94	311,82 ± 158,77	n.s.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	—	831,53 ± 302,05	*
<i>Bromus hordeaceus</i>	—	207,88 ± 207,88	n.s.
<i>Carex caryophylllea</i>	311,82 ± 221,85	103,94 ± 103,94	n.s.
<i>Cerastium fontanum</i>	519,70 ± 173,23	311,82 ± 221,85	n.s.
<i>Chenopodium album</i>	103,94 ± 103,94	—	n.s.
<i>Clinopodium vulgare</i>	—	207,88 ± 207,88	n.s.
<i>Dactylis glomerata</i>	103,94 ± 103,94	4.677,34 ± 932,90	***
<i>Daucus carota</i>	415,76 ± 169,73	207,88 ± 138,59	n.s.
<i>Festuca arundinacea</i>	—	103,94 ± 103,94	n.s.
<i>Festuca pratensis</i>	—	2.286,70 ± 787,03	**
<i>Festuca rubra</i>	—	103,94 ± 103,94	n.s.
<i>Galium aparine</i>	103,94 ± 103,94	—	n.s.
<i>Geranium molle</i>	103,94 ± 103,94	—	n.s.
<i>Holcus lanatus</i>	623,65 ± 623,65	3.845,82 ± 620,75	**
<i>Hypericum maculatum</i>	103,94 ± 103,94	—	n.s.
<i>Juncus articulatus</i>	103,94 ± 103,94	—	n.s.
<i>Juncus bufonius</i>	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	n.s.
<i>Juncus effusus</i>	311,82 ± 221,85	831,53 ± 532,26	n.s.
<i>Lamium purpureum</i>	1.663,06 ± 518,55	1.351,23 ± 270,60	**
<i>Leontodon hispidus</i>	—	207,88 ± 138,59	n.s.
<i>Lolium perenne</i>	—	2.078,82 ± 726,76	n.s.
<i>Medicago lupulina</i>	1.455,17 ± 385,81	1.039,41 ± 379,54	n.s.
<i>Medicago minima</i>	103,94 ± 103,94	—	n.s.
<i>Medicago sativa</i>	—	207,88 ± 138,59	n.s.
<i>Origanum vulgare</i>	103,94 ± 103,94	—	n.s.
<i>Picris hieracioides</i>	311,82 ± 158,77	—	n.s.
<i>Plantago lanceolata</i>	103,94 ± 103,94	207,88 ± 207,88	n.s.
<i>Poa pratensis</i>	311,82 ± 221,85	1.663,06 ± 762,23	n.s.
<i>Ranunculus bulbosus</i>	415,76 ± 169,73	415,76 ± 229,82	n.s.
<i>Rumex acetosa</i>	—	103,94 ± 103,94	n.s.
<i>Stellaria media</i>	1.039,41 ± 409,95	519,70 ± 232,42	n.s.
<i>Taraxacum officinale</i>	103,94 ± 103,94	1.663,06 ± 469,97	**
<i>Trifolium pratense</i>	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	n.s.
<i>Trifolium repens</i>	519,70 ± 173,23	311,82 ± 158,77	n.s.
<i>Urtica dioica</i>	103,94 ± 103,94	—	n.s.
<i>Verbena officinalis</i>	—	103,94 ± 103,94	n.s.
Sin identificar	415,76 ± 169,73	103,94 ± 103,94	n.s.

Schenkeveld y Verkaar (1984), relatan que en general los bancos de las especies de corta vida en el suelo, son los que mayor variación estacional poseen. Sin embargo en los resultados que se discuten han destacado significativamente por su abundancia en julio, otras especies de gramíneas también presentes en la estación invernal en el banco y por lo tanto con carácter persistente como *Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus* y *Dactylis glomerata*.

Esta última especie es clasificada por Thompson y Grime (1979) y Grime *et al.* (1988), como formadora de bancos transitorios. Sin embargo por su presencia en las dos épocas muestrales del banco, cabría clasificarla como formadora de bancos persistentes, al menos en este tipo de prados. De todas formas en el último trabajo recopilatorio de Thompson, *et al.* (1997), ya se acepta que algunas especies forman distintos tipos de bancos según las comunidades en las que se muestrean.

CONCLUSIONES

Los prados estudiados han presentado unas fuertes diferencias en sus contenidos de semillas/m² y número medio de especies, entre el muestreo efectuado en febrero de 1993 y el de julio del mismo año. Esto indica una clara variación estacional de los componentes del banco a lo largo de un ciclo vegetativo.

Las especies causantes de las diferencias fueron en su mayoría gramíneas, unas de carácter transitorio en el banco (*Arrhenatherum elatius* y *Festuca pratensis*) y otras más persistentes en el suelo (*Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus* y *Dactylis glomerata*).

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones cuyos resultados se han presentado se realizaron en el Instituto Pirenaico de Ecología de Jaca (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) bajo la financiación del proyecto E.G.R.O. "Extensive management of grassland, impact on conservation of biological resources and farm output" EC AIR3-CT 920079-Programme.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRALIS, G.; CHADOEUF, R., 1980. Etude de la dynamique d'une communaute adventice: I. Evolution de la flore adventice au cours du cycle vegetatif d'une culture. *Weed Research*, **20**, 231-237.
- GRAHAM, D.J.; HUTCHINGS, M.J., 1988. Estimation of the seed bank of a chalk grassland ley established on former arable land. *Journal of Applied Ecology*, **25**, 241-252.
- GRIME, J.P.; HODGSON, J.G.; HUNT, R., 1988. *Comparative Plant Ecology: "A functional approach to common British species"*. London, Unwin Hyman Ltd.
- LAVOREL, S.; DEBUSSCHE, M.; LEBRETON, J.D.; LEPART, J., 1993. Seasonal patterns in the seed bank of Mediterranean old-fields. *Oikos*, **67**(1), 114-128.
- 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.
- REINÉ, R.; FILLAT, F., 1992. *Prados de siega del Pirineo Central. Características de la producción de semillas en el primer corte*. Actas de la XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P., Pamplona, Ed. Gobierno de Navarra. pp: 214-218.
- SCHENKEVELD, A.J.; VERKAAR, H.J., 1984. The ecology of short-lived forbs in chalk grasslands: distribution of germinative seeds and its significance for seedling emergence. *Journal of Biogeography*, **11**, 251-260.
- SIMPSON, R.L.; LECK, M.A.; PARKER, V.T., 1989. Seed banks: General Concepts and Metodological Issues. *Ecology of soil seed banks*. V. T. P. M.A. Leck, R.L. Simpson. San Diego CA, Academic Press. pp: 3-9.
- THOMPSON, K.; BAKKER, J.P.; BEKKER, R.M., 1997. *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge, Cambridge University Press. 276 pp.
- THOMPSON, K.; GRIME, J.P., 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology*, **67**, 893-921.
- ZAR, J.H., 1984. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice Hall. 718 pp.

SEASONAL CHANGES IN THE SOIL SEED BANK IN A MEADOW COMMUNITY

SUMMARY

The seasonal variation in the soil seed bank in a mountain meadow was analysed. Soil samples were taken in the most important moments in the growth vegetation of the community: February (zero growth) and July (first cut of the grass). The identification and quantification of the viable seeds by the germination in the controlled chamber method were carried out.

The differences between samplings in the meadow were tested using Mann-Whitney test. The mean density of the soil seed bank and the mean number of species increased in the summer season. The grasses species caused the principal differences.

Key words: viable seed, grasses, cutting, mountain meadow.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL PASTIZAL ACOMPAÑANTE DE *CYTISUS MULTIFLORUS* (L'HÉR.), TRAS DESBROCE Y POSTERIOR QUEMA

T. BUYOLO, J.C. ESCUDERO

Área Ecología. Dpto. Física. Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n 06071 Badajoz

RESUMEN

En este estudio se aborda el análisis de variaciones producidas en la vegetación herbácea que acompaña a una comunidad arbustiva de retama blanca (*Cytisus multiflorus* (L'Hér.)) y retama (*Retama sphaerocarpa* (L.)), en el que ha tenido lugar una perturbación del medio por un intenso desbroce de todo el material leñoso y su posterior quema, afectando al estrato herbáceo, aunque en su desarrollo posterior, prácticamente no experimentó cambios significativos en cuanto a la cobertura del sustrato.

En este trabajo se intenta poner de manifiesto, mediante el análisis de las variaciones taxonómicas y de parámetros cuantitativos, cómo la gran mayoría de las especies presentes antes del incendio se mantienen después, y cómo solo una pequeña parte de la comunidad herbácea, sufre variaciones, desapareciendo fundamentalmente integrantes de la familia *Fabaceae* y por el contrario aparecen especies incluidas en la familia *Poaceae*.

Palabras clave: composición herbácea, incendio, riqueza florística, diversidad.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, el fuego ha constituido un factor de perturbación habitual sobre los ecosistemas vegetales mediterráneos (Caturla et al., 2000; Whelan, 1995; Hanes, 1977; Naveh, 1975), y más concretamente sobre los estratos arbustivos y herbáceos (Elliot et al., 1999; Caturla et al., 2000; Tárrega et al., 2001). Muchas de las especies arbustivas tienen capacidad para regenerar sus partes vegetativas tras esta perturbación, como es el caso de las especies leguminosas, retama blanca (*Cytisus multiflorus* (L'Hér.)) y retama (*Retama sphaerocarpa* (L.)) (Fernández-Santos et al., 1995), afectando por tanto al posterior desarrollo del estrato herbáceo subyacente.

Las comunidades herbáceas naturales, sufren modificaciones en sus estructuras y composiciones florísticas postfuego (Caturla, 2000; Bazzaz, 1975), viéndose afectados su mecanismos de colonización y regeneración vegetativa y mediante semillas, lo que se traduce en la posibilidad de desaparecer ciertas especies tras el fuego o aparecer nuevas tras la perturbación. Una perturbación producida por un fuego durante un período de tiempo más o menos corto, produce una serie de modificaciones sobre el sustrato, como incremento en la disponibilidad de nutrientes o menor incidencia de los patógenos del suelo sobre la viabilidad de las semillas (Neary et al., 1999), que junto con la diferente tolerancia de las semillas a las altas temperaturas (Moreno et al., 1991), van a producir variaciones en las composiciones florísticas antes y después del fuego. En este trabajo se pretende analizar la evolución sufrida por la cubierta herbácea acompañante de un sistema de matorral de leguminosas, antes y después de la corta de las especies leñosas y su posterior quema.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la zona

El área de estudio se sitúa en la Comarca de Campo Arañuelo, en el noreste de la región extremeña. El área de muestreo está formada por un sistema de vegetación carente de estrato arbóreo, en el que la representación de vegetación leñosa se debe a la presencia de dos especies de arbustos leguminosos, retama blanca (*Cytisus multiflorus* (L'Hér.)), y en menor número, retama (*Retama sphaerocarpa* (L.)).

Durante 1998, en la estación de Otoño, se produjo una alteración del estrato arbustivo, que fue cortado y posteriormente quemado. Este matorral se desarrollaba muy denso, de manera que los rodales de los distintos fuegos que se han realizado, prácticamente han hecho desaparecer la totalidad del estrato herbáceo.

Diseño del experimento

En la zona de estudio se viene realizando un seguimiento cuantitativo de la vegetación herbácea, efectuando muestreos estacionales durante el invierno, primavera y otoño, correspondientes al período 1997/00. La valoración se ha efectuado mediante diez muestreos de frecuencias, considerando como unidad de muestreo, un cuadrado de 50 x 50 cm, subdividido en 25 cuadrados. Se contabiliza la frecuencia de una determinada especie como el número de subcuadrados en los que aparece.

Análisis de los datos

A partir de los datos de frecuencias se han 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 (Shannon et al., 1949)).

Los diferentes análisis de comparación son: comparación de la riqueza florística anual en las situaciones prefuego (1998) y postfuego (1999) y Test de Hatchenson (Magurran, 1989; Elliot et al., 1999), para el establecimiento de las diferencias entre los valores de diversidad específica estacional a lo largo del período de estudio y entre las situaciones antes y después del fuego. Se establecen las diferencias entre cada par de valores para un grado de significación del 0,95.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la Riqueza florística y frecuencia de aparición

La Tabla I, recoge la composición florística anual correspondiente a los años 1998, situación anterior a los procesos de desbroce y quema, y 1999, posterior al proceso de fuego, junto con el valor de frecuencia de cada una de las especies, con el objeto de analizar no solo variaciones cualitativas, sino también cómo evolucionan sus representatividades en el pastizal, antes y después del incendio.

Tabla I.- Valores de frecuencia anual, correspondientes a cada especie contabilizadas en las situaciones anterior y posterior al fuego.

Especies	Prefuego 1998	Postfuego 1999
Riqueza florística anual	70	70
Frecuencia anual media total	22,89	24,31
Nº spp. que desaparecen	22	-
Nº spp que aparecen	-	22
Frecuencia media spp. que desaparecen	28,96	-
Frecuencia media spp. que aparecen	-	32,21

El total de especies contabilizadas durante 1998, es 70, de las cuales el 68,5% (48 especies) permanecen durante 1999 y el 31,4% (22 especies) desaparecen de los muestreos efectuados en este último año. Pero a su vez, en esta, se han detectado nuevas especies, también en número de 22, representando nuevamente un 31,4% del total.

Si se analizan los valores de frecuencias de aparición en uno y otro año, las especies que permanecen constantes en ambas situaciones (48 especies), en el análisis postfuego contabilizan un incremento de sus frecuencias en un 11,2%. Es decir, las especies que mantienen su presencia en el pastizal independientemente de la perturbación que ha tenido lugar, experimentan un aumento de su presencia en la composición florística final tras el fuego.

Si se calculan las frecuencias de aparición de las especies que por el contrario, si muestran variabilidad en su presencia antes y después del fuego, se observa como las 22 especies que desaparecen durante 1999, presentan antes del fuego una frecuencia superior a las 22 que se han contabilizado en la situación postfuego, incremento que corresponde al 26,4%.

Las especies constantes en las situaciones pre y postfuego, incrementan sus frecuencias de aparición. Mientras, las que entran a formar parte del nuevo sistema de pastizal lo hacen con frecuencias menores, debido a que se están produciendo procesos de colonización de esas áreas alteradas, lo que se traduce en menores representatividades, en definitiva, en menor competencia, circunstancia que es aprovechada por las especies constantes pre y postfuego, que como se ha comprobado, aumentan sus frecuencias de aparición en el pastizal establecido. Pero como resultado final de ambas situaciones, la frecuencia herbácea total prácticamente se mantiene estable antes y después del incendio o con un ligero incremento (Elliot et al., 1999).

Evolución de la composición de especies

Para realizar este análisis, se han contabilizado en primer lugar qué especies varían antes y después de la perturbación, agrupándolas por Familias (Fig. 1), en el que cada una queda representada por el número de especies que desaparecen o aparecen. De forma paralela, se valora la frecuencia anual para esas especies, agrupándolas de nuevo en función de la Familia a la que pertenecen (Fig. 2), obteniendo la evolución tanto cualitativa como cuantitativa de la composición florística.

Fig. 1.- Clasificación de las Familias en las situaciones anterior y posterior al fuego, en función del número de especies que aparecen y desaparecen.

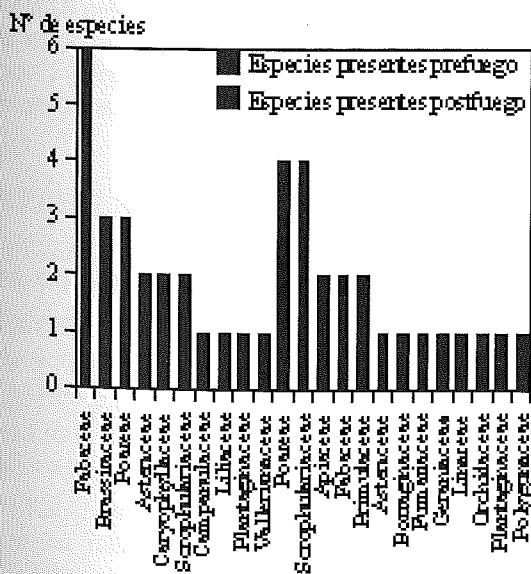
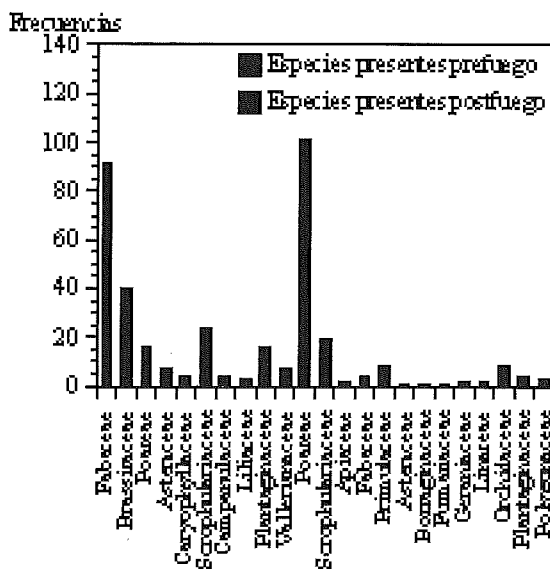


Fig. 2.- Clasificación de las Familias en las situaciones anterior y posterior al fuego, en función de las frecuencias de aparición.



A partir de la Fig. 1, se observa como se mantienen diferentes distribuciones de Familias. En 1998, las especies se reparten en 10 Familias, de las cuales, *Fabaceae*, es la que presenta mayor número de especies que desaparecen. Durante 1999, las 22 especies que aparecen, quedan repartidas en 13 Familias, siendo las más representadas, *Poaceae* y *Scrophulariaceae*, ambas con 4 especies nuevas.

Pero hay otro aspecto a destacar, y es el número de Familias que aparecen con un solo representante, que para 1998 es de 4 (*Campanulaceae*, *Liliaceae*, *Plantaginaceae*, *Valerianaceae*), mientras que en 1999 este número se duplica, contabilizándose 8 Familias (*Asteraceae*, *Borraginaceae*, *Fumariaceae*, *Geraniaceae*, *Linaceae*, *Orchidaceae*, *Plantaginaceae*, *Polygonaceae*).

La Fig. 2 muestra la valoración de las frecuencias anuales obtenidas para cada Familia. Durante 1998, nuevamente la Familia *Fabaceae* no solo pierde el mayor número de especies (Fig. 1), sino también la mayor representatividad en cuanto a frecuencias. Del resto de 9 Familias, tres (*Brassicaceae*, *Scrophulariaceae*, *Plantaginaceae*), también pierden especies con frecuencias elevadas. Por el contrario, durante 1999 las Familias que se incorporan al estrato herbáceo lo hacen todas con frecuencias muy bajas, excepto la Familia *Poaceae*, que aunque incluye menor número de especies que la Familia *Fabaceae* en 1998 (Fig. 1), si mantiene valores máximos de frecuencias para ambas situaciones.

Evolución de la Diversidad

Las variaciones de diversidad se han establecido mediante el Test de Hatchenson (Magurran, 1989; Elliot et al., 1999), analizándolo desde el punto de vista estacional, con los siguientes resultados:

Invierno.- Las situaciones prefuego corresponden a 1997 y 1998, mientras que la situación postfuego tan solo corresponde al Invierno de 2000, ya que durante 1999 no se realizaron muestreos en el área por estar aún con labores de limpieza de todo el material quemado. En ambas comparaciones (Tabla II), se obtuvieron variaciones significativas entre los valores de diversidad. No solo se ha producido una variación cualitativa, recambiándose unas especies por otras, sino también, en cuanto a su representatividad. Los valores de diversidad experimentan un incremento durante el Invierno, a partir de la perturbación pasando de 4,45 bits en 1997 a 4,64 bits en 1998 y marcando un máximo de 4,9 bits en 2000, y por tanto la recuperación de la vegetación herbácea invernal.

Tabla II.- Valores de diversidad específica estacional, calculados para el período de estudio comprendido entre 1997/2000, y resultados del test de Hatchenson para un nivel de significación del 95% entre las situaciones anterior y posterior al fuego. Los años marcados con un * en las comparaciones, no corresponden a situación prefuego, pero se ha mantenido el formato para una mejor comprensión de los resultados.

Invierno					Primavera				
Prefuego		Postfuego		diferencia	Prefuego		Postfuego		diferencia
año	Div.	año	Div.		año	Div.	año	Div.	
1997	4,45	1999	-	-	1997	4,07	1999	4,78	S
1998	4,64	1999	-	-	1998	4,40	1999	4,78	S
1997	4,45	2000	4,90	S	1997	4,07	2000	4,94	S
1998	4,64	2000	4,90	S	1998	4,40	2000	4,94	S
					1999*	4,78	2000	4,94	S*

Otoño				
Prefuego		Postfuego		diferencia
año	Div.	año	Div.	
1997	4,65	1999	4,42	S
1998	-	1999	4,42	-
1997	4,65	2000	4,30	S
1998	-	2000	4,30	-
1999*	4,42	2000	4,30	N*

Primavera.- En este caso, las situaciones prefuego corresponden a 1997 y 1998 y postfuego a 1999 y 2000 (Tabla II), en todos los casos con diferencias significativas. Como análisis complementario, se han comparado las composiciones florísticas durante esta estación, entre los años 1999 y 2000, ambos posteriores al fuego, con el objeto de poder establecer el grado de variabilidad de la cubierta herbácea. Como resultado se ha obtenido una diferencia significativa. Se han detectado marcadas

- HANES, T., 1977. Succession after fire in the chaparral of Southern California. *Ecological Monograph*, **41**, 27-52.
- MAGURRAN, A.E., 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral, Barcelona (España).
- MORENO, J.M.; OECHEL, W.C., 1991. Fire intensity effects on germination of shrubs and herbs in southern Californian chaparral. *Ecology*, **72**, 1993-2004.
- NAVEH, Z., 1975. The evolutionary significance of fire in the mediterranean region. *Vegetatio*, **9**, 199-206.
- NEARY, D.G.; KLOPATEK, C.C.; DEBANO, L.F.; FFOLLIOTT, P.F., 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management*, **122**, 51-71.
- SHANNON, C.E.; WEAVER, W., 1949. *The mathematical theory of communication*.
- TARREGA, R.; LUIS-CALABUIG, E.; VALBUENA, L., 2001. Eleven years of recovery dynamic after experimental burning and cutting in two *Cistus* communities. *Acta Oecologica*, **22**, 277-283.
- WHELAN, R.J., 1995. *The ecology of fire*. Cambridge University Press, Cambridge. (Reino Unido).

TEMPORAL EVOLUTION OF THE PASTURE ACCOMPANYING OF *CYTISUS MULTIFLORUS* (L'HÉR.) AFTER CLEARING AND FOLLOWED BY BURNING

SUMMARY

This study approaches the analysis of the variations that occurred in the pasture accompanying a community of *Cytisus multiflorus* (L'Hér.) and *Retama sphaerocarpa* (L.) shrubs, in which the medium was perturbed by intensive clearing of all the woody material to soil level followed by burning. While this affected the above-ground vegetation, in the subsequent regrowth there were practically no significant changes in substrate coverage. Our analysis of taxonomic variations and quantitative parameters shows that most of the species present before the fire are still present afterwards, and that only a small part of this pasture underwent variations, with the disappearance basically of members of the *Fabaceae* family and appearance of members of the *Poaceae* family.

Key words: herbaceous composition, burning, richness, diversity.

EFFECTO DEL PASTOREO POR BOVINO RETINTO SOBRE LA AMPLITUD DEL NICHU DE ESPECIES PASCÍCOLAS EN DEHESAS DE EXTREMADURA

D. PATON, E. DÍAZ-ROMERO

Unidad de Producción Animal. Departamento de Zootecnia. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. Avda. de la Universidad s/n 10071 Cáceres (España)

RESUMEN

Se realizó un muestreo de plantas pratenses durante las primaveras de 1994, 1995, 1996, 1999, 2000 y 2001. Los datos fueron sometidos a diferentes análisis multivariantes, al objeto de testar la idoneidad de todos ellos. Posteriormente, una vez seleccionado como mejor método el Análisis de Correspondencias sin Tendencia (ACST), se decidió observar la respuesta de las 65 pratenses más abundantes a los gradientes generados por el ACST. Los resultados permiten concluir que las especies siguen unos patrones agrupables como: generalistas o de nicho amplio, especialistas o de nicho restringido y polifuncionales o de nicho variable según las condiciones locales. Estos resultados nos ayudan a comprender mejor la compleja dinámica de las dehesas en Extremadura.

Palabras clave: Retinto, pastizal, nitrificación, encharcamiento, análisis de correspondencias.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes que influyen en la explotación de las áreas de pasto es su variabilidad botánica, la cual está influida especialmente por el propio efecto del ganado y por la variabilidad climática interanual (Hutchings y Gordon, 2001). El ganado con su comportamiento en pastoreo causa un efecto diferencial en la presión de uso, pisoteo y abonado sobre los pastizales (García-Ciudad *et al.*, 1997; Haas *et al.*, 2001). La variabilidad interanual en la cantidad y distribución de las precipitaciones es otro factor de enorme relevancia en la variabilidad botánica que se observa en las áreas de dehesa. Los Análisis Multivariantes (AM), nos brindan un procedimiento para entender esta variabilidad. En el presente trabajo mostramos los resultados de diferentes AM sobre una misma matriz de datos de pastizales, recogida en seis años de muestreos. Mediante esta aproximación metodológica no sólo pretendemos saber que AM es más eficaz en realizar ordenaciones de inventarios botánicos de pastizales, sino también determinar en el caso concreto de pastos mediterráneos bajo pastoreo continuo con bovino Retinto, que unidades de vegetación tenemos y como podemos aplicar esta información de cara a a gestión.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las zonas de muestreo abarcan diferentes 5 fincas con bovino Retinto, situadas en la comarca de los Llanos de Cáceres (términos municipales de Monroy y Sierra de Fuentes). Todas las fincas estudiadas tienen ganado desde hace al menos 10 años y dos de ellas desde hace más de 30 años. En todas las fincas se realizó un muestreo al azar durante las primaveras de 1994, 1995, 1996, 1999, 2000 y 2001 mediante cuadrículas de 50x50 cm en las que se contó la frecuencia de aparición de especies

(Patón *et al.*, 1997). Cada cuadrícula de 50x50 se rotó cuatro veces hasta cubrir un área de un metro cuadrado que fue la unidad de medida utilizada. En cada finca se cubrieron al menos 20 m² de superficie de muestreo. Este es el tamaño mínimo determinado mediante el método del cuadrado mancomunar de Pielou y que consiste en ir calculando la diversidad de Brillouin acumulada a medida que sumamos más superficie de muestreo (Patón *et al.*, 1997). A la matriz de datos obtenida se le aplicaron todos los análisis multivariantes del programa CANOCO (Ter Braak, 1991). Para determinar el mejor modelo, se siguieron dos criterios: número de unidades que discrimina y variabilidad recogida por los dos primeros ejes. Los dos primeros ejes del mejor modelo se ajustaron con las observaciones de cada especie mediante regresión cuadrática (Graybill y Iyer, 1994; Jobson, 1991). La morfología de la superficie cuadrática nos permitió caracterizar tres grupos de especies: de nicho amplio o con curvas cuadráticas grandes en el espacio bidimensional, de nicho estrecho si el área de la curva es reducida y de nicho variable si la distribución es bi o polimodal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de aplicar los 15 AM obtuvimos diferentes porcentajes de variabilidad recogida por los dos primeros ejes (Tabla 1). El Análisis de Correspondencias sin Tendencia (ACST) fue considerado el mejor, ya que fue el único método que permitió discriminar tres tipos de comunidades pascícolas con los dos primeros ejes. La interpretación de los dos ejes principales queda clara al visualizar la dispersión de especies (Figura 1). El primer eje corresponde al factor nitrificación ya que separa especies nitrófilas del resto. El segundo eje corresponde al factor encharcamiento, ya que separa especies ligadas a vaguadas con mayor contenido de agua edáfica. Diversos estudios consideran a ambos factores como los de mayor importancia para explicar la variabilidad botánica en pastos (Keane y Allen, 1999; Laws *et al.*, 2000). El exceso de nitrificación se produce por la costumbre de los rumiantes de agruparse en ciertas zonas para rumiar o descansar. Estas zonas de querencia tienen un alto nivel de uso. La interacción animal-pasto es un ejemplo de ecosistema en el que múltiples factores operan de modo bidireccional (Ludwig *et al.*, 2001). Las comunidades de nitrófilas que separa el primer eje están formadas por *Lavatera cretica*, *Hordeum leporinum*, *Erodium cicutarium* y *Senecio jacobaea* entre otras especies. El gradiente de encharcamiento, separa comunidades propias de navas y vaguadas como son *Cynodon dactylon*, *Juncus squarrosus*, *Carex spp.* y *Dactylis glomerata*. En el centro del espacio bidimensional se nos separó una tercera comunidad formada por las especies de pratenses propias del resto de áreas. El ACST separa con solo dos ejes tres tipos de comunidades pratenses lo que permite destacar la superioridad de este procedimiento frente a otros más utilizados pero con menos capacidad de discriminación. Según la ordenación de cada especie en el espacio bidimensional se separan tres estrategias: especies con nicho amplio o generalistas, con nicho restringido o especialistas y con nicho polimodal (Figuras 2, 3 y 4). Los resultados indican una alta heterogeneidad común a otros ecosistemas pascícolas (McLeod, 1997; Patón *et al.*, 1995; 1997; Shiyomi *et al.*, 2000). Algunos estudios con ganado bovino muestran que el aporte de deyecciones puede llegar a 400 kg ha⁻¹ año⁻¹, lo cual puede hacer innecesario aportar más fertilizante (Ten Berge *et al.*, 2001). La alta heterogeneidad observada es principalmente causada por una mala distribución del ganado y por consiguiente de la fertilización natural, fenómeno que es acentuado por la topografía.

Tabla 1. Resultados de diversos análisis multivariantes realizados con el programa CANOCO sobre la misma matriz de datos. ACP: Análisis de Componentes Principales. AC: Análisis de Correspondencias. ACST: Análisis de Correspondencias sin Tendencia.

Tipo de análisis	Con especies raras	Pesos variables entre especies	Variabilidad recogida	Comunidades en los dos primeros ejes
ACP Ordinario	Si	No	53,9	2
ACP Estandarizado	No	No	22,4	2
ACP Doblemente centrado	Si	No	42,2	2
ACP Estandarizado por medias muestrales	No	No	72,2	2
ACP Estandarizado por medias muestrales y centrado por especies	No	No	49,2	2
ACP No centrado	Si	No	76,1	2
ACP Centrado y estandarizado por muestras	Si	No	69,1	2
ACP No centrado y con transformación raíz cuadrada	Si	No	79,7	2
Análisis de Coordenadas Principales	Si	No	53,3	2
AC	Si	Si	45,1	2
AC	No	No	43,1	2
AC	Si	No	38,4	2
AC	No	Si	47,9	2
ACST	No	Si	38,9	3

Figura 1. Resultados del Análisis de Correspondencias sin Tendencia. A: Pasto de suelos higromorfos. B: Pasto de media ladera. C: Zonas de nitrófilas.

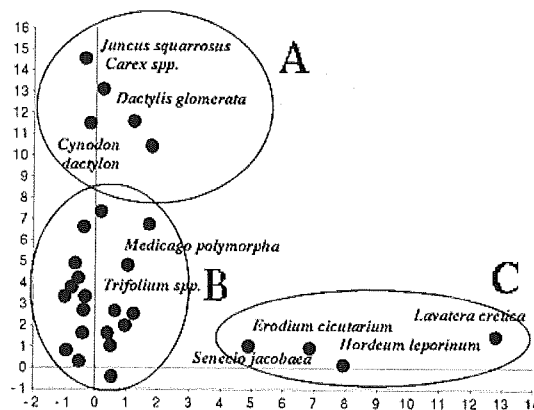


Figura 2. Representación del nicho de *Phalaris brachystachis* en rangos de abundancia (tonos de grises) de 0 a 100 respecto a los ejes de nitrificación y encharcamiento.

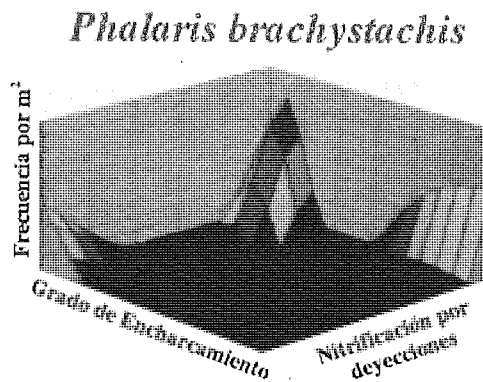


Figura 3. Representación del nicho de *Bromus hordeaceus* en rangos de abundancia (tonos de grises) de 0 a 100 respecto a los ejes de nitrificación y encharcamiento.

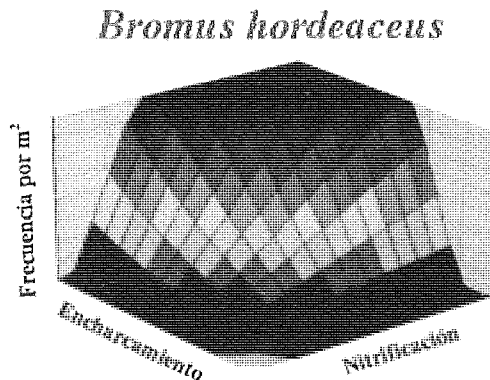
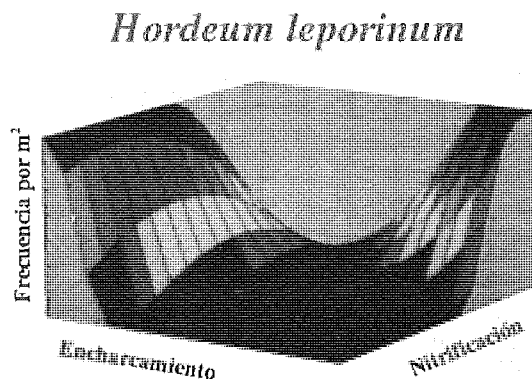


Figura 4. Representación del nicho de *Hordeum leporinum* en rangos de abundancia (tonos de grises) de 0 a 100 respecto a los ejes de nitrificación y encharcamiento.



CONCLUSIONES

1.- El ganado causa una importante variabilidad espacial, que se une a la variabilidad interanual y topográfica para dar un mosaico cambiante de composición botánica. El efecto nitrificador del ganado es muy desigual entre áreas por su costumbre de usar ciertas zonas como descansaderos durante la rumia.

2.- La única manera de ordenar este aparente caos es mediante procedimientos de Análisis Multivariante, si bien no todos son igualmente apropiados. Parece que el Análisis de Correspondencias sin Tendencia (ACST) puede ser el más apropiado por su capacidad de discriminar mejor entre comunidades pratenses.

3.- El ACST permite agrupar las especies por su comportamiento en el espacio multidimensional del nicho, el cual está definido especialmente por dos factores: nitrificación y encharcamiento, al igual que ocurre en muchos tipos de pastos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- GARCIA-CIUDAD, A.; RUANO-RAMOS, A.; VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCIA-CRIADO, B., 1997. Interannual variations of nutrient concentrations in botanical fractions from extensively managed grasslands. *Animal Feed Science and Technology*, **66**, 257-269.
- GRAYBILL, F.A.; IYER, H.K., 1994. *Regression Analysis. Concepts and applications*. Duxbury Press, 650 pp. Belmont (USA).
- HAAS, G.; WETTERICH, F.; KÖPKE, U., 2001. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **83**, 43-53.
- HUTCHINGS, N.J.; GORDON, I.J., 2001. A dynamic model of herbivore-plant interactions on grasslands. *Ecological Modelling*, **136**, 209-222.
- JOBSON, J.D., 1991. *Applied multivariate data analysis. Volume I: Regression and Experimental Design*. Springer-Verlag, 621 pp. New York (USA).
- KEANE, M.G.; ALLEN, P., 1999. Effects of pasture fertiliser N level on herbage composition, animal performance and on carcass and meat quality traits. *Livestock Production Science*, **61**, 233-244.
- LAWS, J.A.; PAIN, B.F.; JARVIS, S.C.; SCHOLEFIELD, D., 2000. Comparison of grassland management systems for beef cattle using self-contained farmlets: effects of contrasting nitrogen inputs and management strategies on nitrogen budgets, and herbage and animal production. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **80**, 243-254.
- LUDWIG, J.A.; COUGHENOUR, M.B.; LIEDLOFF, A.C.; DYER, R., 2001. Modelling the resilience of Australian savanna systems to grazing impacts. *Environment International*, **27**, 167-172.
- McLEOD, S.R., 1997. Is the concept of carrying capacity useful in variable environments?. *Oikos*, **79**, 529-542.
- PATON, D.; ZABALLOS, T.; TOVAR, J., 1995. Ecología del comportamiento del ganado vacuno Retinto en pastoreo. Relaciones entre intensidad de uso, diversidad ecológica y composición botánica del pastizal. *Archivos de Zootecnia*, **44(166-167)**, 303-315.
- PATON, D.; NUÑEZ, J.; MUÑOZ, A.; TOVAR, J., 1997. Determinación del porcentaje de pastoreo por vacuno Retinto mediante análisis con especies bioindicadoras. *Archivos de Zootecnia*, **46(176)**, 357-365.
- SHIYOMI, M.; TAKAHASHI, S.; KIRITA, H., 2000. Roles of plant biomass and vegetational heterogeneity, and energy-matter cycling in grassland sustainability. *Ecological Modelling*, **132**, 135-149.
- TEN BERGE, H.F.M.; VAN DER MEER, H.G.; CARLIER, L.; BAAN HOFMAN, T.; NEETESON, J.J., 2001. Limits to nitrogen use on grassland. *Environmental Pollution*, **118**, 225-238.
- TER BRAAK, C. J. F., 1991. *CANOCO. A FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1)*. Technical Report LWA-88-02, GLW, 95 pp. Wageningen (Holland).

EFFECT OF BOVINE GRAZING ON NICHE AMPLITUDE OF GRASS SPECIES IN "DEHESA" AREAS OF EXTREMADURA REGION (SOUTHWESTERN SPAIN)

SUMMARY

A sampling of grass species in extensive cattle areas during the spring of 1994, 1995, 1996, 1999, 2000 y 2001 was realised. Data were analysed by different multivariate analysis techniques. The best procedure was Detrended Correspondence Analysis (DCA) due to is the only procedure that separate the three main grassland communities in the two main factors. Observing the dispersion of each grass species in the mathematical space of the two main axes is possible to discriminate three different ecological strategies: plants with wide niche (generalist), plants with narrow niche (specialist) and plants with variable niche (poli-functional species). This procedure permit to understand the ecological behaviour of each species regard to the typical ecological variability of Mediterranean areas.

Key words: retinto, grassland, nitrification, swamping, correspondence analysis, niche amplitude.

VARIACIONES ESTRUCTURALES Y DE COMPOSICIÓN EN EL PASTIZAL DE DEHESA TRAS LA UTILIZACIÓN POR GANADERÍA VACUNA

T. BUYOLO, J.C. ESCUDERO

Área Ecología. Dpto. Física. Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas s/n 06071 Badajoz

RESUMEN

En este trabajo se aborda el análisis de las posibles variaciones que pudieran existir en la estructura y composición florística del pastizal bajo encinar adehesado, a lo largo de un período de 10 años, en los que se han producido dos situaciones de manejo totalmente diferentes, con escaso o nulo pastoreo en los cinco primeros años y con pastoreo intensivo en los cinco años siguientes.

Diversos autores apuntan hacia la ausencia de variación en cuanto a los parámetros cuantitativos referidos al pastizal antes y después del pastoreo y que sin embargo la variabilidad se centra en su composición florística. Tras el análisis de los datos de riqueza florística anual, es posible confirmar esta propuesta, ya que se mantiene una alta estabilidad a lo largo de todo el período de estudio. No ocurre igual cuando, además del número de especies, también se analiza la abundancia de cada una de ellas a través del cálculo de la diversidad específica, y se realizan comparaciones estacionales. Bajo este enfoque, las diferencias son mínimas en el otoño y máximas durante la primavera, con situaciones intermedias en el invierno.

Palabras Clave: estrato herbáceo, pastoreo, riqueza florística, diversidad.

INTRODUCCIÓN

La actividad de los herbívoros afecta a la composición y estructura de los estratos herbáceos en los diversos ecosistemas sobre los que se desarrollan (Keya, 1998; Crawley, 1983). Esta cabaña ganadera y fundamentalmente la doméstica, puede alcanzar tal grado de afectación sobre dichas comunidades vegetales, que pueden llegar a conseguir que pierdan valor los efectos de los herbívoros naturales de la zona (Frost et al., 1986).

Se hace necesario por tanto, valorar el posible sobrepastoreo que pueda tener lugar en las áreas de explotación, traducido en esas variaciones estructurales del pastizal, ya que las diferentes especies que lo conforman, si son comidas por encima de su nivel potencial de recuperación, no sólo van a desaparecer, sino que además afecta al reclutamiento de nuevos individuos, pudiendo verse sensiblemente reducido (Keya, 1998). Si el pastoreo se produce además en ecosistemas áridos o semiáridos, o con condiciones climáticas que en determinados momentos, y no sólo del ciclo anual, pueden llegar a ser severamente adversas, como en el caso de los ecosistemas mediterráneos, que padecen períodos prolongados de sequía, el resultado son comunidades mucho más frágiles en las que la productividad fácilmente puede reducirse.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la zona

El área de muestreo corresponde a la Comarca de Campo Arañuelo en el noreste de la región extremeña, formada por un sistema adhesionado de encinas, carente de estrato arbustivo y bajo el que se desarrolla un pastizal denso, de elevada cobertura y muy rico en especies. Desde la fecha de inicio del estudio, 1991, hasta 1996, si bien se realizaron algunas actividades ganaderas, fueron poco frecuentes y esporádicas. Desde 1996 hasta la actualidad, toda la zona está siendo utilizada en la explotación ganadera intensiva vacuna.

Diseño del experimento

En la zona de estudio se ha realizando un seguimiento cuantitativo de la vegetación herbácea del pastizal, mediante muestreos estacionales en invierno, primavera y otoño.

La valoración cuantitativa de estas especies, se ha efectuado mediante muestreos de frecuencias, considerando como unidad de muestreo, un cuadrado de 50 x 50 cm, subdividido en 25 cuadrados. Se contabiliza la frecuencia de una determinada especie como el número de subcuadrados en los que aparece y para obtener una cuantificación válida de cada una de las ellas, se ha establecido en 10 el número óptimo de muestreos necesarios para dicha valoración y con la unidad seleccionada (50 x 50).

Análisis de los datos

Los Índices calculados, a partir de los datos de frecuencias obtenidos para cada uno de los diferentes años de muestreo y para cada estación, son (Magurran, 1989):

- Riqueza florística.- Número de especies contabilizadas en cada estación de muestreo.
- Diversidad específica.- Calculada a partir del Índice de Shannon y Weaver (1949), considerando número de especies presentes junto con la abundancia relativa de cada una de ellas.

A partir del cálculo de estos Índices, se han establecido comparaciones en cuanto a los valores de riqueza florística a lo largo del período de estudio 1991/00, así como análisis de comparación de la diversidad específica, mediante el test de Hatchenson (Magurran, 1989), para el establecimiento de las diferencias entre los valores estacionales a lo largo del período de estudio, entre los obtenido para el años 2000 frente al resto de años. Se establecen las diferencias entre cada par de valores para un grado de significación del 0,95.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la Riqueza florística anual

En el período de 10 años que abarca el estudio, los valores de riqueza florística anual (Fig. 1), muestran tendencia hacia la estabilidad, con un número de especies recolectadas siempre situado entre 60 y 65, excepto para aquellos años, 1994, 1995 y 1999, en los que se han obtenido valores mínimos, correlacionados con las condiciones climáticas registradas, especialmente adversas, con extremadas sequías primaverales, que afectaron enormemente a la abundancia del pastizal desarrollado.

Por lo tanto, y atendiendo al total de especies recolectadas durante las tres estaciones de muestreo y en cada año, el cambio de la actividad y presión ganadera, en los primeros seis años mucho más esporádica y a partir de 1996 de forma más intensiva, no ha influido significativamente en el parámetro cuantitativo de la riqueza florística (Moser y Witmer, 2000; Green y Kauffman, 1995).

Estos mismos autores proponen que la ausencia de variabilidad en los índices cuantitativos no tiene por qué traducirse en composiciones florísticas idénticas, sino todo lo contrario. La Fig. 2 recoge la evolución seguida a lo largo del período de estudio, del número de especies coincidentes contabilizadas al comparar cada uno de los años considerados con la composición florística

correspondiente al año 2000, seleccionado este último por considerar que tras varios años de pastoreo intensivo, la vegetación herbácea desarrollada ha podido alcanzar un punto de estabilidad condicionada por esa presión ganadera.

Fig. 1.- Evolución de los valores de riqueza florística anual, a lo largo del período de 10 años que abarca el estudio.

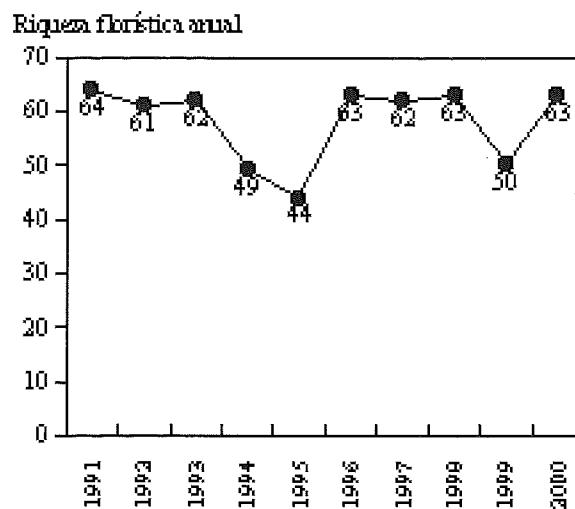
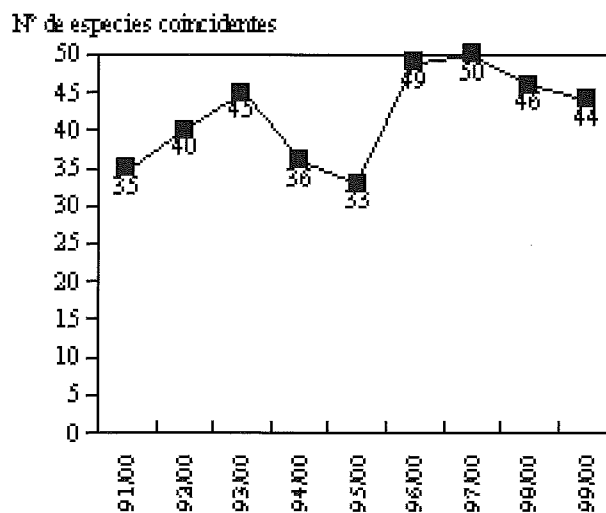


Fig. 2.- Evolución en el número de especies coincidentes al comparar el año 2000 con el resto de años del período de estudio.



Exceptuando los pares de años 1994/00 y 1995/00 por las condiciones de fuerte sequía registradas y que por tanto marcan las mínimas coincidencias, para el resto de pares comparados (Fig. 2), el número de especies coincidentes antes y después del pastoreo intensivo, se mantiene prácticamente constante, si bien ligeramente más elevado entre los últimos años.

El cálculo de estas coincidencias también se ha realizado sobre listas anuales, es decir, la composición florística del pastizal con o sin presión ganadera, mantiene un porcentaje muy elevado de especies coincidentes, no mostrando variaciones patentes (Moser y Witmer, 2000) como resultado de

la presión que ejerce el ganado, aunque sí se ha calculado que las diferencias de las composiciones florísticas entre los cuatro últimos años, disminuyen en un 31% respecto a las calculadas para los primeros años del estudio.

Evolución de la Diversidad específica estacional

Los pastizales desarrollados en climas con estacionalidad, como ocurre en toda el área mediterránea, varían tanto en su composición florística como en estructura, a lo largo del año, afectando a la disponibilidad que el ganado puede realizar de ellos (Orihuela y Solano, 1999). El consumo, y por tanto el efecto que determinados herbívoros (caprinos, vacunos) efectúan sobre pastos, están además sujetos a la estacionalidad que marca el propio desarrollo de la vegetación herbácea (Taylor y Kothmann, 1990; Bryant, 1977). Es decir, las variaciones estacionales en la composición florística del pastizal influyen en el consumo del ganado, y a su vez la intensidad del efecto del pastoreo sobre esa vegetación, consecuentemente variará también estacionalmente.

La Tabla I, recoge las posibles variaciones estacionales que han tenido lugar en el área de estudio, calculadas en este caso para los valores de diversidad específica y comparando pares de años, nuevamente cada año del período frente al año 2000.

Tabla I.- Valores de Diversidad específica y riqueza florística correspondientes a las tres estaciones en las que se han realizado muestreos, así como los resultados de la aplicación del test comparativo de Hatchenson (columna Diferencias) entre los valores de Diversidad específica de cada año de estudio frente al año 2000. S significa diferencias significativas y N diferencias no significativas.

Pares de años	Diversidad		Riqueza florística		Diferencias
			Invierno		
91/00	3,60	4,25	22	42	S
92/00	4,00	4,25	34	42	S
93/00	4,35	4,25	38	42	N
94/00	3,59	4,25	29	42	S
95/00	4,18	4,25	29	42	N
96/00	4,14	4,25	34	42	N
97/00	4,51	4,25	40	42	S
98/00	4,55	4,25	42	42	S
99/00	3,69	4,25	32	42	S
Primavera					
91/00	4,22	4,40	34	41	S
92/00	4,45	4,40	46	41	N
93/00	3,95	4,40	36	41	S
94/00	3,68	4,40	25	41	S
95/00	2,93	4,40	17	41	S
96/00	4,70	4,40	49	41	S
97/00	4,01	4,40	37	41	S
98/00	4,26	4,40	39	41	S
99/00	3,90	4,40	27	41	S
Otoño					
91/00	3,86	4,00	25	30	N
92/00	4,07	4,00	36	30	N
93/00	3,67	4,00	23	30	S
94/00	4,13	4,00	33	30	N
95/00	3,45	4,00	27	30	S
96/00	3,77	4,00	26	30	S
97/00	4,65	4,00	39	30	S
98/00	3,69	4,00	27	30	S
99/00	3,85	4,00	38	30	N

En este caso, los resultados muestran datos contrapuestos a lo comentado en el apartado anterior, es decir, sí aparecen diferencias entre las composiciones florísticas cuando éstas se analizan de manera estacional. La utilización de un segundo parámetro cuantitativo, diversidad específica, que no sólo contempla el número de especies presentes sino también las abundancias con las que están representadas, marca diferencias significativas en todas las estaciones muestreadas.

El mayor crecimiento de los pastizales bajo encinares adhesados, tiene lugar sobre finales del invierno, y sobre todo en primavera (Orihuela y Solano, 1999), y los patrones de su utilización, vienen marcados por la combinación de diferentes factores físicos que determinan su estructura (Owens et al., 1991) y su composición florística (Ricardi y Shimada, 1992). Las diferencias calculadas para las estaciones de invierno y primavera, muestran variaciones significativas para la práctica totalidad de los pares considerados, fundamentalmente en el caso del pastizal primaveral. Durante esta estación, se producen las menores semejanzas en los parámetros cuantitativos calculados, lo que se traduce en una marcada variabilidad estructural de la cubierta herbácea, independientemente de que los años comparados sean ambos posteriores al pastoreo intensivo o por el contrario cada uno pertenezca a un momento de manejo distinto.

Sin embargo esta situación varía al analizar la evolución de la diversidad durante el otoño. En esta estación se contabiliza el mayor número de pares con diferencias no significativas, es decir, las menores variabilidades respecto a la composición y estructura de los pastizales desarrollados. Pero curiosamente estas coincidencias corresponden a las comparativas del año 2000 (pastoreo intensivo) con los años 1991, 1992 y 1994, todos ellos anteriores a este manejo. También se han calculado diferencias no significativas entre 1999 y 2000, ambos con intenso pastoreo.

Por tanto, y al igual que ocurría con los valores de riqueza florística, la diversidad correspondiente a la vegetación herbácea desarrollada durante el otoño, no presenta variaciones importantes en las situaciones anteriores y posteriores al pastoreo. Tras la total desaparición de la cubierta herbácea durante la época estival, el otoño marca la recuperación de este estrato que lo hace de manera coincidente e independiente de la actividad ganadera.

Sin embargo, las diferencias calculadas para los pares correspondientes a la situación de pastoreo intensivo, 1996/00, 1997/00 y 1998/00, son significativas, es decir, el pastizal otoñal ha requerido de un período de tres años para de nuevo alcanzar la estabilidad en su estructura, circunstancia conseguida durante el bienio 1999/00 que ya no muestra diferencias significativas.

CONCLUSIONES

La estabilidad que parecen marcar los parámetros cuantitativos en pastizales con y sin pastoreo (Moser y Witmer, 2000), se consigue con los valores de riqueza florística analizados anualmente, pero en realidad están enmascarando marcadas diferencias estacionales.

Al comparar las listas de especies recolectadas conjuntamente a lo largo de las tres estaciones de muestreo, se consiguen porcentajes elevados de coincidencia a lo largo del período de estudio, pero nuevamente, estas semejanzas son mucho menores si la escala temporal es referida a las estaciones independientemente.

La comparación de los valores estacionales de diversidad específica, establecen la máxima variabilidad estructural de la cubierta herbácea durante la estación de primavera, época del año en la que se consigue el mayor desarrollo del pastizal mediterráneo. Por el contrario, la estación que presenta menores diferencias en las comparativas a lo largo del período de estudio, es el otoño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRYANT, F.C., 1977. *Botanical and nutritive content in diets of sheep, angora goats, spanish goats and deer grazing a common pasture*. PhD Diss., Texas A&M University College Station.
- CRAWLEY, M.J., 1983. *Herbivory: The dynamics of animal-plant interactions*. Blackwell Scientific Publications, Oxford (UK).
- FROST, P.; MEDINA, E.; MENAUT, J.C.; SOLBRIG, O.; SWIFT, M; WALKER, B. (Eds.), 1986. *Responses of Savannas to stress and disturbance: A proposal for Collaborative Programme of Research*. Report of workshop organized in collaboration with the CEC. Special issue-10, IUBS, 1-82.
- GREEN, D.M.; KAUFFMAN, J.B., 1995. Succession and livestock grazing in a northeastern Oregon riparian ecosystem. *Journal Range Management*, **48**, 307-313., 46,
- KEYA, G.A., 1998. Herbaceous layer production and utilization by herbivores under different ecological conditions in an arid savanna of Kenya. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **69**, 55-67
- MAGURRAN, A.E., 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ed. Vedral, Barcelona (España).
- 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.
- ORIHUELA, A.; SOLANO, J.J., 1999. Grazing and browsing times of goats with three levels of herbage allowance. *Applied Animal Behaviour Science*, **61**, 335-339.
- OWENS, M.K.; LAUNNCHBAUGH, K.L.; HOLLOWAY, J.W., 1991. Pasture characteristics affecting spatial distribution of utilization by cattle in mixed brush communities. *Journal Range Management*, **2**, 118-123.
- RICARDI, C.; SHIMADA, A., 1992. A note on diet selection by Angora goats on a semiarid temperature rangeland throughout the year. *Applied Animal Behaviour Science*, **2-3**, 239-247.
- SHANNON, C.E.; WEAVER, W., 1949. *The mathematical theory of communication*.
- TAYLOR, Ch.; KOTHMANN, M.M., 1990. Diet composition of Angora goats in a short duration grazing system. *Journal Range Management*, **43**, 104-108.

VARIATIONS IN STRUCTURE AND COMPOSITION OF DEHESA PASTURE AFTER CATTLE GRAZZING

SUMMARY

We approach the analysis of the possible variations in the structure and floristic composition of the pasture accompanying a *Quercus rotundifolia* (holm oak) dehesa (an open parkland system). The 10 years covered by the study consisted of two 5-year periods of entirely different management: there was little or no grazing during the first period, and intensive grazing in the last.

Various authors have noted that there is a lack of variation in the quantitative parameters referred to pastures before and after grazing, and that the variability is instead centred on its floristic composition. This is confirmed by our analysis of the annual floristic richness, since it remained highly stable throughout the study period. But this was not the case when, as well as the number of species, we also analysed their abundances by calculating the species diversity and comparing seasons. We found the greatest differences in spring, the smallest differences in autumn, and intermediate situations in winter.

Key words: herbaceous layer, grazing, richness, diversity.

ESTRUCTURA Y PRODUCTIVIDAD DE DIVERSAS COMUNIDADES EN EL PIRINEO CENTRAL SEGÚN EL TIPO DE PASTOREO

M. TAÜLL¹, M.T. SEBASTIÀ^{1,2}

¹Àrea d'Ecologia Vegetal i Botànica Forestal . Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Pujada del seminari s/n .
25280. Solsona. ²Departament d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. Universitat de Lleida- ETSEA.
Avinguda Rovira Roure, 181. 25198. Lleida

RESUMEN

Se estudió la composición florística y la productividad de un pasto subalpino del Pirineo Central en función de la roca madre, el tipo de animal que pasta en cada zona y la carga ganadera. Se seleccionaron cinco zonas de pasto atendiendo a las variables anteriormente citadas. En cada área se seleccionaron seis puntos, tres de orientación umbría y tres de orientación solana. En cada uno de estos puntos se cortó 1m² de hierba en el máximo de producción para realizar el estudio de la composición florística y el de la productividad.

El primer eje del análisis efectuado sobre la biomasa de las especies nos separa las parcelas según dominancia de *Festuca eskia* ; el segundo lo hace según un gradiente de mesofilia. Así se definen cuatro comunidades: una xérica de *Festuca gautieri*, dos méxicas de *Festuca eskia* y de *Festuca nigrescens* respectivamente, y otra higrófila de *Nardus stricta*.

Las zonas pastoreadas por ovejas resultaron ser más homogéneas en cuanto a composición florística que las zonas pastoreadas por vacas. La productividad de la comunidad de *Festuca eskia* resultó ser la más grande de todas.

Palabras clave: *Festuca eskia*, pastoreo, productividad, comunidad vegetal.

INTRODUCCIÓN

Los pastos de alta montaña pirenaicos han estado sometidos a la acción del pastoreo desde mucho tiempo atrás. Los factores abióticos así como la acción del ganado han ayudado a conformar un mosaico de comunidades pascícolas (Remón y Gómez, 1989).

Mediante el pastoreo, la selección ejercida por los herbívoros ha llegado a definir comunidades vegetales y redundar en la abundancia relativa de diversas especies (Sternberg et al, 2000).

En este trabajo se caracterizan los pastos subalpinos del pueblo de Senet, término municipal de Vilaller, en el Pirineo de Lleida, relacionándose las comunidades vegetales con el tipo de pastoreo; a la vez se estima la productividad de los citados pastos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Los pastos subalpinos objeto de estudio se encuentran en el pueblo de Senet, término municipal de Vilaller, en el noroeste de la provincia de Lleida, cerca de la cabecera del río Noguera

Ribagorçana. El área meridional se asienta sobre sustrato básico mientras que el área más septentrional lo hace sobre roca madre granítica.

Tipo de manejo histórico

Se ha recopilado información entre diversas generaciones de pastores que han usado la montaña objeto de estudio. Así, se ha conocido el tipo de uso y la carga ganadera a la que se han sometido las diversas partidas de la montaña desde alrededores del año 1900 hasta la actualidad. En todo este intervalo de tiempo se ha dividido la montaña en diferentes partidas, siendo unas aprovechadas por vacas y las otras por ovejas. Esta división se ha repetido de forma constante en todo el intervalo de tiempo considerado.

Diseño experimental y realización de los trabajos

Se definieron cinco zonas homogéneas que debían servir para plantear el diseño del experimento. Estas zonas se definieron atendiendo a las siguientes variables: tipo de animal que pasta en ellas, carga ganadera a la que se han visto sometidas estas zonas y tipo de sustrato. Se acotó el intervalo altitudinal entre 1900 m y 2200 m, además de la pendiente, que nunca debía ser superior al 35%.

Se determinaron las parcelas de muestreo mediante una aleatorización de coordenadas sobre un mapa topográfico donde estaban delimitadas las áreas objeto de estudio, llegando a muestrear en total 24 parcelas, repartidas entre las zonas anteriormente mencionadas.

El muestreo de campo se realizó entre el 25 de julio y el 22 de agosto, intervalo de tiempo en que se puede considerar que la producción se acerca a su máximo. Los puntos muestreados no estaban excluidos al ganado; si en alguno de los puntos de muestreo se apreciaba pastoreo, éste se rechazaba y se volvía a aleatorizar para obtener otras coordenadas que nos dieran una nueva parcela donde trabajar.

Con la ayuda de un GPS se procedía a localizar en el campo el punto de trabajo previamente aleatorizado. En cada uno de estos puntos se anotaban los siguientes datos: altitud, pendiente, orientación, macrotopografía, microtopografía, pedregosidad, carga ganadera, existentes, etc. En cada punto de muestreo se colocaron cuatro cuadrados de 0,5m x 0,5m, separados una distancia de 1m entre ellos y dispuestos formando un cuadrado entre ellos. Dentro de cada cuadrado se colocó otro de 0,25m x 0,25m en la esquina superior izquierda. Se procedió al corte de la biomasa aérea perteneciente a cada uno de estos cuadrados y se almacenó en bolsas de plástico. Previamente, se segó la hierba separadamente en el subcuadrado de 0,25m x 0,25m y se guardó aparte.

Se secaron las muestras de 0,5m x 0,5m en laboratorio con estufa homologada a 60^o C durante 48 horas para la obtención del peso seco de cada parcela. Con la submuestra de 0,25mx0,25m se procedió a la separación por especies y se determinó el peso seco de cada una según el procedimiento anterior.

Se aplicaron técnicas estadísticas de análisis multivariante. Con la matriz sobre los pesos secos de las diferentes especies se ha realizado un DCA (Detrended Correspondence Analysis) de carácter exploratorio para poder llegar a representar las parcelas sobre los ejes que mejor nos explicaron la variación de las muestras. Obtenidas las comunidades dominantes se estudió si había diferencias significativas en su productividad con contrastes mediante el test de Tuckey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del análisis multivariante sobre los datos florísticos se constató que los dos primeros ejes explicaban más de un 70% de la variabilidad repartida en un 52,3% para el primer eje y un 19,00% para el segundo. De la representación gráfica de los dos primeros ejes de variación parece desprenderse que el primer eje nos divide las parcelas en dos grandes grupos: las que tienen a *Festuca eskia* como especie dominante.

Aparecen formando un grupo homogéneo en la parte derecha del eje; las que tienen una aportación escasa o nula de la citada especie están representadas en la parte izquierda del eje (figura 1). El segundo eje responde a un gradiente de mesofilia. Así las parcelas situadas en la parte superior corresponden a pastos xéricos de *Festuca gautieri* mientras que los de la parte inferior corresponden a las parcelas de condiciones ambientales más húmedas dominadas por *Nardus stricta*. En medio nos quedarían comunidades métricas de *Festuca eskia* y de *Festuca nigrescens* respectivamente.

Las comunidades vegetales que se presentan más homogéneas florísticamente son las de *Festuca eskia* y las de *Nardus stricta*. Rasgo común entre ellas es la gran aportación relativa en peso de la especie dominante al total de la parcela. Las parcelas de *F. eskia* son zonas prácticamente colonizadas por esta especie y no se pueden caracterizar bien mediante variables ambientales, puesto que tenemos parcelas tanto en orientación solana como umbría, tanto en zonas de pendiente moderada como de pendiente alta, tanto en zonas convexas como cóncava, etc. Más fácil de caracterizar es la comunidad de *Nardus stricta*, puesto que se presenta en zonas de suelo profundo, de pendiente moderada y de carga alta de ganado ovino (actualmente cercana a los 2,5 UBM / ha / mes y que hasta alrededores del año 1965 llegó a superar los 4 UBM / ha / mes).

Dividiendo las parcelas según el animal que las aprovecha (figura 2) vemos que las comunidades de *Nardus stricta* y *Festuca eskia*, que son las más homogéneas tal y como se ha descrito, se desarrollan principalmente en zonas pastoreadas por ovejas. Por contra, en áreas pastoreadas por vacas se desarrollan las comunidades *Festuca eskia*, de *Festuca nigrescens* y de *Festuca gautieri*, sin que ninguna de estas comunidades llegue a ser dominante en esta zona.

Estos datos pueden venir a indicarnos que el carácter más selectivo del ganado ovino favorece la proliferación de las especies como *Nardus stricta* y *Festuca eskia*, ambas perennes y poco palatables para las ovejas. Se favorecería de esta forma la competencia interespecífica de estas especies frente a las otras que están presentes en estas comunidades. *Nardus stricta* solo forma comunidad en zonas donde las cargas históricas y actuales de ovejas son más altas, lo cual nos puede indicar que la dominancia de esta especie esté ligada a presiones altas de ganado ovino, tal como se ha sugerido en otros trabajos (Sebastià et al, 1998). La comunidad de *Nardus* tampoco aparece en zona de vacas, cosa que puede mostrarnos la bondad de usar ganado vacuno como tipo de pastoreo para evitar la proliferación de esta comunidad (Celaya, Osoro, 1992). Apreciamos también que las parcelas de la zona de vacas son mucho más heterogéneas en cuanto a composición florística que las de ovejas, incluso cuando domina la misma especie, excepto si esta es *F. eskia*.

En lo que concierne a la productividad, obtenemos el valor más bajo se encuentra en comunidades de *F. nigrescens* con una media de 1348 kg/ha; *Festuca gautieri* y *Nardus stricta* nos ofrecen medias de 2255 kg/ha y 2235 kg/ha, mientras que el valor más alto es para la comunidad de *Festuca eskia* con 3488 kg/ha.

Estos valores son similares a los ofrecidos por Bas para comunidades de *Festuca eskia* y *Nardus stricta* en Lladorre, Pirineo leridano. Son claramente superiores a los de Ascaso et. al, 1991, en el Pirineo aragonés que nos da 1606 kg/ha para *F. eskia* y 1100- 1400 kg/ha con *Nardus*. Esta productividad, sin embargo, debe relativizarse en zonas de ovejas puesto que la producción de especies poco palatables para este tipo de ganado es tremendamente alta en estas zonas.

La comunidad de *Nardus* no presentó diferencias significativas de productividad con ninguna de las otras, mientras que *F. eskia* era significativamente distinta de la de *Festuca gautieri* y la de *Festuca nigrescens*. *Festuca gautieri* y *Festuca nigrescens* no presentaron diferencias significativas en cuanto a productividad.

Figura 1: Detrended Correspondence Analysis para las parcelas. Se representan las comunidades presentes.

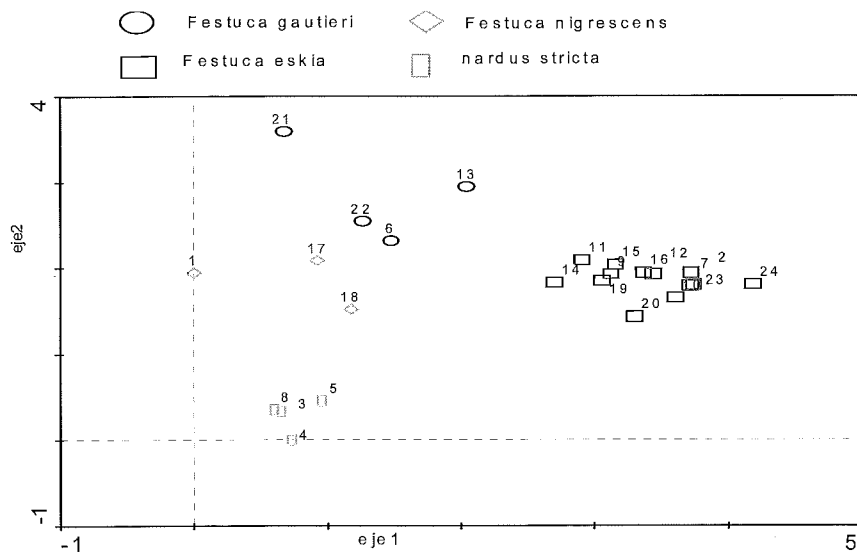


Figura 2 : Detrended Correspondence Analysis de las parcelas. Se dividen las parcelas según el animal que las aprovecha.

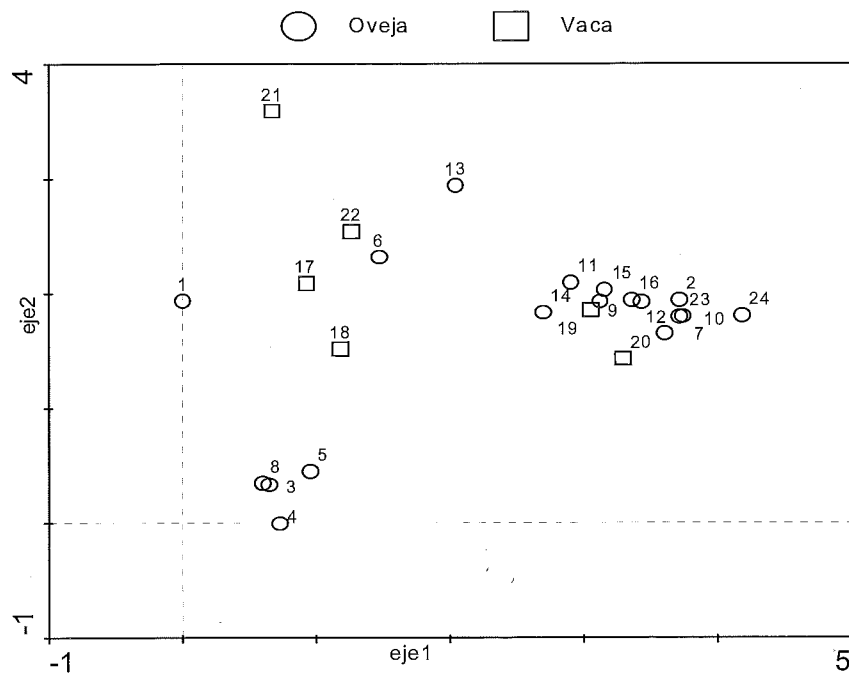
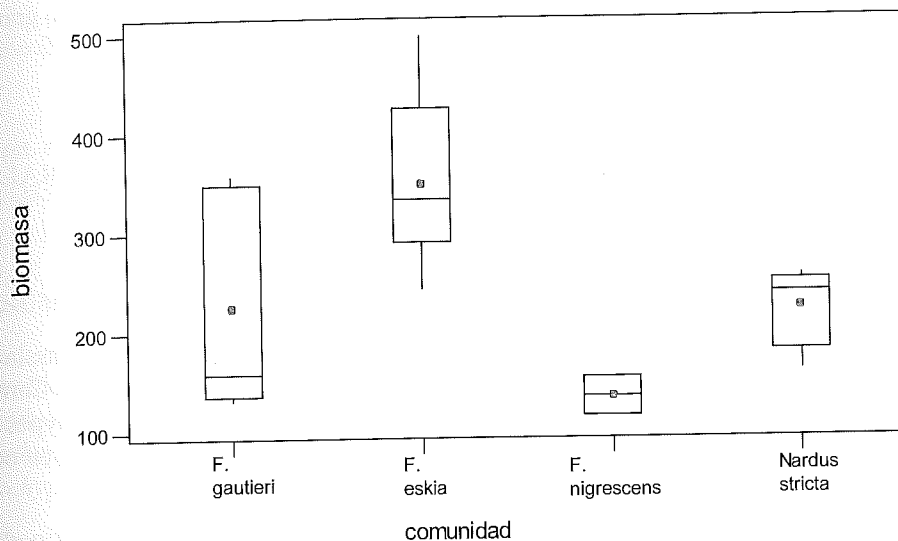


Figura 3: Gráfico de caja para la productividad de las diferentes comunidades. Biomasa medida en g/ m².



CONCLUSIONES

La presencia de *Festuca eskia* es el factor que condicionó de una forma más clara la composición florística de los pastos estudiados. En las zonas aprovechadas por ovejas se definieron de una forma más clara las comunidades allí existentes : *Festuca eskia* y *Nardus stricta*, por el comportamiento más selectivo del ganado ovino frente al pasto ofrecido. En las zonas pastoreadas por vacas se aprecia mayor diversidad entre las parcelas .

AGRADECIMIENTOS

Al C.T.F.C. y en concreto al área de Ecología vegetal y Botánica Forestal por la ayuda prestada para la realización del proyecto. También al Dr. J.M. Ninot por la identificación de un gran número de especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CELAYA, R.; OLIVAN, M.; OSORO, K., 1992. Dinámica vegetal de las comunidades de *Agrostis-Festuca-nardus* y *Calluna-Genista polygaliphylla* pastadas por ovino y vacuno. *Actas de la XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, página 134-139.
- BAS, J., 1993. *Les pastures supraforestals a la Vall Ferrera i a la Vall de Cardós (Pallars Sobirà)*. *Valoració de la capacitat ramadera de les pastures de Lladorre*. Projecte Final de Carrera, ETSEA, UDL.
- ASCASO, J.; FERRER, C., 1993. Valoración agronómica de los pastos de puerto del valle de Benasque (Pirineo de Huesca. Clasificación, valor forrajero y carga ganadera. *Pastos*, **23**(2), 99-127.
- NINOT, J.M.; VIGO, J.; MASALLES, R.M., CARRILLO, E.; CARRERAS, J., 1993. El poblament vegetal de les valls de Barravés i de Castanesa. *Acta Botànica Barcinonensia*, **43**, 392.
- CANALS, R.M.; SEBASTIÀ, M.T., 1992. Comparación de la dinámica productiva de pastos pirenaicos protegidos y bajo condiciones de explotación . *Actas XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P.*, pp 267- 272.

REMÓN, J.L.; GÓMEZ, D., 1989. Comunidades vegetales y su distribución altitudinal del puerto de Aisa. *Acta biológica montana*, **9**, 283-290.

SEBASTIÀ, M.T.; CANALS, R.M.; GAMARRA, J., 1998. After sigmatism: What we learned about spatiotemporal changes in grassland communities after 10 years. *Acta Botánica Barcinonensia*, **45**, 587-602.

STERNBER, G.M.; GUTMAN, A.; PEREVOLOTSKY, E.; UNDGAR, D., 2000. Vegetation response to grazing management in Mediterranean herbaceous community: a functional group approach. *Journal of Applied Ecology*, **37**(2), 224-237.

STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF DIFFERENT COMMUNITIES IN CENTRAL PYRENNES DEPENDING ON GRAZING TYPE

SUMMARY

This study aims to relate the floristic composition and the productivity of subalpine grasslands with the substrate, the animal type and the grazing pressure. In a subalpine area on the Central Pyrennes we selected five homogeneous grazing areas taking into account the grazing animal type, the grazing pressure and the bedrock. In each area, we selected six plots, three on N aspect, and three on S aspect. Plant productivity was obtained by harvesting 1 m² of grassland in the peak of biomass.

The first axe of multivariate analysis on the plant productivity separates one group defined by the dominance of *F. eskia* (explaining the 52% of variability); and the second axe distributes the samples following a mesophyllia gradient. As a result we obtained four plant communities: *F. Gautieri* in xeric grassland; *F. eskia* and *F. nigrescens* on mesic grasslands; and the *Nardus stricta* grassland. The *F. eskia* was the most productivity community.

The floristic composition and the vegetal structure are more homogeneous on communities grazed by sheep than of those grazed by cows.

Key words: *Festuca eskia*, plant community, productivity, grazing.

BIOMASA AÉREA Y PRODUCCIÓN PRIMARIA DE PASTIZALES SUBMEDITERRÁNEOS EN LA PLANA DE VIC (CATALUÑA)

C. CASAS ARCARONS¹ Y J. M. NINOT SUGRAÑES²

¹Dept. d'Indústries Agràries i Alimentàries. Escola Politècnica Superior. Universitat de Vic. C. de la Laura, 13. 08500 Vic. ²Dept. de Biologia Vegetal. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

RESUMEN

Se presentan los resultados de la dinámica de la biomasa aérea y de la producción primaria, obtenidos durante un periodo de casi dos años en dos comunidades de pastizales submediterráneos situados en posiciones topográficas contrastadas. La primera corresponde a un pasto mesófilo de *Brachypodium phoenicoides* (*Plantagini-Aphyllanthesetum*) y la otra a un pasto xerófilo de *Brachypodium retusum* (*Brachypodio-Aphyllanthesetum brachypodietosum retusi*).

Los valores de biomasa obtenidos indican que el patrón de distribución de las formas de crecimiento, determina la cantidad de biomasa presente en las comunidades. La mayor lignificación de los pastos xerófilos, con una mayor proporción de caméfitos leñosos que de forbias, junto con la presencia de una gramínea camefítica dominante (*B. retusum*), determinan que tanto la biomasa total, como el material vegetal vivo como el material vegetal muerto en pie, sean superiores en los pastos xerófilos que en los mesófilos.

Las variaciones climáticas interanuales afectan más a la comunidad mesófila. La producción primaria fue ligeramente superior en ésta en el primer año, mientras que la sequía extrema que se produjo durante el 1994 limitó de manera importante su producción y prácticamente no afectó a los xerófilos, que resultaron algo más productivos.

Palabras clave: Prados submediterráneos, Biomasa aérea, producción primaria, gramínoideas, forbias.

INTRODUCCIÓN

La biomasa aérea y la producción primaria junto con la composición florística, la riqueza en especies o la diversidad, son variables estructurales que permiten conocer la organización de los ecosistemas en un momento determinado (Bradbury y Hofstra, 1976). El estudio de la biomasa aérea contribuye además al conocimiento de la dinámica y funcionamiento de los prados.

En trabajos anteriores, se han descrito las comunidades pratenses que cubren los cerros que destacan en medio del paisaje agrícola de la Plana de Vic y se ha analizado la relación existente entre ciertos parámetros ecológicos, microclimáticos y edáficos y la distribución espacial de estas comunidades (Casas y Ninot, 1995, 1996, 1999; Casas, 2001).

El objetivo de este trabajo es comparar la dinámica estacional de la biomasa aérea y de la producción primaria de los dos tipos de comunidades pratenses que ocupan actualmente mayor extensión en los cerros de la zona y que se hallan situadas en posiciones topográficas contrastadas, las cuales presentan además diferencias significativas en el régimen hídrico y en la disponibilidad de agua del suelo. La primera corresponde a un pasto mesófilo de *Brachypodium phoenicoides* (*Plantagini-Aphyllanthesetum*) situado en las zonas con suelos profundos, estables y con buena disponibilidad

hídrica; y la otra a un pasto xerófilo de *Brachypodium retusum* (*Brachypodio-Aphyllanthetum brachypodietosum retusi*) o lastonar, situado en las vertientes sur, con pendientes pronunciadas, suelo menos profundo, más inestables y en condiciones de mayor sequía. Este estudio pretende además aportar datos sobre los valores de producción primaria de estos prados seminaturales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se instalaron seis parcelas permanentes con exclusión, tres para cada tipo de comunidad, situadas en tres cerros de la Plana de Vic. En cada localidad (cerro) se incluían dos parcelas, una representativa de cada tipo de comunidad.

Se realizó un muestreo mensual (bimensual en invierno) desde mayo de 1993 hasta diciembre de 1994. En cada muestreo y para cada parcela, se cortó todo el material vegetal, vivo y muerto en pie, incluido en 6 cuadrados de 30 x 30 cm. Inicialmente se realizó en cada parcela una distribución regular de los cuadrados a segar en cada muestreo.

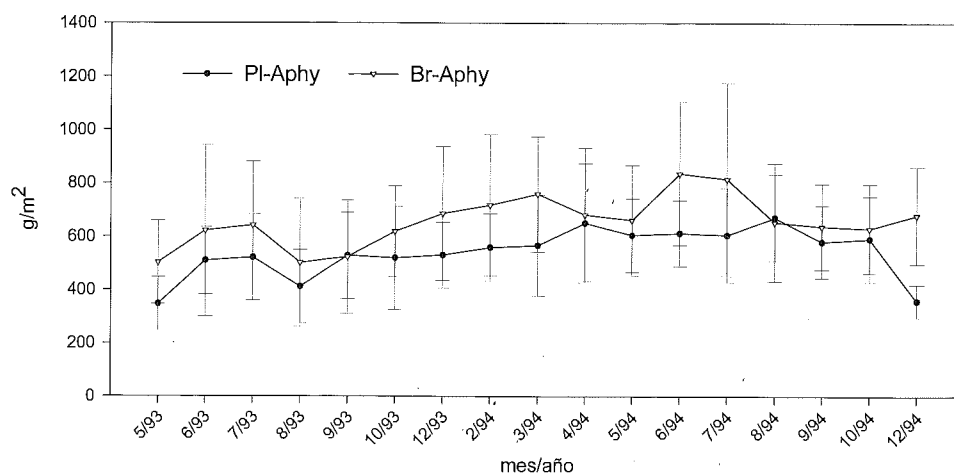
La biomasa aérea corresponde al peso seco obtenido al secar las muestras mediante una estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 horas. Para las muestras del primer año (1993) se determinó la biomasa aérea total de los seis cuadrados obtenidos en cada muestreo. En el segundo año (1994), de tres de los seis cuadrados se obtuvo la biomasa aérea total y de los tres restantes se separó el material vegetal en las siguientes categorías: gramínoideas, forbias, caméfitos leñosos y criptógamas. En el grupo de las gramínoideas se separó la biomasa correspondiente a *Brachypodium* (*B. phoenicoides* en los pastos mesófilos y *B. retusum* en los xerófilos) de las restantes gramínoideas. En cada categoría se separó además el material vegetal vivo del material vegetal muerto en pie. La producción primaria se estimó a partir la suma de los incrementos positivos de la biomasa total (Singh *et al.*, 1975).

El análisis de las diferencias entre las dos comunidades en la biomasa aérea y en la producción se realizó mediante el análisis de la varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dinámica estacional de la biomasa aérea sigue el ciclo fenológico y de crecimiento de las plantas, alcanzando los valores máximos de biomasa aérea a finales del periodo de crecimiento (junio y julio) y los valores mínimos a finales de verano y durante el invierno, cuando se detiene el crecimiento (Figura 1). La dinámica del crecimiento y producción de biomasa obtenida en este estudio se aproxima al modelo teórico de crecimiento de la hierba de los prados xerófilos montanos (*Xerobromion* y *Aphyllanthion*) propuesto per Sebastià (1992).

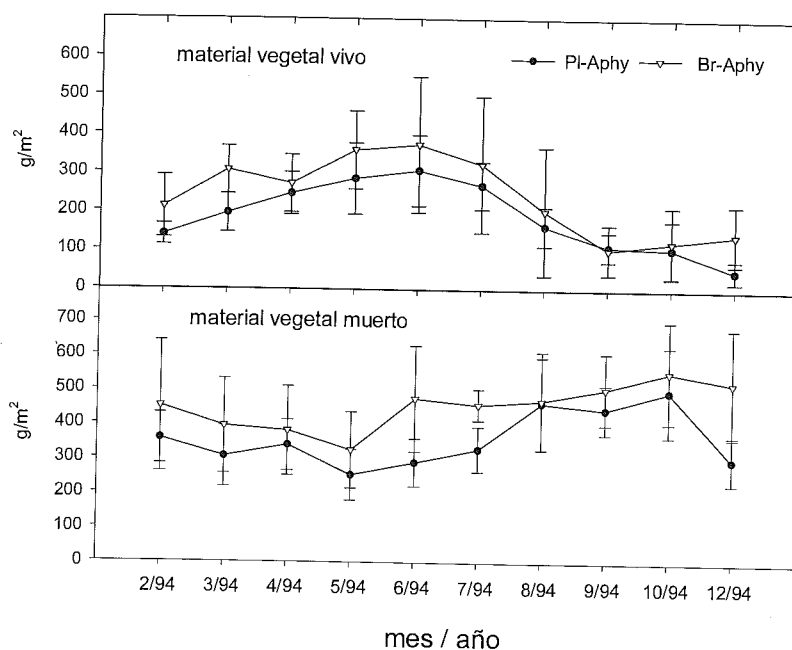
Figura 1. Evolución de la biomasa aérea total (g/m^2) durante el período de estudio en las dos comunidades; media y desviación estándar. Pl-Aphy: pasto mesófilo; Br-Aphy: pasto xerófilo.



Los valores máximos de biomasa obtenidos fueron: en los pastos mesófilos entre 400 y 600 g/m^2 en el primer año y entre 600 y 800 g/m^2 en el segundo; en los pastos xerófilos entre 500 y 800 g/m^2 en el primer año y entre 700 y 1000 g/m^2 en el segundo. Esta variación interanual en la biomasa aérea, con un aumento significativo de la biomasa durante el segundo año, se atribuye a la exclusión de las parcelas al pastoreo, pues las parcelas situadas en una zona que en los últimos años ya no se habían pastado no mostraron esta tendencia. Uno de los efectos generales de la ausencia de pastoreo es la acumulación de biomasa y en especial del material vegetal muerto (Remon, 1997).

En los pastos mesófilos la biomasa viva sigue una curva unimodal, con un pico máximo en junio (Figura 2); mientras que en los lastonares en marzo ya se produce un aumento importante en la biomasa viva, la cual se mantiene alta hasta junio. En las dos comunidades los valores más altos de la necromasa se obtienen en octubre y los más bajos en mayo, cuando las plantas se encuentran en pleno desarrollo.

Figura 2. Media y desviación estándar del material vegetal vivo y muerto en pie (g/m^2) durante el año 1994. Pl-Aphy: pasto mesófilo; Br-Aphy: prado xerófilo.



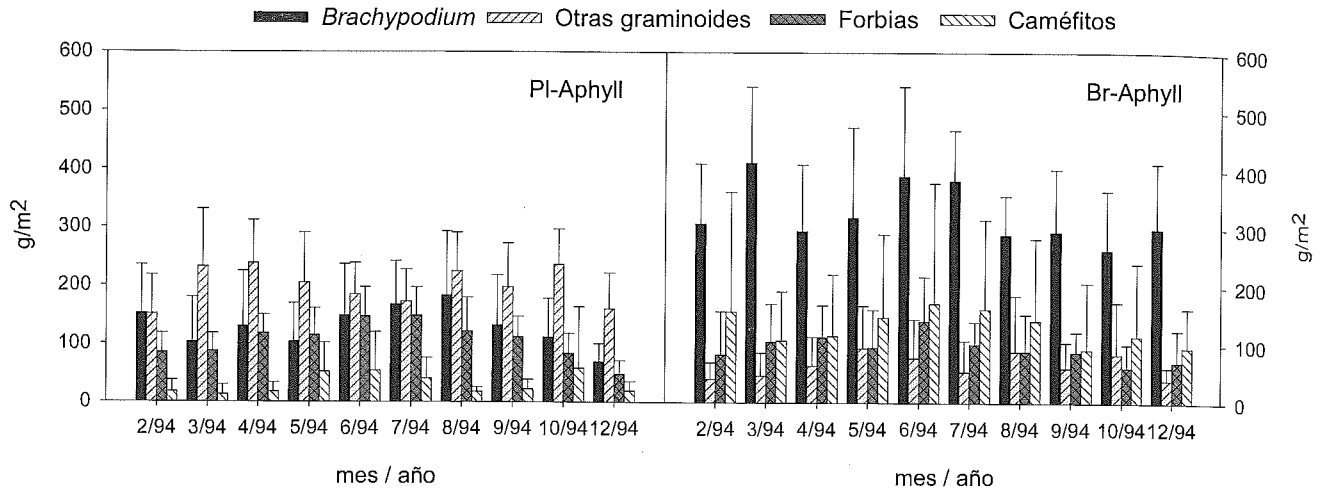
Los pastos mesófilos se caracterizan por una mayor biomasa de forbias (20% de la biomasa total) y de las otras gramíneas (38%), con poco *Brachypodium phoenicoides* (23%), y con una baja proporción de caméfitos (5%). Los pastos xerófilos se componen de una gramínea camefítica dominante, *B. retusum* (casi el 50% de la biomasa total) y de los caméfitos leñosos (17-20%); las forbias representan la fracción menor de la biomasa total (13%) (Figura 3). En las dos comunidades las gramíneas constituyen alrededor del 60% de la biomasa total. En los lastonares corresponde mayoritariamente a *B. retusum* (85%) mientras que en los prados mesófilos se reparten entre *B. phoenicoides* (40%) y las otras gramíneas (60%), como *Avenula pratensis*, *Festuca gr. rubra*, *Bromus erectus* y *Carex humilis*.

La mayor lignificación que presentan los prados xerófilos se puede atribuir al mayor déficit hídrico que hay en estas comunidades, en los niveles superiores del suelo, sobre todo durante la primavera (Casas, 2001). En general el aumento del estrés hídrico conlleva un aumento de las formas leñosas, de manera que los espectros fisiognómicos de las comunidades son una buena expresión de las condiciones ambientales (Margalef, 1980).

La dominancia de *B. retusum*, especie que acumula una gran cantidad de biomasa, junto con las pequeñas matas lignificadas de los caméfitos son la causa de que durante todo el año la biomasa

aérea de los pastizales xerófilos se mantenga superior a la de los pastos mesófilos, a pesar de la menor disponibilidad hídrica. El aumento de las plantas leñosas conlleva un aumento de la biomasa aérea total (Liang *et al.*, 1989; Sebastià y Canals, 1992).

Figura 3. Media y desviación estándar de la biomasa aérea de las categorías vegetales en los prados mesófilos (PI-Aphy) y en los xerófilos (Br-Aphy) durante el año 1994.



Los resultados obtenidos en la producción primaria neta reflejan el efecto diferencial que tiene la variabilidad interanual de las precipitaciones (Figura 4). Durante el primer año (1993), con precipitaciones regulares durante la primavera, la producción primaria neta de los pastos mesófilos fue algo superior que la de los pastos xerófilos, aunque la biomasa era inferior (Tabla 1). Mientras que el segundo año (1994), con precipitaciones escasas y temperaturas muy elevadas durante la primavera, se dio una disminución rápida en la disponibilidad de agua en el suelo justo en el momento de máximo crecimiento (Casas 2001), afectando de manera muy notable la producción de los pastos mesófilos. En estos la producción en el segundo año fue significativamente más baja que en el primero y que la de los lastonares, en los cuales fue del mismo orden en los dos años. Según Paruelo (1999) para una misma variación en la precipitación las plantas herbáceas mesófilas muestran más variación en la producción primaria neta que los arbustos o las plantas xerófilas, que son menos sensibles a las variaciones climáticas interanuales.

Figura 4. Precipitaciones mensuales en los dos años del periodo de estudio y para la serie 1951-90 del observatorio de Vic.

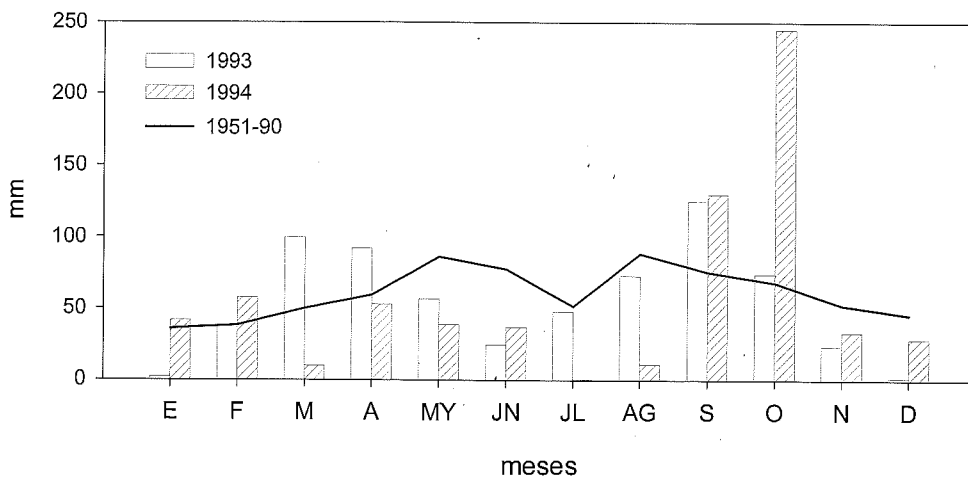


Tabla 1. Producción primaria aérea neta, en g/m²/año, obtenida para cada año, en cada tipo de comunidad y para cada localidad. Media y desviación estándar de les tres parcelas y significación de la prueba de Kruskal-Wallis, para el análisis de la diferencia entre las dos comunidades.

Año - periodo	Comunidad ¹	Localidad			Media	Sig.
		Malla	Montrodón	Palau		
1993 - mayo/dic.	Pasto mesófilo	406,17	356,08	350,01	370,76 ± 30,82	0,275
	Pasto xerófilo	346,82	394,27	303,62	348,24 ± 45,34	
1994 a - mayo/dic.	Pasto mesófilo	110,93	218,54	124,12	151,20 ± 58,69	0,050
	Pasto xerófilo	265,26	290,96	396,03	317,42 ± 69,28	
1994 b - febrero/dic.	Pasto mesófilo	350,49	302,66	267,47	306,88 ± 41,67	0,050
	Pasto xerófilo	494,83	430,74	586,08	503,88 ± 78,06	

¹: Pasto mesófilo: *Plantagini-Aphyllanthetum*; Pasto xerófilo: *Brachypodio-Aphyllanthetum brachypodietosum retusi*.

CONCLUSIONES

El patrón de distribución de las formas de crecimiento, determina la cantidad de biomasa presente en las comunidades. La mayor lignificación de los pastos xerófilos, con una mayor proporción de caméfitos leñosos que de forbias, junto con la presencia de una gramínea camefítica dominante (*B. retusum*), la cual acumula una cantidad importante de biomasa durante todo el año, determinan que la biomasa total, el material vegetal vivo y el material vegetal muerto en pie, sean superiores en los pastos xerófilos que en los mesófilos.

Las variaciones interanuales en la distribución y en la intensidad de las precipitaciones afectan más a la producción primaria de los pastos mesófilos que de los xerófilos. El déficit hídrico durante la estación de crecimiento es un factor crítico en la producción de nueva biomasa, a la que son más sensibles los pastos mesófilos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, J., 1995. *Dinámica sucesional tras el abandono y recuperación del matorral mediante pastoreo controlado. Experiencia en un sector de la montaña de León*. Tesis Doctoral. Universitat de Lleida.
- BRADBURY, I. K.; HOFSTRA, G., 1976. Vegetation death and its importance in primary production measurements. *Ecology*, **57**, 209-211.
- CASAS, C., 2001. *Estudi tipològic, ecològic i funcional de les pastures de la Plana de Vic*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- CASAS, C.; NINOT J. M., 1995. Estudi fitocenològic de les pastures de la Plana de Vic. I: comunitats vivaces (Mesobromion i Aphyllanthion). *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, **62**, 25-52.
- CASAS, C.; NINOT, J. M., 1996. Estudi fitocenològic de les pastures de la Plana de Vic. II: comunitats terofítiques (Thero-Brachypodietea) i síntesi. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, **63**, 27-50.
- CASAS, C.; NINOT, J. M., 1999. Relación entre microclima y vegetación pratense en "la Plana de Vic" (Cataluña). *Ecologia mediterranea*, **25** (1), 41-56.
- LIANG, Y.M.; HAZLETT, D.L., LAUENROTH, W.K., 1989. Biomass dynamics and water use efficiencies of five plant communities in the shortgrass steppe. *Oecologia*, **80**, 148-153.
- MARGALEF, R., 1980. *Ecología*. Omega. Barcelona. (España).
- PARUELO, J.M.; LAUENROTH, W. K.; BURKE, I.; SALA, O.E., 1999. Grassland precipitation-use efficiency varies across a resource gradient. *Ecosystems*, **2**, 64-68.

- REMON, J.M., 1997. *Estructura y producción de pastos en el alto Pirineo Occidental*. Tesis Doctoral. Universidad de Navarra. Pamplona. (España).
- SEBASTIA, M. T., 1992. Dinàmica estacional de l'herba als prats montans de Sant Jaume de Frontanyà (Pirineus Orientals). *Fol. Bot. Misc.*, **8**, 189-197.
- SEBASTIA, M.T.; CANALS, R.M., 1992. Evolución de la biomasa de los grupos taxonómicos y funcionales de plantas en comunidades pascícolas pirenaicas. *Orsis*, **7**, 113-124.
- SINGH, J. S.; LAUENROTH, W. K.; STEINHORST, R. K., 1975. Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production in grasslands from harvest data. *The Botanical Review*, **41** (2), 181-232.

ABOVEGROUND BIOMASS AND NET PRIMARY PRODUCTION IN SUBMEDITERRANEAN PASTURES OF PLANA DE VIC (CATALONIA, SPAIN)

SUMMARY

The aboveground biomass dynamics and the net primary production has been studied for two years in two types of submediterranean grassland communities placed in contrasted topography. One is a mesophilous grassland of *Brachypodium phoenicoides* (*Plantagini-Aphyllanthesum*) and the other is a xerophilous Mediterranean pasture dominated by *Brachypodium retusum* (*Brachypodio-Aphyllanthesum brachypodietosum retusi*). They are the most extended communities on the hills of the study area.

Biomass results indicate that the community structure in terms of growing forms, conditions the biomass of the communities. The higher percentage of perennial structures in the xerophilous grassland, with more woody chamaephytes than forbs, together with the dominance of the chamaephytic grass *Brachypodium retusum*, determined that the total biomass, and the green and dead biomass were higher there than in the mesophilous grassland.

The interannual rainfall variations affected more the net primary production of the mesophilous grassland than that of the xerophilous pasture. In 1993, after a normally rainy spring, the net primary production was slightly higher in the mesophilous community. In 1994 an unusual spring drought clearly limited the production of the mesophilous grassland, whereas it did not affect the xerophilous grassland production, which remained similar than in 1993, and higher than that of the mesophilous grassland.

Key words: submediterranean pastures, aboveground biomass, primary production, graminoids, forbs.

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA BIOMASA SUBTERRÁNEA EN PASTOS HERBÁCEOS MEDITERRÁNEOS

B. ACOSTA, R. ASCANIO, M.E. PÉREZ-CORONA, A.J. RESCIA, Y F. D. PINEDA

Departamento de Ecología. Facultad de C.C. Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040. Madrid. (España).

RESUMEN

La biomasa subterránea (BS) es un componente estructural de gran importancia en los pastizales. Su distribución vertical condiciona la eficiencia en la toma de agua y nutrientes del suelo. En este trabajo se estudian el patrón temporal (anual) y espacial de esa distribución en pastos herbáceos del centro de España. Se comparan dos situaciones altitudinales extremas (624 y 1719 m snm) y se considera como variación local a la posición geomorfológica (zona alta y baja de una misma ladera).

Los resultados muestran que aproximadamente el 80% de la BS se concentra en los 10 primeros cm de profundidad. El mayor valor total de BS y número de estratos se registra en la localidad de más altitud, donde también la proporción de plantas perennes/terófitas es mayor. La evolución temporal implica cambios en el perfil de distribución de la BS, tanto en el número de estratos como en el reparto total entre ellos. Los efectos del gradiente topográfico fueron más evidentes en la localidad de menor altitud.

Palabras clave: altitud, distribución vertical, fenología, laderas, sistema radical.

INTRODUCCIÓN

La biomasa subterránea es un componente estructural muy importante en pastizales. En muchos casos, representa el mayor compartimento biótico de estos ecosistemas alcanzando valores entre 50 y 80% de la biomasa total (Milchunas y Lauenroth, 1989). La producción primaria acumulada en la biomasa subterránea es en muchos casos mayor que en la aérea y la entrada de carbono y nutrientes al suelo desde las raíces frecuentemente iguala o supera a la procedente de las hojas (Jackson *et al.*, 1997).

La eficiencia en la toma de agua y nutrientes del suelo depende fundamentalmente de la disposición espacial de las raíces. El crecimiento y la ramificación de éstas es muy variable y está relacionado con factores tales como las propiedades estructurales y físicas de los suelos y la disponibilidad de nutrientes (Lecompte *et al.*, 2001).

En ambientes terrestres las raíces están concentradas en los estratos superficiales del suelo, donde la descomposición del material vegetal libera nutrientes y el agua del suelo es reaprovisionada con asiduidad por las lluvias (De Oliveira y Nepstad, 1996). Sin embargo, se ha encontrado una variación considerable con respecto a las profundidades alcanzadas por las raíces (Milchunas y Lauenroth, 1989; Mc Naughton *et al.*, 1998). A pesar de su importancia en el ciclo de nutrientes, captura de recursos y biogeoquímica global, en general, la biomasa subterránea está pobremente representada en modelos globales (Jackson *et al.*, 1997).

El objetivo de este trabajo es estudiar la estructura de la biomasa subterránea: el perfil de la distribución vertical y su evolución temporal en dos tipos de pastos mediterráneos que contrastan en su proporción de plantas anuales y perennes. Se consideran dos situaciones altitudinales que implican variaciones de insolación, temperatura y precipitación y dos posiciones topográficas (zona alta y baja de una ladera).

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo experimental fue realizado en la vertiente meridional de la Sierra de Guadarrama (Centro de España), un territorio de substrato granítico. En dos fincas con pastos herbáceos mediterráneos, situada una en el Puerto de La Morcuera (1719 m) y otra cerca de Madrid (Viñuelas, 624 m), se seleccionaron dos zonas (alta y baja) de una ladera orientada al sur. Para evaluar la biomasa subterránea (BS) en cada una de las zonas se escogieron cinco puntos de muestro aleatoriamente. Las muestras de BS se tomaron utilizando una perforadora HILTI 600 con cilindros de siete cm de diámetro y 50 de profundidad (unidad elemental de muestreo). Los suelos de estos pastos se desarrollan presentan un escaso desarrollo edáfico y una textura arenosa.

Las muestras de suelo extraídas fueron divididas en estratos de cinco centímetros para evaluar la distribución vertical de la BS. Se extrajeron las raíces manualmente previo secado de la muestra (60 °C, 48 horas) y se pesaron (BS).

El muestreo se realizó en enero, para tener una referencia invernal, y se repitió, cada 20 días, durante los meses de crecimiento del pasto (mayo a julio). También se realizó el muestreo una vez terminado el periodo estival, en septiembre.

Análisis de datos

Se compararon los valores de BS obtenidos en cada localidad y corte (momento de toma de muestra) considerando la zona de ladera. Para ello se realizaron diferentes análisis de la varianza (ANOVA) con dos factores (localidad y corte), discriminando entre zonas altas y bajas, así como la profundidad. Para lograr los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianzas de las variables, los datos fueron transformados logarítmicamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ambas localidades y a lo largo del período de estudio, más del 80% de la BS estaba concentrada en los primeros 10 cm de profundidad del suelo (Figuras 1a y 1b). Esta biomasa se reduce drásticamente con la profundidad de forma similar a lo observado en otros estudios realizados en pastos herbáceos (Rodríguez *et al.*, 1995; Mc Naughton *et al.*, 1998). Los sistemas radiculares parecen explotar preferentemente los estratos superficiales del suelo, donde hay mayor disponibilidad de agua y nutrientes.

El valor de BS fue siempre significativamente más alto a mayor altitud (Morcuera, Figuras 1a y 1b). La mayor proporción de plantas perennes con la altitud favorecido por la disminución del estrés hídrico explicarían los resultados obtenidos (Acosta *et al.*, 2001).

El análisis de la evolución temporal de la cantidad total de BS indicó que existían diferencias significativas entre los diferentes cortes. Este efecto temporal fue más acusado en las zonas altas de la ladera, sobre todo en la localidad de mayor altitud (Morcuera, Tablas 1 y 2). En la zona baja de la ladera la BS presenta una estructura vertical más uniforme en el tiempo. Parece que los aportes suplementarios de agua y nutrientes en esta zona favorecen esta estructura (Pineda y Peco, 1988).

Figura 1a. Variación estacional de la estructura vertical de la biomasa subterránea (media) en las dos zonas del gradiente geomorfológico en Viñuelas (624 m). Nótese las diferencias en las escalas del eje X con respecto a la Figura 1b.

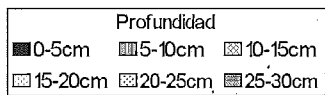
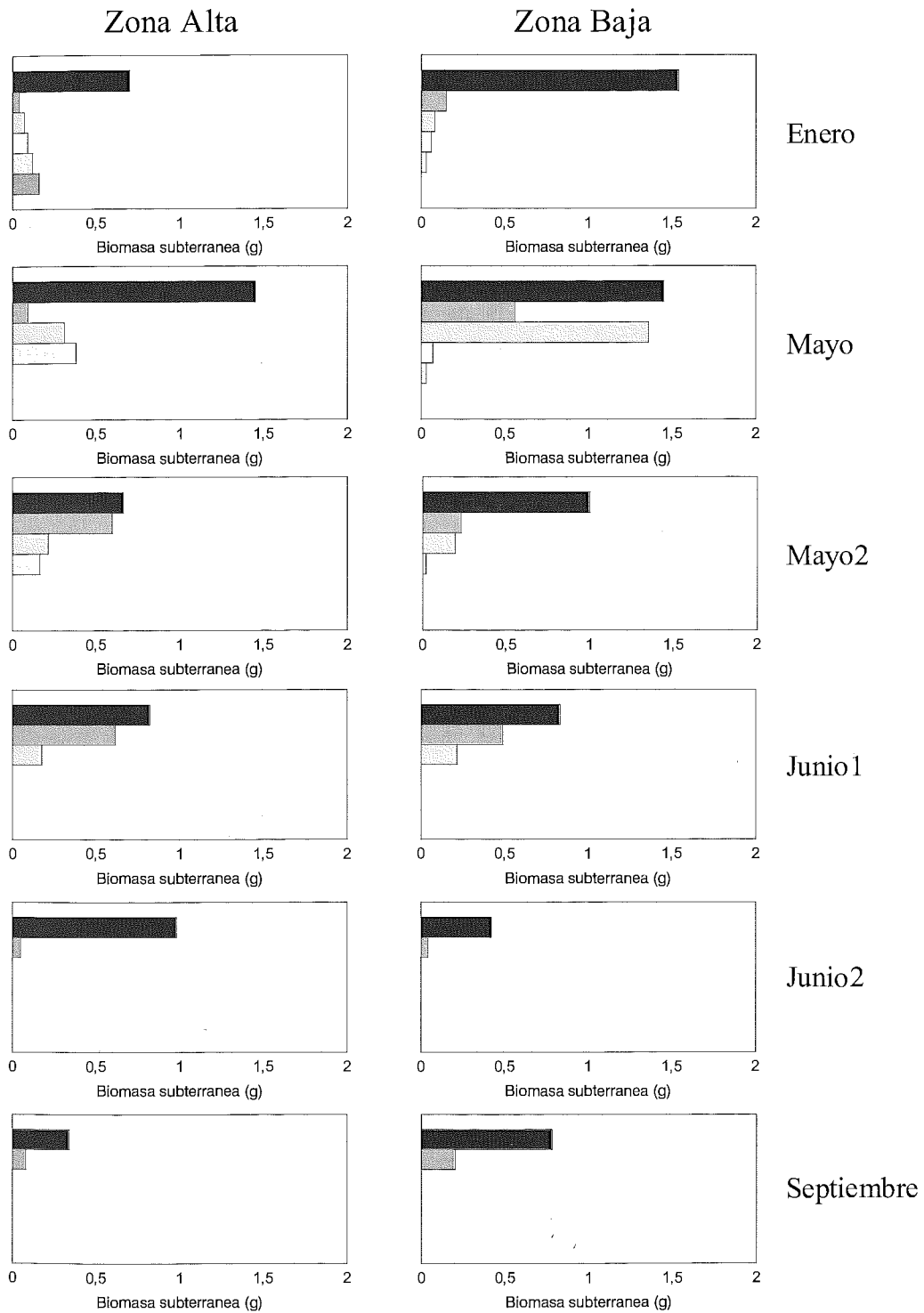


Figura 1b. Variación estacional de la estructura vertical de la biomasa subterránea (media) en las dos zonas del gradiente geomorfológico en Morcuera (1719 m).
 Nótese las diferencias en las escalas del eje X con respecto a la Figura 1a.

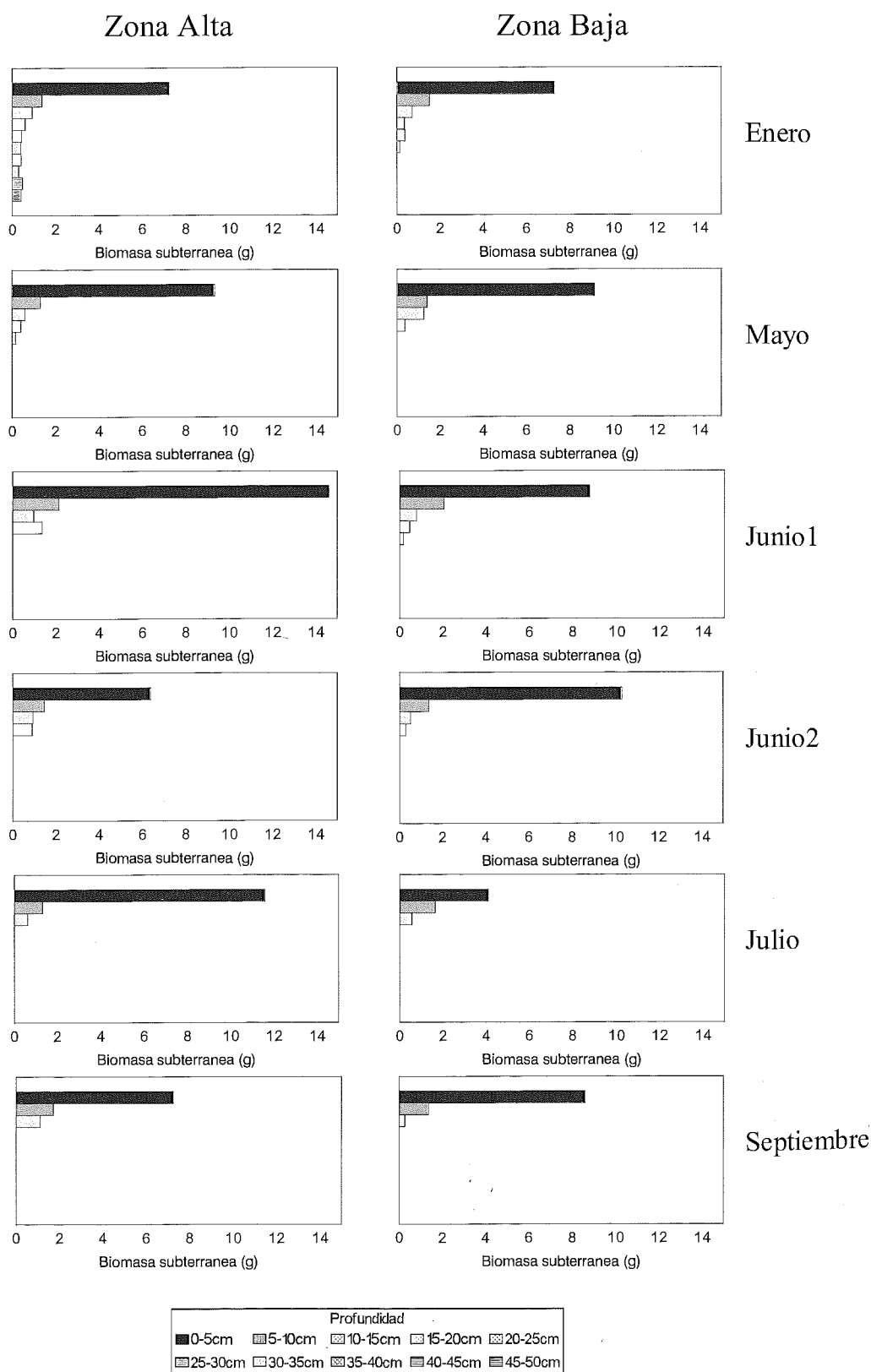


Tabla 1. Biomasa subterránea en las localidades estudiadas. Se considera la variación temporal y el gradiente topográfico local. (media ± error estándar)

Localidad	Zona	Corte					
		Enero	Mayo	Junio1	Junio2	Julio	Septiembre
Morcuera	Alta	10,37 ± 1,72	11,61 ± 2,35	18,07 ± 0,95	8,49 ± 1,80	13,51 ± 2,92	10,07 ± 0,70
	Baja	10,35 ± 2,64	11,76 ± 1,52	11,91 ± 1,49	12,85 ± 2,17	12,30 ± 1,02	10,23 ± 4,22
Viñuelas	Alta	1,14 ± 0,23	1,93 ± 0,91	1,54 ± 0,31	1,51 ± 0,06	1,03 ± 0,08	0,43 ± 0,1
	Baja	1,86 ± 0,36	3,14 ± 0,8	1,43 ± 0,15	1,54 ± 0,39	0,46 ± 0,05	0,98 ± 0,02

El aumento en la cantidad total de BS no siempre se traduce en un incremento del número de estratos (Figura 1a y Tabla 1). En la localidad de mayor altitud se alcanzan los valores máximos de profundidad de las raíces (50 cm) en enero, mientras que en la menor altitud, con unas condiciones más xéricas, fueron menores (30 cm). Por término medio, y para ambas localidades, la profundidad alcanzada por la biomasa subterránea oscilaba entre 15 y 20 cm (4 estratos).

La evolución temporal implica cambios en el perfil vertical de la biomasa subterránea asociados probablemente a los cambios meteorológicos estacionales (Figuras 1a y 1b y Tabla 2). Las diferencias detectadas a lo largo del tiempo fueron mucho más acusadas en los 10 primeros centímetros a menor altitud con un rango de variación de la biomasa subterránea del 87% respecto al pico máximo alcanzado. A mayor altitud la cantidad de biomasa fue más constante en el tiempo (Tabla 2).

Tabla 2. ANOVA con dos factores (localidad y corte) para la biomasa subterránea. Se consideran la variación topográfica (zona alta y baja de ladera) y la profundidad. * = p<0,05; ** = p<0,01; * = p<0,001; - = no significativo**

	Localidad		Corte		Interacción	
	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja
0 – 5 cm	***	***	*	-	*	-
5 – 10 cm	***	***	**	-	-	**
Biomasa total	***	***	***	-	***	-

El análisis del perfil detallado en la zona baja de la ladera, para los dos primeros estratos, detectó diferencias significativas entre las localidades que se mantuvieron con el transcurso de las estaciones en los primeros cinco centímetros (Tabla 2). En el segundo estrato (5-10 cm) estas variaciones sólo se encontraron a menor altitud. En la zona alta de ladera se repitió el patrón detectado aunque en el primer estrato. Estos resultados parecen indicar que en la zona baja de ladera de la menor altitud las diferencias estacionales de la distribución de la BS ocurren a una profundidad mayor de 5 cm, mientras que en la zona alta, con menor disponibilidad de agua y nutrientes, sucede en el estrato superior. En la mayor altitud no se detectaron estos patrones temporales. Los estratos superiores del suelo presentan condiciones edáficas más estables en cualquiera de las situaciones topográficas.

Por otra parte, en la Figura 1a se aprecia que a menor altitud la topografía permite detectar cambios en la distribución de la BS que estaban relacionados con la redistribución de la cantidad total de biomasa entre los diferentes estratos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, B.; ASCANIO, R.; PÉREZ-CORONA, E.; RESCIA, A.; MONTALVO, J.; PINEDA, F. D., 2001. Rural abandonment: Changes in biodiversity and biomass allocation in extensive livestock systems in mediterranean grassland. En: *Abstracts, Challenges of a Changing Earth. Global Change Open Science Conference*, 355. Congrex Holland BV. (Holanda).

DE OLIVEIRA, K.; NEPSTAD, D., 1996. Deep soil heterogeneity and fine root distribution in forests and pastures of eastern Amazonia. *Plant and Soil*, **182**, 279-285.

- JACKSON, R.B.; MOONEY, H.A.; SCHULZE, E.D., 1997. A global budget for fine root biomass, surface area and nutrient contents. *Ecology*, **94**, 7362-7366.
- LECOMPTE, F.; OZIER-LAFONTAINE, H.; PAGES, L., 2001. The relationships between static and dynamic variables in the description of the root growth. Consequences for field interpretation of rooting variability. *Plant and Soil*, **236**, 19-31.
- MCNAUGHTON, J.S.; BANYIKA F.F.; MCNAUGHTON. M.M., 1998. Root biomass and productivity in a grazing ecosystem: The Serengeti. *Ecology*, **79**, 587-592.
- MILCHUNAS, D.; LAUENROTH, W., 1989. Three-dimensional distribution of plant biomass in relation to grazing and topography in the shortgrass steppe. *Oikos*, **55**, 82-86.
- PINEDA, F.D.; PECO, B., 1988 Pastizales adhesionados del área de El Pardo. *Mundo Científico*, **8(79)**, 386-395.
- RODRÍGUEZ, M.; BROWN, V.; GÓMEZ-SAL, A., 1995. The vertical distribution of below-ground biomass in grassland communities in relation to grazing regime and habitat characteristics. *Journal of Vegetation Science*, **6**, 63-72.

TEMPORAL EVOLUTION ON BELOWGROUND BIOMASS DISTRIBUTION IN MEDITERRANEAN GRASSLANDS

SUMMARY

Belowground biomass (BB) is an important structural component in grasslands. Vertical distribution of root biomass conditions soil water and nutrient uptake. We studied the (BB) vertical distribution in the Mediterranean semiarid grasslands, along an environmental-altitudinal gradient (Sierra de Guadarrama, Spain) and their temporal evolution. The study was carried out in two localities with different altitudes. In each locality, the geomorphological gradient (upper and lower slopes zones) effects on the BB were also considered.

The results show that approximately 80% of the BB was found in the first ten centimetres deep. The highest absolute value and depth was recorded at the higher altitude localities, where the plants are mainly perennials. Temporal evolution involves changes on the BB profile in the layers' number as well as their distribution among them. Concerning the geomorphological position, the results were more evidents at the lowest locality.

Key words: altitude, phenology, root system, slopes, vertical distribution.

VALORACIÓN DE LOS RECURSOS PASCÍCOLAS EN EL PARQUE NATURAL DE ARALAR (PAÍS VASCO)

S. MENDARTE¹, I. ALBIZU², G. BESGA², I. AMEZAGA^{1*} Y M. ONAINDIA¹.

¹ Dpto. de Biología Vegetal y Ecología. Universidad del País Vasco. Apdo. 644. 48080 Bilbao. Bizkaia (España). * Basque Fellow. Eusko Ikaskuntza. ² NEIKER. Berreaga, 1. 48160 Derio. Bizkaia (España). E-mail: gbesga@neiker.net

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es realizar una valoración de los recursos pascícolas del Parque Natural de Aralar (País Vasco) con el fin de obtener la carga ganadera óptima que permita un uso sostenible. Considerando la exposición geográfica, el rebaño y sus zonas de pasto, se estudió la estructura del estrato herbáceo mediante lanzamientos al azar de un cuadrado de 0,5 x 0,5 m.

Los factores considerados (exposición geográfica y zona) afectaron a las especies más importantes. *Agrostis capillaris* se vio afectada por la interacción entre ambos. En Elordi (exposición mixta) su porcentaje de cobertura es máximo en el punto de agua y mínimo en el de sesteo y en Oidui e Igaratza máximo en la zona de redil y mínimo en los puntos de sesteo. Para *Festuca gr rubra* y *Trifolium repens*, la interacción no fue significativa; pero *F. gr rubra* se vio afectada significativamente por el efecto zona y *T. repens* por ambos factores.

La carga ganadera calculada oscila entre 0,87-1,92 UGM ha⁻¹ año⁻¹, dándose los valores más altos en el área de exposición mixta (Elordi) donde la máxima admisible se calculó en el punto de sesteo, posiblemente debido a la presencia de *Brachypodium pinnatum*.

Palabras clave: especies herbáceas, coberturas, carga ganadera, pastos extensivos.

INTRODUCCIÓN

En el País Vasco el origen del pastoreo se remonta a finales del neolítico, según las últimas investigaciones se documenta en el último cuarto del quinto milenio a.c. (Barandiaran y Manterola, 2000). Desde sus orígenes esta actividad tuvo una singular importancia, siendo durante mucho tiempo la actividad económica dominante, especialmente en los territorios de la vertiente cantábrica del país (Barandiaran y Manterola, 2000).

El pastoreo por ganado ovino representa la actividad más arraigada en los pastos de montaña, aunque el ganado vacuno, equino y caprino han tenido un desarrollo más minoritario y vinculado al mundo agrícola como actividad complementaria (Barandiaran y Manterola, 2000).

El Parque Natural de Aralar fue declarado en 1994 por su interés tanto ecológico como socioeconómico según decreto 169/1994 del Gobierno Vasco, con el fin de garantizar la conservación de los recursos naturales y agua para abastecimiento, además de garantizar la pervivencia de actividades humanas de interés. El parque natural tiene en su totalidad una extensión de 10956 ha y 3454 ha pertenecen desde finales del siglo XIV a la Mancomunidad de Enirio-Aralar, formada por 15 municipios de zonas adyacentes. La superficie ocupada por las zonas de pasto es de 2680 ha, zonas en las que se realiza una intensa actividad pastoral de una forma más o menos tradicional e

ininterrumpida desde el neolítico y de manera estacional durante los meses cálidos del año (mayo-octubre).

La importancia que tanto históricamente como hoy en día tienen el pastoreo y la ganadería en estas áreas de montaña es clara y la necesidad de llevar a cabo una correcta gestión y adecuado manejo de los pastos también. En este marco se justifica este estudio, que tiene como objetivo general realizar una valoración de los recursos pascícolas. Para ello se realizó un análisis de la estructura propia de las comunidades pascícolas (composición botánica y cobertura de las especies) y de la producción, así como la estimación del número de animales que puede pastar en éstas. Los factores que se tuvieron en cuenta a la hora de delimitar las áreas de estudio fueron la exposición geográfica y las diferentes zonas por las que pasta el rebaño, utilizando a éste como unidad de muestreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Continuando con el esquema de trabajo citado en trabajos anteriores, se eligieron tres áreas de estudio con diferente orientación geográfica (Oidui, norte; Igaratza, sur; Elordi, mixta) y se sectorizó cada área en zonas relativas a la actividad del rebaño (redil, punto de agua, zona de paso y punto de sesteo) (Mendarte *et al.*, 2001).

Con el objetivo de estudiar la estructura del pasto y observar las diferencias estructurales entre las áreas y zonas a nivel de las especies herbáceas más representativas, en primavera se llevó a cabo un muestreo de la composición florística mediante el lanzamiento de cuadrado (0,5 x 0,5 m) al azar (30 lanzamientos/zona), se apuntó la presencia de especies y se calculó el porcentaje de frecuencia así como el porcentaje de cobertura visual de cada una de ellas. Mediante un análisis de la varianza (ANOVA) se estudió la influencia de los factores de zona y área y su interacción en el porcentaje de cobertura de las especies consideradas más importantes (*Agrostis capillaris*, *F. gr. rubra*, *Trifolium repens* y *Brachypodium pinnatum*).

Una vez observado el estrato herbáceo y conocida su capacidad productiva (Mendarte *et al.*, 2001) se realizó un cálculo de la carga ganadera potencial que estos pastos pueden soportar. Para calcular las UGM (unidades de ganado mayor) que en teoría podría soportar cada pasto hemos utilizado la siguiente expresión, definida en base a una vaca de leche con un peso de 550 kg que tiene un consumo diario de 13,19 kg MS/ha/día (Forbes *et al.*, 1980):

$$\text{UGM/ha} = \frac{\text{Producción} \times \text{Eficiencia}}{\text{Ingesta diaria} \times \text{Días de pastoreo}}$$

Eficiencia: la capacidad con que cada tipo de ganado aprovecha el pasto. Se estima una eficiencia del 55% en las áreas de montaña objeto de este estudio (Holmes, 1989).

Días de pastoreo: se estima en unos 220 días, si bien hay diferencias entre las áreas y el tipo de ganado.

RESULTADOS

Cobertura y frecuencia de las especies herbáceas

Las especies herbáceas que se han considerado más importantes son *Agrostis capillaris*, *Festuca gr. rubra* y *Trifolium repens* por su cobertura y frecuencia y *Brachypodium pinnatum* ya que destaca claramente en algunas de las zonas. Sin embargo, sus valores no son iguales para todas las zonas, pero sí como para poder considerarlas las más importantes a nivel de este estudio (Tabla 1).

Tabla 1. % Cobertura media (% Cob), error estándar (EE), y frecuencia de las especies herbáceas más representativas presentes en las áreas de Elordi, Oidui e Igaratza.

ESPECIES	ZONAS							
	Redil		Punto agua		Zona paso		Zona sesteo	
ELORDI	% Cob ± EE	% Frec	% Cob ± EE	% Frec	% Cob ± EE	% Frec	% Cob ± EE	% Frec
<i>Agrostis capillaris</i>	24,35 ± 2,14	100,00	29,77 ± 2,61	100,00	24,64 ± 2,47	100,00	3,37 ± 1,24	30,00
<i>Brachypodium pinnatum</i>					0,34 ± 0,28	6,67	18,21 ± 4,59	60,00
<i>Festuca gr. rubra</i>	15,01 ± 2,72	63,33	15,47 ± 2,61	50,00	23,3 ± 1,74	93,33	18,51 ± 1,93	90,00
<i>Trifolium repens</i>	21,87 ± 2,19	93,33	20,97 ± 2,03	96,67	11,25 ± 0,94	96,67	6,53 ± 1,21	63,33
OIDUI								
<i>Agrostis capillaris</i>	44,85 ± 2,77	100,00	30,17 ± 3,05	100,00	14,14 ± 1,13	100,00	2,8 ± 0,69	43,33
<i>Brachypodium pinnatum</i>							2,29 ± 0,76	33,33
<i>Festuca gr. rubra</i>	6,86 ± 1,55	53,33			33,05 ± 1,82	100,00	17,03 ± 1,63	100,00
<i>Trifolium repens</i>	13,01 ± 1,09	100,00	18,13 ± 2,56	83,33	6,92 ± 0,99	73,33	2,04 ± 0,57	43,33
IGARATZA								
<i>Agrostis capillaris</i>	19,54 ± 3,02	96,67	13,87 ± 1,05	100,00	13,62 ± 0,81	100,00	7,48 ± 1,32	80,00
<i>Brachypodium pinnatum</i>							3,13 ± 0,64	53,33
<i>Festuca gr. rubra</i>	22,89 ± 2,00	96,67	28,00 ± 1,34	100,00	30,44 ± 1,36	100,00	14,98 ± 1,67	96,67
<i>Trifolium repens</i>	14,31 ± 2,07	93,33	8,79 ± 1,03	90,00	7,34 ± 0,98	83,33	2,19 ± 0,57	53,33

La cobertura de la especie *A. capillaris* se vió afectada significativamente por la interacción entre la orientación y la zona (Tabla 2). Por un lado, en el área de Elordi (orientación mixta) el porcentaje de cobertura de esta especie es máximo en el punto de agua ($29,77 \pm 2,61$) y mínimo en la zona de sesteo ($3,37 \pm 1,24$) (Tabla 1) en contraposición a la producción cosechada en esta zona (Mendarte *et al.* 2001), mientras que en la zona de redil así como en la zona de paso se recogen valores algo inferiores al 25 % ($24,35 \pm 2,14$ y $24,64 \pm 2,47$ respectivamente) y valores intermedios de producción (Mendarte *et al.* 2001). En Oidui (exposición norte) el porcentaje de cobertura es máximo en la zona de redil ($44,85 \pm 2,77$) y, como también ocurría en Elordi, en el punto de sesteo su porcentaje es mínimo ($2,80 \pm 0,69$). En Igaratza (exposición sur), y para la zona de redil, el porcentaje de cobertura observado para esta especie es máximo ($19,54 \pm 3,82$) y mínimo también en el punto de sesteo ($7,48 \pm 1,32$), aunque este valor no es tan bajo como el observado para esta misma zona en las áreas de Elordi y Oidui.

Tabla 2. Análisis de varianza del porcentaje de cobertura de las especies más representativas, considerando el factor zona y área

	Fuente de variación	gl	CM	F	p
<i>Agrostis capillaris</i>	area	2	279,287	4,180	0,0277 *
	zonas	3	1067,662	15,980	< 0,0001***
	area*zonas	6	216,938	3,247	0,0176 *
	residual	24	66,810		
<i>Festuca rubra</i>	area	2	296,076	2,496	0,1036 ns
	zonas	3	698,770	5,891	0,0037 *
	area*zonas	6	397,374	3,350	0,0153 ns
	residual	24	118,625		
<i>Trifolium repens</i>	area	2	157,546	5,656	0,0097 **
	zonas	3	344,688	12,375	<0,001 ***
	area*zonas	6	23,210	0,833	0,5561 ns
	residual	24	27,853		

gl: grados de libertad; CM: cuadrados medios; p: grado de significación; ***p<0,001, altamente significativo; **p<0,01, muy significativo; *p<0,05, significativo; ns, no significativo

Para la especie *F. gr rubra* no se detectaron diferencias significativas debidas a la interacción de ambos factores. Sin embargo, su cobertura se vio significativamente afectada por el factor zona. La zona con mayor porcentaje de cobertura de esta especie fue la de paso del rebaño.

El porcentaje de cobertura de *T. repens* varió significativamente en relación a la orientación y la zona. Sin embargo la interacción no fue significativa (Tabla 2). Su presencia fue mayor en el área mixta (Elordi) y la menor se da en la sur (Igaratza).

Considerando los porcentajes de frecuencia de las especies mencionadas, puede decirse que para *A. capillaris* es máximo en las zonas de redil, punto de agua y zona de paso, aunque baja considerablemente en las tres áreas en los puntos de sesteo.

El porcentaje de frecuencia de la especie *F. gr rubra* es máximo en Igaratza ya que aparece en todas las zonas muy cercano al 100%, no ocurriendo lo mismo en las áreas de Elordi y Oidui donde su presencia es más heterogénea, estando ausente incluso en el punto de agua de esta última área. El porcentaje de frecuencia de la especie *T. repens* es alta para la mayoría de las zonas aunque en el punto de sesteo, su frecuencia es menor.

Por otro lado, *Brachypodium pinnatum*, que aunque a nivel de porcentaje de cobertura general no parece tan destacable como las mencionadas anteriormente, tiene un porcentaje de frecuencia muy alto (60 %) e importante porcentaje de cobertura ($18,21 \pm 7,59$) en el punto sesteo del área de Elordi. También es alto el porcentaje de frecuencia de esta especie en las zonas de sesteo en Oidui e Igaratza, siendo su cobertura en estas dos áreas más baja.

Cargas ganaderas

Los valores de carga ganadera calculados según los valores de producción del estrato herbáceo oscilan entre 0,87- 1,92 UGM ha⁻¹ año⁻¹ (Tabla 3). Podemos decir, por lo tanto, que en función de la producción, en la mayoría de las zonas se rebasa 1 UGM⁻¹ ha⁻¹ año⁻¹, e incluso en algunos de forma muy holgada.

Tabla 3. Valores de cargas ganaderas calculados a partir de la producción para las áreas de estudio y las zonas definidas

		Producción (kg MS/ha/año)	UGM/ha/año
Elordi	Redil	8304	1,57
	P. Agua	6020	1,14
	Z. Paso	7984	1,51
	Z. Sesteo	10106	1,92
Oidui	Redil	8850	1,68
	P. Agua	7094	1,34
	Z. Paso	5016	0,95
	Z. Sesteo	5275	1,00
Igaratza	Redil	8525	1,62
	P. Agua	5372	1,02
	Z. Paso	5654	1,07
	Z. Sesteo	4581	0,87

kg MS/ha/año= Valores de producción herbácea total calculados para cada área y zona

UGM/ha/año= Carga ganadera teórica calculada a partir de la productividad potencial

Los cálculos de carga ganadera nos demuestran valores medios más altos para el área de Elordi (orientación mixta) y más bajos para Oidui e Igaratza (Tabla 3).

Considerando las diferencias de producción entre zonas, se observa como para el punto de sesteo en Elordi la carga admisible es de 1,92 UGM⁻¹ ha⁻¹ año⁻¹ valor muy alto que teóricamente podría soportar esta zona en la que la presencia de *B. pinnatum* es muy importante, tanto a nivel de porcentaje de cobertura como de porcentaje de frecuencia (Tabla 1). Por el contrario la zona de sesteo para Oidui e Igaratza, con valores inferiores de producción potencial, soportarían cargas igual e

inferiores a 1 UGM⁻¹ ha⁻¹ año respectivamente, con ausencia de especies herbáceas altamente productivas.

Hay que tener en cuenta que a la hora de calcular estas unidades de carga ganadera no se ha considerado el aporte que supone a la dieta animal el estrato arbustivo, del cual no se ha realizado ningún estudio ni de su composición florística ni su potencialidad ganadera.

DISCUSIÓN

La estructura del pasto está influenciada por los factores considerados (orientación y zonas referentes al movimiento del rebaño). Para *A. capillaris* el efecto creado por la interacción entre la exposición geográfica y la zona de movimiento del rebaño crea diferencias a nivel de porcentaje de cobertura. Sin embargo, para las especies *F. gr rubra* y *T. repens*, aunque el efecto de la interacción no es significativo, cada factor por separado sí que tiene influencia en el porcentaje de cobertura de las especies. Pudiera ser que en la primera la presión del rebaño tenga un efecto más importante en su cobertura y distribución que la exposición geográfica; sin embargo, en la segunda especie ambos factores tienen un efecto significativo pero no existe una sinergia entre los mismos.

Por otro lado, el hecho de calcular las cargas ganaderas a partir de la producción (Mendarte *et al.* 2001) enmascara el hecho de que es importante también conocer la composición botánica ya que, por ejemplo, en la zona de sesteo de Elordi (área mixta) la alta cobertura de *B. pinnatum* llevaría a pensar en una posible alta carga ganadera potencial. Sin embargo, esta especie no es muy palatable para los animales. Del mismo modo, en la zona de redil, punto de agua y zona de paso en esta área, la especie *A. capillaris* es la dominante; sin embargo, la carga ganadera potencial sería menor, posiblemente debido a una mayor presión de las ovejas en la misma.

CONCLUSIONES

- La influencia de los factores controlados crea diferencias a nivel de estructura del pasto, en especial en relación a las especies más representativas.
- Las cargas ganaderas calculadas a partir de la producción de las zonas son fiel reflejo de ésta. Sin embargo, las diferencias entre las especies que componen esta producción es un componente muy importante a tener en cuenta.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a la Diputación Foral de Gipuzkoa, a la Dirección del Parque Natural de Aralar, a la Asociación de Agricultura de Montaña GOIMEN y a la Mancomunidad de Enirio-Aralar por su colaboración desinteresada y al Gobierno Vasco por la dotación de la beca que disfruta Sorkunde Mendarte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARANDIARAN, J.M.; MANTEROLA, A., 2000. *Ganadería y pastoreo en Vasconia*. Etniker Euskalerrria (Instituto Labayru-Bilbao) y Eusko Jaurlaritza. 1020 pp. Bilbao (España).
- FORBES, T.J.; DIBB, C.; GRENN, J. O., HOPKINS, A.; PEEL, S., 1980. *Factors affecting the productivity of permanent grassland. A National study*. The Grassland Research Institute and Agricultural Development and Advisory Service. Henry Ling Ltd at the Dorset Press: 141p. Dorchester, Dorset (Reino Unido).
- HOLMES, W., 1989. *Grass its production and utilization*. The British Grassland Society. Blackwell Scientific Publications. 295 pp. Oxford (Reino Unido).

MENDARTE, S.; ALBIZU, I.; IBARRA, A.; BESGA, G.; AMEZAGA, I.; ONAINDIA, M., 2001. Productividad de los pastizales de montaña en el parque natural de Aralar. *Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP*. 123-128. Alicante (España).

VALORATION OF PASTORAL RESOURCES IN THE NATURAL PARK OF ARALAR (BASQUE COUNTRY)

SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the pastoral resources in the Natural Park of Aralar using the pasture structure (plant species present and coverage) to obtain the optimal livestock charge that can support the area in a sustainable way.

Three different shepherds, feeding in areas differing on the aspect, were used as sampling units and the botanical composition in the different zones within the feeding area of each shepherd (close to the hut, water point, etc.) was studied using random quadrats (0.5 x 0.5 m).

Aspect and the different zones within the feeding area had a significant effect on the herbaceous species present. Thus, *A. capillaris* coverage was positively affected by the North-East orientation and the maximum coverage in this orientation was found on the water point and the minimum in the nap zone. On the other hand, the coverage of *F. gr rubra* and *T. repens* was not affected either by aspect, zone or the interaction.

The highest admitted livestock charge calculated was found at the North-East feeding area, and it showed a capacity of 0,87- 1,92 GBU ha⁻¹ year⁻¹. Within this orientation the nap zone showed a very high admitted livestock charge possibly due to the presence of *B. pinnatum*.

Key words: herbaceous species, livestock charge, extensive pastures.

PONENCIAS

M. Pujol i Palol

F. Ollé Marrugat

PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE LOS FORRAJES EN CATALUNYA

M. PUJOL PALOL Y R. ARMADÀS PARÉS

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo que presentamos tiene por objetivo ofrecer una visión actualizada de la producción de forrajes en nuestro país y de cómo se utilizan. Para ello nos hemos basado en dos fuentes de información: a) las estadísticas elaboradas por los organismos de la administración agraria; b) visitas realizadas a las principales comarcas productoras de forrajes.

En relación con las estadísticas hemos tratado dos aspectos complementarios:

- Por una parte, la recopilación de las superficies de forrajes (y de los censos ganaderos) recogidas en el *Anuario de Estadísticas Agrarias* del MAPA, desde 1965 hasta la actualidad, lo que nos ha permitido referirnos a la evolución de las superficies ocupadas por los forrajes en su conjunto y por los principales cultivos forrajeros en concreto.

- Por otra parte, el análisis de las superficies de forrajes en el nivel municipal correspondientes al año 2000, para tratar de localizar la producción forrajera y establecer si ha habido, en este aspecto, alguna evolución desde el año 1982, en que se realizó un trabajo al mismo nivel de detalle (Pujol, 1984).

El objetivo de visitar las principales comarcas productoras de forraje también ha sido doble:

- Poder valorar, a través de entrevistas personales, la situación, la problemática y las preocupaciones de los productores de forrajes.

- Recoger información visual por medio de fotografías, para poder destacar algunas de las principales ideas que deseamos transmitirles y, al mismo tiempo, poder incorporar esta información gráfica en un disco compacto que queremos complemente esta ponencia.

2. LA EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES

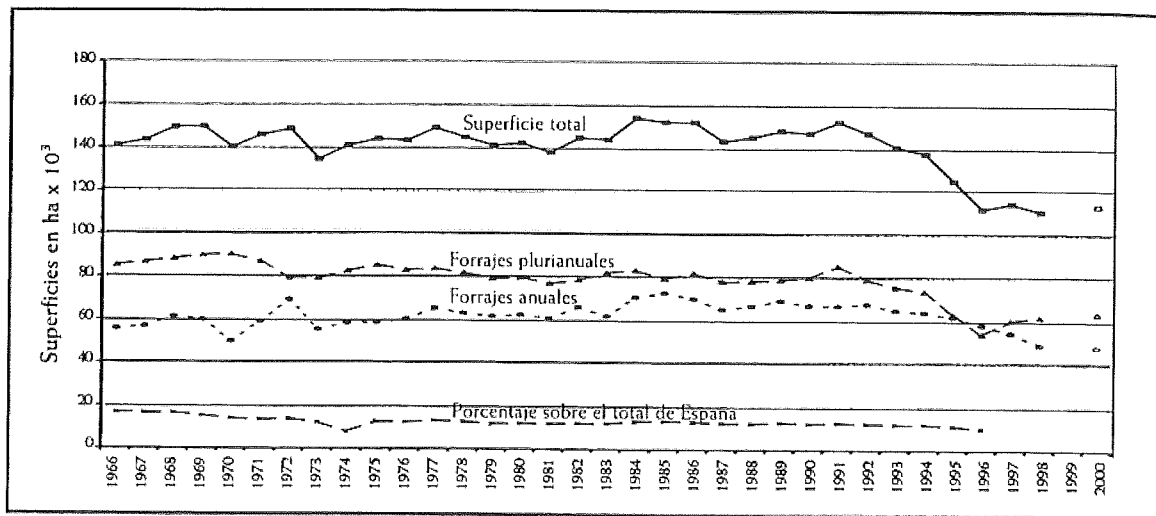
Nos ha parecido oportuno iniciar la recopilación de datos estadísticos publicados por el MAPA (antes Ministerio de Agricultura) en el año 1965 por dos razones:

1ª. Porque coincide, sensiblemente, con el inicio de las campañas de promoción de la producción forrajero-pratense desarrolladas en el marco de los Planes de Desarrollo Económico (Miro-Granada, 1975).

2ª. Porque también coincide con la situación que se daba en el momento de la primera reunión de la SEEP en Gerona (junio de 1967).

En la figura 1 se representa la evolución de la superficie total de forrajes en Catalunya, las de los forrajes anuales y plurianuales y el porcentaje que la primera supone sobre el conjunto de la superficie española.

Figura 1. Evolución de la superficie cultivada de forrajes en Catalunya. (MAPA, diversos años)



Cabe establecer algunas consideraciones:

1ª. La superficie total cultivada de forrajes en Catalunya se ha mantenido estable entre 1965 y 1995, presentando una inflexión a la baja a partir de 1996. Al propio tiempo ha disminuido su importancia respecto del total de forrajes cultivados en España.

2ª. El porcentaje de forrajes anuales sobre el total ha ido aumentando paulatinamente desde el 40% al inicio del período al 52% en 1996, para disminuir en los últimos años. Dicha evolución ha sido mucho más acusada en las explotaciones ganaderas, lo que se refleja al descender al nivel comarcal. Un caso paradigmático se da en la comarca de l'Alt Urgell, en la cual los en otro tiempo excelentes prados de guadaña de La Seu d'Urgell (Montserrat, 1962) han sido substituidos, a partir de 1993 y a lo largo de los últimos años, por forrajes anuales (maíz y cereal de invierno), en base a los trabajos experimentales realizados por Lluís Xanxo y Carlos Cantero (Xanxo, 2002).

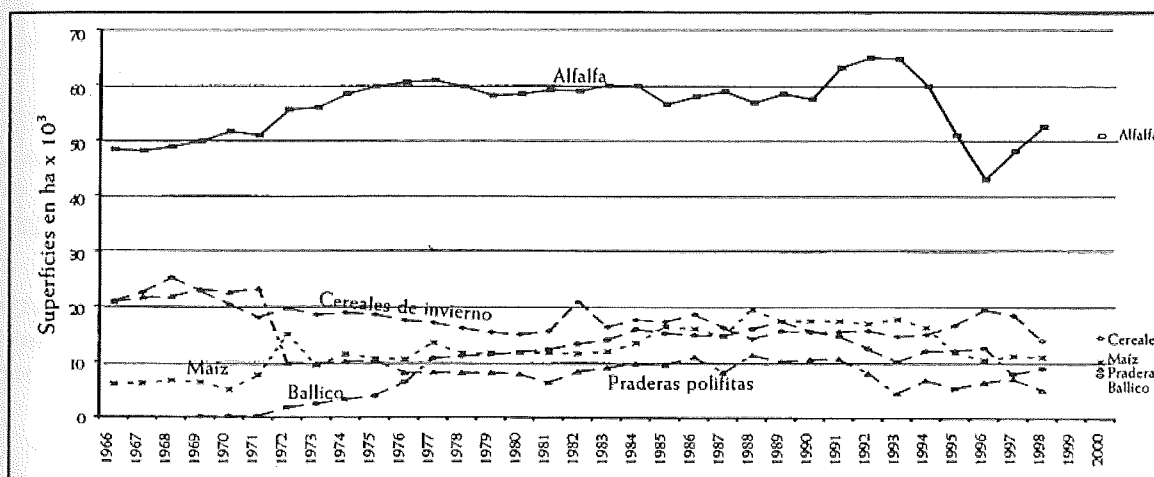
3ª. En los últimos 35 años han desaparecido prácticamente muchos de los forrajes que figuraban en el Anuario de 1965: remolacha, trébol encarnado, trébol rojo o violeta, e incluso los nabos, además de zanahorias, coles, chirivías, calabazas, etc. De modo que, actualmente, la superficie de forrajes se concentra en unas pocas especies: alfalfa, maíz, cereales de invierno, ballico, praderas polifitas, sorgo, veza y esparceta (tabla 1), de los cuales nos ocuparemos en el apartado 4.

En la figura 2 se muestra la evolución a lo largo de 35 años de las superficies ocupadas por los principales forrajes: alfalfa, maíz, cereales de invierno, ballico y praderas polifitas. A parte de poner de manifiesto la absoluta preponderancia de la alfalfa en el conjunto de la superficie forrajera catalana (desde el 35% al 45% de la superficie total) se puede observar el impacto de las campañas de promoción de la producción forrajero-pratense desde 1968 a 1975, con la irrupción del ballico, el incremento de la superficie de alfalfa y un descenso brusco de las praderas polifitas: una explicación coherente indicaría que se trata, en este último caso, de un efecto de las estadísticas, es decir, que este epígrafe dejó de integrar aquellos "prados naturales" sembrados con barredura de henil, al introducirse el cultivo de especies mejoradas.

Tabla 1. Superficie ocupada por los principales forrajes en Catalunya (elaboración propia a partir de DARP, 2002)

Forraje	Catalunya	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona
Alfalfa	51.047	5.992	11.753	33.141	161
Cereales de invierno	14.636	3.832	5.862	4.752	190
Veza	8.298	564	421	7.313	0
Ballico	7.928	2.910	4.987	31	0
Maíz	10.330	5.030	4.555	706	39
Sorgo	3.953	2.352	1.596	5	0
Praderas polifitas	9.053	5.452	688	2.913	0
Otros	7.423	796	1.712	4.439	476
Total	112.668	26.928	31.574	53.300	866

Figura 2. Evolución de la superficie cultivada de los principales forrajes en Catalunya. (MAPA, diversos años)



Otros efectos visibles en las estadísticas (representadas en la figura 2), a pesar de su reconocida inercia, son el impacto de las subvenciones para la deshidratación de forrajes, introducidas a partir de 1986, y el de la reforma de la PAC de 1992. El primer hecho se refleja claramente a partir de 1993, y coincide con la observación de la realidad. En cambio, el efecto de la PAC es más difuso y aunque la introducción de las subvenciones por superficies haya tenido una incidencia real sobre la disminución del cultivo de forrajes, también se puede suponer que las declaraciones de cultivos han valorado con mayor rigor los cultivos subvencionados en perjuicio, quizá, de los forrajeros.

Al comparar la superficie forrajera con los censos ganaderos (figura 3) se puede observar que no se trata de evoluciones paralelas, ya que el brusco aumento del ganado ovino registrado a partir del año 1987 (efecto de la estadística, pero no real, debido a la afloración de rebaños de ovejas para beneficiarse de las ayudas de la CEE), así como el incremento de las vacas para cría (en este caso se corresponde con la realidad), no se traducen en ninguna variación positiva en la superficie de praderas polifitas. Por el contrario, la disminución de las superficies forrajeras, a partir de 1993 podría corresponderse, en parte, con el descenso del vacuno lechero, que ha sido constante desde el año 1989.

Teniendo en cuenta que la producción por unidad de superficie de los distintos forrajes ha aumentado con el tiempo, se puede plantear si la ganadería de rumiantes ha dispuesto del mismo nivel de forraje a lo largo de este período. Aunque se trate de comparaciones groseras (porque, por ejemplo, los diversos forrajes pueden tener calidades muy distintas), en la tabla 2 se han calculado los kilogramos de forraje verde disponibles por UGM en 4 años del período estudiado y se pone de manifiesto que desde 1972 a 1992 ha aumentado la disponibilidad de forraje verde por UGM, aunque en 1998 se ha registrado un notable descenso relacionado con la disminución de la producción de la alfalfa en dicho año. A pesar de esta última valoración, se podría deducir que el aumento de los rendimientos de los cultivos forrajeros ha tendido a superar al incremento de la cabaña de hembras reproductoras de las especies rumiantes.

Figura 3. Evolución del censo ganadero (hembras reproductoras de las distintas especies y producciones) (MAPA, diversos años)

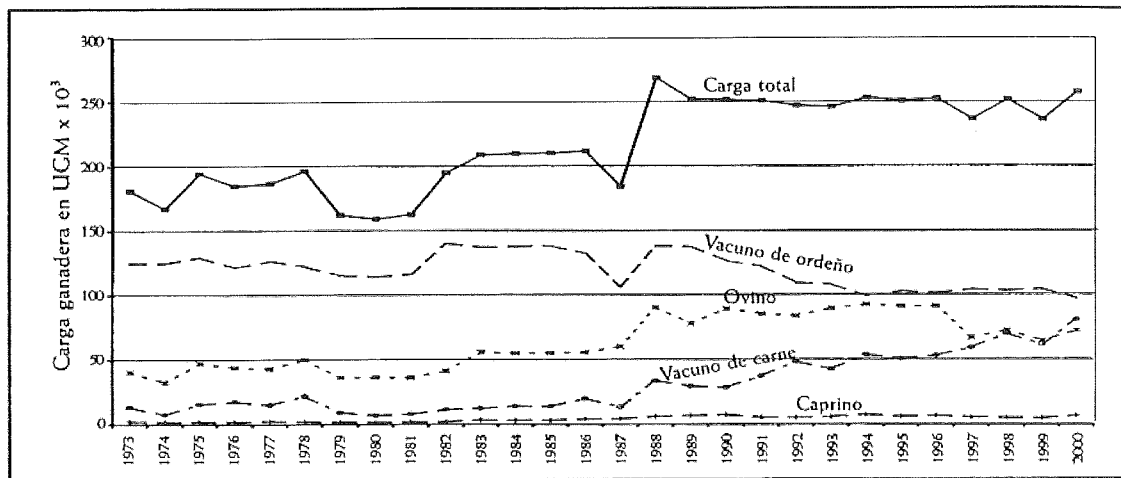


Tabla 2. Variación de la disponibilidad de forrajes para la ganadería en los últimos 35 años (MAPA, diversos años)

Año	1972	1982	1992	1998
Producción de forrajes (t x 103)	3.325.995	3.795.615	5.324.077	3.764.938
Censo ganadero (UGM hembras)	181.169	195.144	247.084	251.774
Kg/cabeza y año	18.358	19.450	21.548	14.954
Kg/cabeza y día	50,3	53,3	59,0	41,0

3. UBICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES EN CATALUNYA

Aunque la superficie cultivada en Catalunya, respecto de la superficie geográfica, sea inferior (29,9%) a la del conjunto de España (37,9%), los forrajes ocupan un mayor porcentaje sobre dicha superficie geográfica (3,6%) que el correspondiente al conjunto del Estado (2,3%). Por tanto, el cultivo de forrajes tiene mayor peso en nuestra producción agrícola (12% de la superficie) que en el global de España (6,2%). En la tabla 3, que incluye estos valores, se puede apreciar, también, que los

índices relativos a las 4 provincias catalanas son muy distintos, destacándose que en la provincia de Girona los forrajes ocupan el 28,4% de la superficie cultivada; en cambio, en Tarragona prácticamente no se cultivan forrajes.

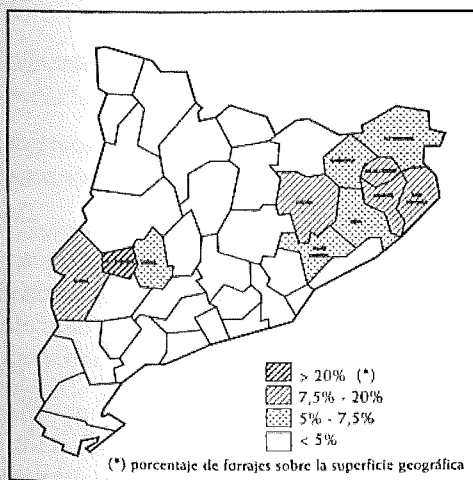
Tabla 3. Importancia de la superficie de forrajes en Catalunya en relación con el conjunto español (MAPA, 1999, datos correspondientes a 1996, expresados en miles de ha)

	Superficies			Índices		
	Geográfica (a)	Cultivada (b)	Forrajes (c)	100*(b)/(a)	100*(c)/(a)	100*(c)/(b)
España	50.488	19.144	1.185,4	37,9	2,3	6,2
Catalunya	3.195	954	114,4	29,9	3,6	12,0
Barcelona	773	165	27,5	21,3	3,6	16,7
Girona	590	113	32,1	19,2	5,5	28,4
Lleida	1.203	403	53,7	33,5	4,5	13,3
Tarragona	629	273	1,1	43,4	0,2	0,4

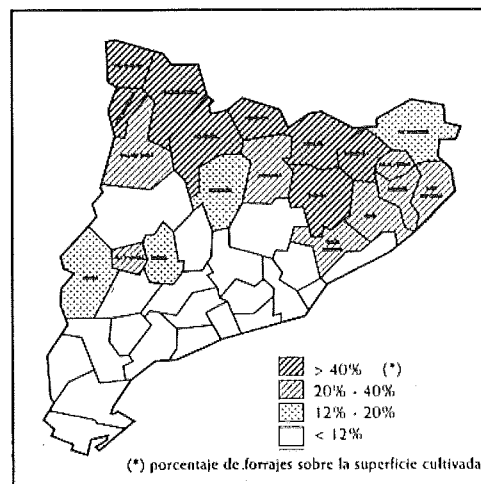
Esta diversidad, notable en el nivel provincial, se puede matizar y concretar cuando se desciende al ámbito comarcal. Para ello, partiendo de las declaraciones de las superficies ocupadas por los cultivos agrícolas por municipios (impresos 1 T) correspondientes al año 2000, se han confeccionado los mapas 1 y 2.

En el primero de ellos, se ha representado dónde se concentra la producción de forrajes, agrupando las comarcas según el porcentaje que éstos ocupan sobre la superficie total de cada comarca. Destaca, muy por encima de las restantes, la comarca Pla d'Urgell, con un índice del 30,1%, que se caracteriza por la concentración del cultivo de la alfalfa y porque, como en otras comarcas

Mapa 1. Concentración de la producción de forrajes en las distintas comarcas de Catalunya (elaboración propia a partir de DARP, 2002)



Mapa 2. Importancia de los forrajes en el conjunto de los cultivos en las distintas comarcas de Catalunya (elaboración propia a partir de DARP, 2002)



límites, se cultiva más del 85% de su superficie geográfica. Las comarcas en las que los porcentajes de superficie de forrajes están por debajo de la media de nuestro país (3,6%) se han representado en blanco.

En el mapa 2 se ha representado la importancia de los forrajes en el conjunto de cultivos de cada comarca. Como en el caso anterior, las comarcas representadas en blanco presentan unos índices inferiores a la media de Catalunya (12%). Las comarcas pirenaicas, que se agrupan en el nivel superior, se caracterizan por tener escasa superficie de cultivo y por destinársela, preferentemente, a cultivar forrajes. Osona, en cambio, incluida también en este nivel, dispone de una superficie cultivada mucho mayor (26,1% de su superficie geográfica).

Las restantes comarcas destacadas en el mapa 2 se localizan en dos polos: en la "Catalunya húmeda", donde se concentra la producción de vacuno, y en los regadíos de Lleida en los que, preferentemente, se cultiva alfalfa destinada a deshidratar. También se incluyen en este grupo las comarcas prepirenaicas.

4. LOS PRINCIPALES CULTIVOS FORRAJEROS

4.1. Alfalfa

4.1.1. Sobre la superficie cultivada

El cultivo forrajero predominante en Catalunya (45% de la superficie total) ocupó en el año 2000 un total de 51.047 ha, según las declaraciones de superficies referidas anteriormente y aparece en la mayor parte de las comarcas catalanas, aunque se concentra en los regadíos de Lleida (más de 28.000 ha, es decir, el 55% de su superficie), según se observa en el mapa 3.

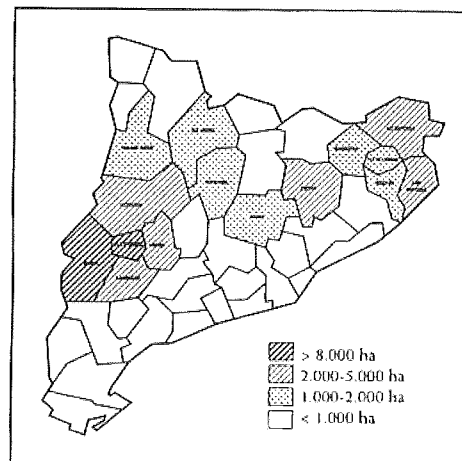
En las comarcas más ganaderas (ganado vacuno) su cultivo se ha ido abandonando paulatinamente: en las explotaciones con escasa superficie, para ser substituido por forrajes más productivos (maíz y ballico) y en las explotaciones con mayor base territorial, más tecnificadas y con más censo porque, en general, el heno de alfalfa (su producción es demasiado compleja para los ganaderos centrados en el cuidado del rebaño) ha sido substituido por el producto deshidratado, de precio competitivo, al recibir una importante subvención.

De modo que las superficies de alfalfa actualmente declaradas en las comarcas de Girona y Barcelona son, probablemente, superiores a las que realmente existen.

También nos ha parecido sobre valorada (al proceder a la anotación de las superficies municipio a municipio) la superficie de alfalfa cultivada en secano (supondría el 38% del total), aunque se trata de una realidad frecuente.

En cambio, si se tienen en cuenta las ayudas a los forrajes deshidratados concedidas en el mismo año 2000 (MAPA, 2002), y se admite que toda la alfalfa cultivada en las zonas de influencia de las deshidratadoras se destine a deshidratar (lo cual es totalmente verosímil) y que la producción media sea de 14.000 kg/ha de producto deshidratado (quizá algo elevada para una media estadística), la superficie cultivada en los regadíos de Lleida debería ser un 25% superior a la registrada, a menos que las deshidratadoras ubicadas en dicha provincia traten otros forrajes (como el ballico, lo que se da en proporción creciente) o bien forraje producido en las vecinas comarcas de Huesca.

Mapa 3. Importancia de la ALFALFA en las distintas comarcas de Catalunya (elaboración propia a partir de DARP, 2002)



En consecuencia con lo que antecede, aunque la superficie cultivada de alfalfa en Catalunya se ha mantenido estable desde 1965, se ha registrado un desplazamiento de su cultivo desde las comarcas más ganaderas de la Catalunya húmeda a los regadíos de Lleida (tabla 4) y, a la vez, una progresiva concentración de su producción en las zonas de influencia de las plantas deshidratadoras.

4.1.2. Utilización del producto

Por lo que se refiere a su utilización, también se ha producido una progresiva sustitución, desde principios de la década de 1990, del heno por el producto deshidratado. El ritmo de sustitución ha sido notable en los últimos años, pero bastantes explotaciones se resisten a emplear el producto deshidratado por desconfianza en su calidad y homogeneidad o por otras razones. En cualquier caso, la ganadería catalana tan sólo podría absorber una parte del producto deshidratado obtenido, inferior al 30% del total: el resto es exportado a otras zonas ganaderas de España o bien a otros países.

Al hablar de la calidad del producto deshidratado se puede afirmar que ésta ha mejorado desde los años iniciales de la expansión del proceso y, actualmente, algunas empresas productoras conceden a esta cuestión una atención preferente. No obstante, la principal problemática en relación con el mercado, probablemente no sea la venta del producto sino el abastecimiento de forraje.

Tabla 4. Evolución de las superficies de cultivo de alfalfa en las provincias de Catalunya, expresadas en miles de ha (MAPA, diversos años y DARP, 2002)

	1965	1970	1980	1990	2000
Catalunya	49.670	51.557	58.414	57.610	51.709
Barcelona	8.500	7.420	8.900	6.875	5.939
Girona	17.600	19.200	25.500	20.893	12.144
Lleida	21.920	24.035	23.500	29.500	33.465
Tarragona	1.650	902	514	322	161

Factores que han contribuido negativamente sobre la calidad del producto deshidratado han sido:

1. Escaso control de las malas hierbas, actualmente ya mejorado, en diversos casos, al penalizarse la presencia de las mismas en el forraje que se entrega para procesar.
2. Aprovechamiento del forraje demasiado tardío, cuando el campo se encuentra en plena floración. También se ha corregido, en parte, este aspecto.
3. Tiempo de permanencia en el campo del forraje segado excesivamente largo. Aunque también en este punto se ha avanzado considerablemente (la legislación ha debido poner coto a algunas actuaciones poco correctas), éste sigue siendo un punto conflictivo en demasiados casos.

Otra característica muy discutida se relaciona con el procesado del producto y, en concreto, con la longitud de fibra. A menudo, algunos ganaderos se quejan de que al procesar la alfalfa se realiza un picado excesivo, pero ello parece estar en contradicción con el empeño y la capacidad de los fabricantes en conseguir un producto acabado adecuado a su destino. No obstante, más que la longitud de picado del forraje, lo que resulta realmente negativo para su utilización en las raciones para ganado vacuno es la presencia de producto en forma de polvo en una proporción excesiva.

Si bien es positivo que el mercado del producto deshidratado exija cada vez más calidad, nos resulta sorprendente que, a pesar de que las empresas deshidratadoras estén dotadas de modernos equipos para el análisis del forraje (tecnología NIRS), tan sólo se estén controlando la humedad y el contenido en PB, en ningún caso las fibras (FAD y FND), al modo en que se valora este producto en el mercado de América del Norte.

En las zonas en las que, al estar alejadas de las plantas deshidratadoras, todavía se produce heno (ya sea para el ganado vacuno o bien para el ovino) se ha introducido también el uso del ensilaje (en el primer corte y el último), en pacas e incluso en los silos tradicionales, utilizando diversos productos para su conservación.

El ganado ovino, y muy a menudo las vacas de vientre, siguen aprovechando la alfalfa en pastoreo, en algunos casos durante todo el año, pero más frecuentemente a partir del segundo corte, en alfalfas de secano.

4.1.3. Aspectos del cultivo

Por tratarse de un cultivo tradicional y generalizado, los ganaderos y muchos agricultores conocen bien las técnicas de producción. No obstante, se pueden destacar algunos hechos que inciden negativamente, o pueden hacerlo, en dicho proceso:

1. En los regadíos antiguos, con el riego a manta, siguen produciéndose problemas de asfixia de las raíces. En algunas zonas, los turnos de riego rígidos dificultan el manejo del cultivo, aunque al destinarlo a deshidratar se han simplificado los problemas, al reducir el tiempo de permanencia en el campo del forraje cortado.
2. Con la "intensificación" del cultivo (¿puede hablarse de intensificar un cultivo que no reacciona positivamente al abonado nitrogenado?) han proliferado los problemas de plagas: además de las clásicas (*Apion*, gusano negro y gusano verde), en Lleida (de momento todavía no en Girona) se trata sistemáticamente contra pulgones a partir del tercer corte.
3. El control de las malas hierbas, que se había descuidado excesivamente a principios de los años 1990, ha mejorado, aunque todavía resulta deficiente en muchos casos, tal como puede apreciarse al recorrer las zonas productoras en invierno o durante los primeros cortes.
4. En las zonas de influencia de las deshidratadoras la ocupación del suelo por alfalfa está superando los niveles recomendables: la superficie de regadío destinada a cultivos herbáceos ocupada por la alfalfa representa el 51,7% en Garrigues, 41,4% en el Pla d'Urgell y 41,1% en el Segrià.

El hecho de que las empresas deshidratadoras tengan tendencia a arrendar parcelas para cultivar directamente la alfalfa tiene la ventaja de facilitar el control de la calidad del producto e incluso de mejorar algunas prácticas de cultivo. Pero quizá no esté claro qué sucederá con estas parcelas cuando se arranque el alfalfar.

Las variedades utilizadas son el ecotipo *Empordà* en su comarca de origen y el ecotipo *Aragón* (o las variedades Victoria o Capitana, derivadas del mismo) en las restantes comarcas. Aunque se ha demostrado que otras variedades pueden superarlas (Lloveras y col., 1999), por el momento, no han encontrado respuesta por parte de los usuarios.

4.2. El maíz para forraje

4.2.1. Sobre la superficie cultivada

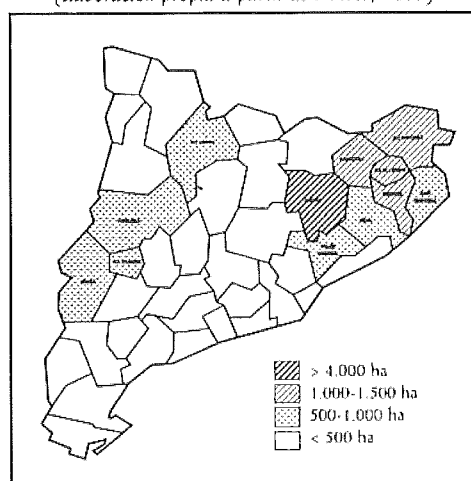
Actualmente el ensilado de maíz es el componente básico de la ración de la mayor parte de las vacas de ordeño en nuestro país. A partir de esta constatación se podría llegar a la conclusión de que la superficie de maíz destinada a forraje debería superar las 15.000 ha, para un censo de vacuno de ordeño de 95.000 cabezas. Una estimación realizada a partir de dicho censo por comarcas, teniendo en cuenta tan sólo aquellas en las que es habitual la producción y utilización del maíz para forraje, nos

indica que hay una diferencia de 4.350 ha entre las declaraciones de superficies de maíz forrajero y las necesidades del consumo.

En el mapa 4 se han representado las principales comarcas productoras de maíz para forraje, teniendo en cuenta tanto las superficies declaradas como el censo de vacuno de ordeño que lo consume. Aunque el cultivo del maíz en secano es habitual en algunas comarcas (Garrotxa, Osona, Berguedà, Vallès Oriental, etc.) en ningún caso alcanza al 70% de la superficie sembrada como resulta del análisis de las declaraciones. Probablemente, no supere las 6.000 ha, es decir, menos del 40% del realmente cultivado.

Cada vez es más frecuente que los ganaderos compren maíz forrajero a agricultores productores, los cuales pueden estar en la misma comarca o, más a menudo, en comarcas que reúnen mejores condiciones para su producción. Así sucede con ganaderos particulares del Vallès Oriental y de Osona, que lo adquieren en las comarcas de Girona o de Lleida. Y también se da el caso de cooperativas (Banyoles-Vall d'En Bas) que ofrecen a sus socios las raciones totalmente preparadas y que compran el maíz y lo ensilan en zonas de producción, alejadas de las explotaciones que lo han de consumir. Los agricultores productores de maíz para grano pueden optar entre destinarlo a recoger el grano o bien venderlo para ensilar, si consideran que el precio ofrecido se ajusta a sus expectativas.

Mapa 4. Importancia del MAÍZ para forraje en las distintas comarcas de Catalunya (elaboración propia a partir de DARP, 2002)



Como resumen de las anteriores consideraciones, en la tabla 5 se presenta una estimación del porcentaje de maíz usado como forraje sobre el total cultivado en las provincias de Lleida, Girona y Barcelona, admitiendo que las declaraciones de superficies totales del año 2000 se ajustan a la realidad.

Tabla 5. Estimación de los porcentajes de superficie cultivada de maíz destinados a producción de forraje en Catalunya (elaboración propia a partir de DARP, 2002)

Provincia	Superficies declaradas para el año 2000			Estimación del destinado a forraje (%)
	Maíz forraje	Maíz grano	Superficie total	
Barcelona	5.045	2.995	8.040	75
Girona	4.555	11.115	15.670	40
Lleida	706	22.860	23.566	12

4.2.2. Utilización del producto

El maíz para forraje se destina prácticamente en su totalidad a ensilar y, aunque se trata de una práctica bien conocida y controlada, el valor alimenticio del producto obtenido es variable y, en nuestra opinión, se puede mejorar notablemente.

Cuando se cultiva en secano, a parte de la limitación productiva y la incertidumbre de la misma, a menudo no se alcanzan los niveles de grano deseables en este producto.

Pero cuando se cultiva en regadío se produce un forraje de insuficiente calidad por otros motivos: hemos tenido ocasión de controlar, en distintas situaciones, maíces producidos para su venta a ganaderos con índices de cosecha situados entre 30 y 40% y con niveles de humedad, en el momento de su cosecha, sensiblemente inferiores al 30%. Por otra parte, una recopilación de los resultados analíticos obtenidos en muestras analizadas en el Laboratori Agroalimentari de Cabrils (Barcelona) permite constatar que el contenido en humedad del ensilado de maíz se sitúa, en la mayor parte de los casos, por debajo del 30%.

En este mismo sentido, hay que tener en cuenta que la mayor parte de los ganaderos que compran forraje lo pagan como forraje verde, no valorado en materia seca. Por otra parte, la los agricultores productores son reacios a valorar su producción en materia seca. Todo ello se traduce en la utilización de un forraje con un nivel de humedad excesivo para obtener un producto más ajustado para su uso en la producción intensiva de leche.

En contraste con lo que se acaba de indicar, hay que destacar que en las explotaciones más importantes y mejor gestionadas se conoce el valor del maíz y se ensila correctamente. En estos casos, además, se usan aditivos para asegurar la calidad del producto ensilado.

En algunas ganaderías se ha producido y usado el producto denominado *pastone* a imagen de algunos productores italianos.

4.2.3. Aspectos del cultivo

El cultivo del maíz para forraje no suele tener secretos para los agricultores que lo practican. No obstante, ofrece algunas características e interrogantes que se exponen a continuación.

Muy a menudo, se trata de un cultivo de segunda cosecha, sembrado después de ballico y, sobre todo, de cereal de invierno. En algunas comarcas se usan ciclos adecuados a las condiciones climatológicas, pero también es frecuente el cultivo de ciclos 700 en segunda cosecha, lo que, probablemente, repercute sobre el contenido en humedad del forraje en el momento de la cosecha.

En los regadíos antiguos, el riego a manta, muy apreciado por los cultivadores de maíz de mayor edad y cuyo manejo se ha facilitado al incorporar las mangas perforadas para distribuir el agua, está contribuyendo a agravar la contaminación de las capas freáticas y, a la vez, perjudica la eficiencia del abonado nitrogenado, en contraste con lo que permite el uso de los modernos sistemas de riego.

Aunque en alguna comarca los ganaderos conceden atención a la disponibilidad de variedades de maíz seleccionadas para la producción de forraje, y a pesar de los resultados positivos que han podido ser contrastados experimentalmente en nuestras condiciones (Serra, 2000), las variedades actualmente cultivadas para forraje son las mismas que se usan para producir grano.

Algunos productores son conscientes del interés de no recoger la totalidad de la caña del maíz, con el objeto de tener un forraje más indicado para las vacas de gran producción, tal como se ha podido comprobar experimentalmente (Serra, 2000). No obstante, se trata de una práctica escasamente implantada.

En general, todos los ganaderos conocen cuál es el momento adecuado para recoger el maíz y obtener un producto de la máxima calidad. Si, en la práctica, el producto obtenido no coincide con estas expectativas se puede explicar, en algunos casos, porque se dispone todavía de cosechadoras antiguas (sin el mecanismo que permite aplastar los granos endurecidos) o, simplemente, porque son poco conscientes de la trascendencia que tiene para la calidad de la conservación y para la alimentación del ganado el contenido en materia seca del forraje.

4.3. Los cereales de invierno y la veza

Aunque se consideran cultivos independientes y presentan características distintas entre sí, no tan sólo se cultivan asociados muy a menudo, sino que se pueden confundir a efectos de las estadísticas.

4.3.1. Sobre la superficie cultivada

Considerando cada cultivo con independencia, en Catalunya el cultivo de los cereales de invierno para forraje está más extendido que el de la veza (14.636 ha frente a 8.298 ha en el año 2000). Debe añadirse, a favor de los cereales, el hecho de que en años de sequía pueden destinarse a forraje superficies cultivadas para grano, como es usual en todo el Mediterráneo.

La evolución de la superficie cultivada en los últimos 35 años ha sido paralela en ambos casos entre 1965 y 1990, disminuyendo paulatinamente (los cereales pasaron de representar el 15% de la superficie forrajera total a tan sólo el 10%, y la veza, desde el 4% al 3%). A partir de 1991 se ha registrado una expansión del cultivo de veza y tres años más tarde también ha aumentado, aunque más modestamente, la superficie ocupada por los cereales, para llegar a cotas equivalentes a las de los años 1960.

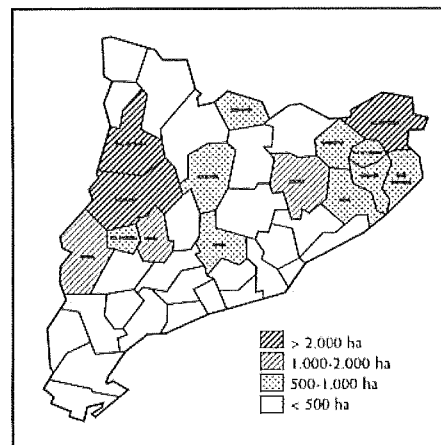
La localización de la superficie declarada de ambos cultivos en conjunto se representa en el mapa 5. Al considerar la proporción que sobre dicho total representa la superficie de veza se observa cómo en las comarcas de la Catalunya húmeda apenas se declara cultivo de veza (2,6% en la provincia de Girona, excluyendo el caso particular de la Cerdanya), en las comarcas centrales aparecen superficies equivalentes de ambos cultivos y en los regadíos de Lleida la superficie declarada de veza representa entre el 75% y el 100% del total de cereales más veza.

4.3.2. Utilización del forraje

De un modo esquemático, puede indicarse que:

1. En las comarcas en que predomina el ganado vacuno de ordeño el forraje de los cereales, cultivados solos, o asociados con una pequeña proporción de veza, se recoge después de espigar y se conserva henificado o, cada vez con mayor frecuencia, ensilado. Se destina a la cría, a las vacas en reposo o bien como aporte de fibra para las vacas de gran producción.
2. En muchas comarcas con menor nivel de precipitación, es el ganado ovino el que suele aprovechar, en pastoreo durante el invierno, el cultivo solo o asociado y también se puede beneficiar del heno (o ensilado) obtenido después de espigar, en aprovechamiento de doble uso.
3. En los regadíos de Lleida se dan ambos destinos: para ganado ovino o bien en explotaciones de vacuno lechero. También se puede destinar la veza, esporádicamente, a deshidratar.
4. En las comarcas del Prepirineo el cereal y la veza son pastados durante el invierno por el ganado lanar y, cada vez con mayor frecuencia, por vacas de vientre. En general, se deja de pastar en marzo para poder obtener un corte para henificar, ensilar o incluso para recoger el grano.

Mapa 5. Importancia de los CEREALES DE INVIERNO y la VEZA en las distintas comarcas de Catalunya (elaboración propia a partir de DARP, 2002)



4.3.3. Aspectos de cultivo

La primera cuestión que se plantea es decidir la proporción de veza en la dosis de siembra. En las explotaciones con ganado vacuno de ordeño, que disponen de regadío o de climatología relativamente favorable, se suele cultivar cereal solo, a menudo en doble cultivo, seguido de maíz. En cambio, en situaciones de menor fertilidad edáfica y mayor escasez de agua, la proporción de veza en la mezcla puede ser notable. Se puede observar una relativa desorientación con respecto a las dosis de semilla de cada especie más apropiadas.

La especie de veza que se siembra es, indistintamente, *Vicia sativa* o *V. villosa*, preferentemente la primera, excepto en la Cerdanya, donde se usa *V. villosa* tradicionalmente. Se siembran variedades comerciales. En cuanto a la especie de cereal, se pueden encontrar ejemplos de cultivo de cada una de las cinco especies disponibles:

- La especie actualmente más cultivada para forraje sigue siendo la **avena**, particularmente en Girona, pero también está muy extendida en las restantes zonas.
- En los regadíos de Lleida y en las comarcas centrales del país se usa, además de la avena, la **cebada** para ensilar o bien para pastoreo.
- El uso del **trigo** para ensilar es muy poco frecuente, aunque se da en algunas explotaciones de ganado vacuno lechero.
- El cultivo del **centeno** se centra en la Cerdanya, donde, asociado a la veza villosa es un cultivo forrajero tradicional. También se cultiva en el Alt Urgell y, por el momento, sólo excepcionalmente en el resto del país.
- El **triticale** es el cereal que, en estos momentos, despierta mayores expectativas en muchas comarcas (Osona, Alt Empordà, Solsonès, Alt Urgell-Cerdanya, etc.) y por distintos motivos. Cuando se trata de explotaciones de vacuno lechero, se aprecia la calidad de su fibra y sobre todo se destaca su interesante nivel de producción, que se trata de un cultivo muy precoz y que deja el suelo en adecuadas condiciones para cultivar inmediatamente después maíz. En otros casos, se está apreciando su capacidad de rebrote durante el invierno y se destina al pastoreo. Probablemente no sean ajenos a estas expectativas los trabajos llevados a cabo por un equipo de técnicos dirigido por Conxita Royo (Royo y col., 1997) en el marco de un proyecto de demostración INIA desarrollado en 1993 y 1994.

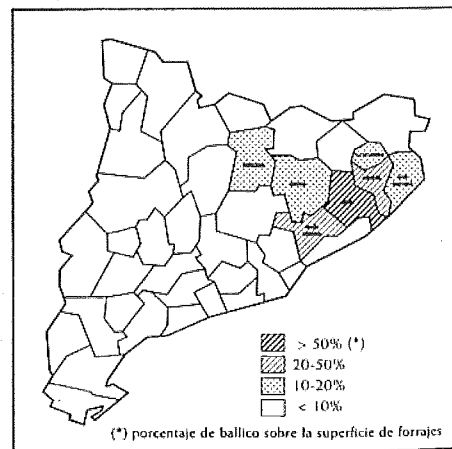
4.4. El ballico

4.4.1. Superficies

Aparece por primera vez en las estadísticas como cultivo diferenciado en el año 1969 (50 ha), en 1977 supera ya las 1.000 ha y llega a su máxima expansión en 1989 (17.500 ha), momento a partir del cual empieza a perder importancia hasta situarse, en el año 2000 (7.928 ha), por detrás de los cereales, el maíz y las praderas polifitas por la superficie ocupada.

Su principal área de cultivo se localiza en las comarcas de Girona (provincia donde se inició su cultivo, al amparo de las campañas de fomento de la producción forrajero-pratense promovidas, desde la antigua Jefatura Provincial del Ministerio de Agricultura, por Pere Cabot y Pere Bofias) y limítrofes de Barcelona (mapa 6).

Mapa 6. Importancia del BALLICO en las distintas comarcas de Catalunya (elaboración propia a partir de DARP, 2002)



El análisis pormenorizado de las superficies de cultivo declaradas por términos municipales nos permite suponer que el área de cultivo actual sea superior (entre un 15% y un 20%) a la recogida en las declaraciones, especialmente en el Vallès Oriental, donde sigue siendo el cultivo forrajero predominante y en los regadíos de Lleida, donde, aunque sea un cultivo relativamente poco extendido, aparece relacionado tanto con las granjas de ganado vacuno lechero y las explotaciones de ovino, como destinado a deshidratar.

Aunque se cultiva principalmente en secano (en algunas comarcas exclusivamente), la superficie que se riega supera ampliamente el 15% que se recoge en las declaraciones: probablemente alcance el 30% de la superficie total cultivada.

4.4.2. Utilización

El ballico ha contribuido, probablemente como ningún otro cultivo forrajero, a la desaparición de otros forrajes: remolacha, trébol encarnado, *bersim* o trébol de Alejandría, etc., ya que permitió disponer de abundante forraje verde de gran calidad en una época del año de escasez del mismo.

Todavía pueden verse campos de ballico aprovechados en verde durante el invierno, pero esta práctica queda circunscrita a las explotaciones de ganado vacuno lechero de menores dimensiones. En otros casos, el ganado vacuno (vacas de ordeño o de vientre) lo aprovecha en pastoreo durante invierno-primavera.

Más frecuente es su aprovechamiento en pastoreo por el ganado ovino, aunque la localización de la cabaña de lanar en comarcas con mayor escasez de pluviometría y el hecho de que todavía muchos ganaderos no dispongan de base territorial propia limita su uso para esta ganadería.

En los regadíos de Lleida, y especialmente en las comarcas limítrofes de la provincia de Huesca, el ballico puede tener un aprovechamiento complementario para la producción de semilla, después de ser pastado durante el invierno y segado para deshidratar en el primer corte de primavera. Aunque, actualmente, se impone su destino para deshidratar, aprovechando su potencial para producir 12-14 t/ha de producto deshidratado.

La mayor parte de la producción de ballico, no obstante, se ubica en explotaciones de ganado vacuno de ordeño, en las cuales se aprovecha conservándolo ensilado o en forma de heno (si acaso el último corte). Se destina a las vacas productoras y, con mayor frecuencia, al ganado de reposición.

La complejidad de su manejo para conseguir un producto de calidad uniforme y adecuada y el hecho de que no sea un buen precedente cultural para el maíz, y que se combine difícilmente con él, están contribuyendo a su substitución por los cereales de invierno en las explotaciones de producción ganadera más intensiva.

4.4.3. Aspectos del cultivo

El cultivo del ballico, exigente en humedad y fertilidad del suelo, es bien conocido por los ganaderos que lo practican.

Los problemas relacionados con su implantación han desaparecido, siempre que las precipitaciones sean suficientes para permitir su implantación. Se registra una tendencia general a retrasar la siembra (antes se solía hacer desde finales de agosto o en la primera quincena de septiembre) porque el aprovechamiento de noviembre-diciembre interesa cada vez menos, por las dificultades que comporta ensilarlo adecuadamente.

Al tratarse de un cultivo ávido de nitrógeno, resulta útil en muchas explotaciones para aprovechar el exceso de disponibilidad de dicho fertilizante, acumulado como consecuencia de una concentración ganadera elevada.

Aunque los ganaderos conocen bien el interés de aprovechar el cultivo en el momento adecuado, muy a menudo la siega se retrasa por dificultades de organización de la explotación, con lo que se penaliza la calidad del producto.

Se practica, de modo generalizado, una prehenificación antes de ensilarlo, tanto en invierno (cuando se da la circunstancia) como durante los cortes de primavera. En algunas explotaciones se ensila empacado, aunque, en general, se utilizan las instalaciones existentes en las granjas.

Se cultivan variedades tetraploides de tipo *westerwoldicum*. La elección de las mismas se basa en la información del suministrador de las semillas. La utilización de semilla producida en la propia explotación es poco frecuente.

4.5. Las praderas polifitas

Tal como se ha dicho anteriormente, las campañas de fomento de la producción forrajero-pratense de los primeros años de la década de 1970 contribuyeron a dar a conocer este cultivo, hasta entonces prácticamente inexistente, a pesar de que las estadísticas no lo indican así.

A partir de una superficie declarada en 1972 de 9.750 ha, el cultivo de praderas polifitas se mantuvo sensiblemente estable hasta el año 1991 (10.711 ha), para iniciar un descenso brusco en 1993 y recuperarse lentamente a partir de entonces. De hecho, cabría preguntarse si la variación de la superficie cultivada a lo largo de este período se debe a un efecto de las estadísticas o bien refleja una evolución de la realidad.

Probablemente, la superficie actualmente declarada de praderas polifitas es inferior a la real, puesto que en diversas comarcas la carga ganadera (vacuno para cría) por ha de pradera polifita parece excesiva, a pesar de la diversidad de recursos forrajeros disponibles en algunas zonas.

En cualquier caso, actualmente el cultivo de las praderas polifitas se concentra en las comarcas pirenaicas de la mitad occidental de Catalunya, relacionado sobre todo con la presencia de ganado vacuno de cría (mapa 7). El ganado ovino, por una parte, y el vacuno de ordeño, por otra, de las comarcas con mayor superficie cultivada no han favorecido, en general, la expansión del cultivo de las praderas.

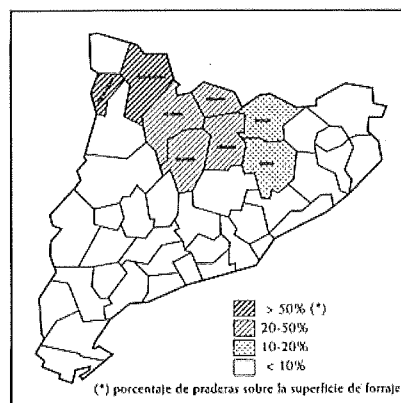
Este cultivo se destina, a menudo, a las tierras de cultivo marginales, en parcelas y en explotaciones que se han ido abandonando y sólo se aprovecha por la ganadería extensiva, en forma de pastoreo.

La implantación del cultivo sigue presentando problemas, aunque los ganaderos interesados han ido resolviéndolos, en relación con la época de siembra (en muchas zonas las siembras de primavera son arriesgadas) y derivados de la lentitud de su establecimiento.

En cuanto a la utilización de especies y variedades, todavía proliferan las ofertas basadas en las "fórmulas" establecidas a finales de los años 1960 para las campañas de fomento mencionadas. Aunque los ganaderos son capaces de distinguir las diversas especies, creemos sería conveniente ofrecerlas por separado.

El ritmo de aprovechamiento de las praderas se suele ajustar a las necesidades de la ganadería, por lo que no parece correcto plantearse si deberían aprovecharse más oportunamente.

Mapa 7. Importancia de las PRADERAS POLIFITAS en las distintas comarcas de Catalunya (elaboración propia a partir de DARP, 2002)



5. CONSIDERACIONES FINALES

En las páginas anteriores se han expuesto una serie de reflexiones relacionadas con la situación actual de la producción de forrajes en Catalunya, y se han destacado aquellos aspectos que nos parecen de mayor interés. Plantearse qué orientación podrá tener la producción de forrajes en el futuro debería ser equivalente a considerar cómo evolucionará el ganado que ha de consumirlos: el ovino, el vacuno de cría y el vacuno de ordeño, básicamente; aunque teniendo en cuenta el impacto que ha tenido la Política Agraria Comunitaria sobre los cultivos forrajeros, sobre todo desde 1993, estas consideraciones pueden resultar muy limitadas.

El potencial de desarrollo del ganado ovino en Catalunya parece considerable (Caja, 2002) y esta ganadería podría basar su expansión en una adecuada utilización de diversos forrajes (ballico, cereales y veza, esparceta, praderas polifitas, etc.), todos ellos con notable capacidad de adaptación a nuestras comarcas. Aunque, actualmente, las explotaciones de ovino tengan, en general, unos niveles de tecnología muy bajos, su rentabilidad resulte, a menudo, poco atractiva y se registre una disminución del censo, todo ello no debería ocultar la presencia de unas realizaciones que pueden indicar el camino de un cambio decisivo.

La cabaña de vacuno de cría, en cambio, presenta una expansión creciente, de modo que el censo actual se acerca al de las vacas de ordeño, tradicionalmente muy superior. Parece evidente que dicho crecimiento debería implicar un desarrollo paralelo del cultivo de praderas polifitas, preferentemente. A este respecto, las posibilidades que existen en las comarcas prepirenaicas, sobre todo, nos parecen considerables. Y podrían ser potenciadas si se logra desarrollar la producción ecológica, si se introduce un cambio en el enfoque productivo, valorando las mejoras a largo plazo en vez de la rentabilidad inmediata (y las subvenciones).

El ganado vacuno de ordeño, que es el subsector con mayor dinamismo y cuyo nivel tecnológico es muy avanzado, quizá es el que presenta, en relación con la producción de forrajes, mayores retos inmediatos. Por una parte, aunque se ha avanzado mucho en la formulación de raciones alimenticias se observa una gran disparidad de criterios y prácticas y, a nuestro entender, existe un amplio margen para progresar: el éxito de los centros de alimentación, principalmente si están gestionados a partir del interés de los ganaderos, está asegurado, ya que pueden aprovechar el diferencial tecnológico que existe entre la práctica del ganadero y las posibilidades que ofrecen los conocimientos actuales sobre alimentación y nutrición.

El desarrollo de esta línea implica, probablemente, la diferenciación entre el ganadero y el agricultor productor de forrajes, tal como ya sucede actualmente con los productores de alfalfa para deshidratar o bien de maíz para ensilar. Si se acentúa esta tendencia, no obstante, pueden agravarse los desequilibrios actuales producidos por la traslocación de nutrientes desde las explotaciones agrícolas a las ganaderas.

Por otra parte, el atractivo de algunos planteamientos productivistas (y quizá también intereses económicos) está orientando a un número creciente de ganaderos hacia la utilización de raciones con niveles de concentrados cercanos al 70% del peso seco de la ración y, a veces, además, utilizando subproductos en vez de forrajes. El uso de tales raciones implica disponer de conocimientos nutrológicos notables y debe ir acompañado de un esmerado manejo del ganado. Si no se dan estas circunstancias, pueden producirse trastornos en el ganado que pueden traducirse en niveles muy elevados de reposición (40-50%, Fefric, 2002) y, quizá, en pérdidas de rentabilidad.

En este contexto, la calidad de los forrajes utilizados puede resultar decisiva para la salud del rebaño y para la rentabilidad económica de la explotación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAJA, G., 2002. Comunicació personal.

DARP, 2002. *Superficies ocupadas por los cultivos agrícolas*. Recopilación de los impresos 1-T del MAPA de los municipios de Catalunya.

FEFRIC, 2002. *Resultats del control lleter 2000 a Catalunya. Classificació d'explotacions*. Federació d'Associacions de Frisó Català. <http://www.fefric.com>

LLOVERAS, J.; BETBESÉ, J.A.; LÓPEZ-QUEROL, A.; LÓPEZ FERNÁNDEZ, A.; BAGÀ, M., 1999. Varietats d'alfals en els regadius de Lleida. *Catalunya Rural i Agrària*, **52**, 12-15.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1965 a 1971. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura. Madrid.

MAPA, 1972 a 1999. *Anuario de Estadísticas Agrarias*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

MAPA, 2002. *Ayudas a los forrajes deshidratados en Cataluña y su importancia en el contexto de España (años 1998/99 a 2001/2001)*. Subdirección General de Cultivos Herbáceos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

MIRÓ-GRANADA, L.I., 1975. Evaluación de recursos y criterios de actuación en la mejora de pratenses. *Pastos*. Vol V (1).

MONTSERRAT, P., 1962. *Las bases de la prateria moderna*. Publicaciones de la "Obra Social Agrícola" de la Caja de Pensiones para la Vejez y de Ahorros de Cataluña y Baleares. Barcelona.

PUJOL, M., 1984. Producción de forrajes en Cataluña. *Pastos*. Vol XIV (1): 1-34.

ROYO, C.; SERRA, J.; BAGÀ, M.; LÓPEZ-QUEROL, A.; LÓPEZ FERNÁNDEZ, A.; ARBONÈS, A.; PUIGDOMÈNECH, A.; ARAGAY, M., 1999. El triticale a Girona. *Catalunya Rural i Agrària*, **55**, 29-33.

SERRA, J., 2000. "El blat de moro com a conreu farratger. Variació de la producció i la qualitat en funció de la varietat i de l'altura de dall". *Jornada de vaquí de llet*. Jornades tècniques . Mercat del Ram. Vic, Barcelona.

XANXO, LL., 2002. Comunicació personal.

LA EVOLUCIÓN DE LA DESHIDRATACIÓN DE FORRAJES EN ESPAÑA: PERSPECTIVAS DE FUTURO

F. OLLÉ MARRUGAT

Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles (AIFE). Avda. Tortosa, 2. 25005 Lleida. Spain.

RESUMEN

En el sector de los forrajes transformados, la conjunción del potencial agronómico con la adaptación de las industrias deshidratadoras españolas a las condiciones fijadas por la Organización Común de Mercados de Forrajes Desecados de la Unión Europea han convertido a España en líder europeo, con una producción cercana a los dos millones de toneladas anuales.

Las condiciones climatológicas españolas han propiciado un sistema de deshidratación que conjuga las técnicas de secado artificial con el aprovechamiento de la radiación solar incidente que compensa en parte el alto coste del riego.

La superficie española dedicada a la transformación de forrajes es de algo más de 173000 hectáreas, situadas básicamente en la zona del Valle del Ebro, con un 76% del total de las mismas, si bien en los últimos años ha adquirido importancia la producción en Castilla – La Mancha, y últimamente se ha extendido el cultivo hacia el Noroeste español. En España la alfalfa es la especie forrajera predominante, con un 89% del total de la producción; el resto está compuesto por vezas, raigras, festuca, y maíz forrajero.

Para transformar la materia prima producida se cuenta en la actualidad con 86 industrias, con una capacidad potencial situada en 2,9 millones de toneladas. El producto transformado se ofrece en formatos de fibra corta –granulado- o fibra larga –briquetas y balas- habiendo adquirido estas últimas un éxito comercial sin precedentes al haberse adaptado a las necesidades de la demanda.

Ante una Europa con un grave déficit de producción de proteínas vegetales, las perspectivas de futuro de los forrajes desecados deben de ser necesariamente optimistas, puesto que nuestro sector asegura los parámetros de trazabilidad, homogeneidad, sostenibilidad y respeto al medio ambiente exigidos hoy por la política agraria comunitaria.

Palabras clave: alfalfa, Valle del Ebro, organización de deshidratadores.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de forrajes y en concreto de la alfalfa como materia prima destinada a su transformación a través de un proceso de deshidratación, ocupa en el cómputo global de producciones agrícolas españolas una parte poco significativa del conjunto de la producción agraria. Sin embargo, al analizarse en relación a la totalidad de los diferentes cultivos extensivos de regadío, los forrajes y en especial la alfalfa, se han convertido en uno de los cultivos estrella de los regadíos españoles.

La producción forrajera destinada a su transformación ha experimentado en el Estado Español un crecimiento espectacular desde el año 1986, en que España entra de pleno derecho en la UE, pasando de una producción de unas sesenta mil toneladas en dicho año, a cerca de dos millones de toneladas transformadas en el año 2001.

La causa fundamental de este crecimiento, debe de buscarse en la conjunción del potencial agronómico de las tierras, agua y clima de las zonas de regadíos de España, con la adaptación de sus industrias a las condiciones de transformación y a las exigencias del mercado. La Organización Común de Mercados de Forrajes Desecados regulada en la actual PAC, ha actuado como elemento aglutinador de ambos potenciales, puesto que dicha OCM ha sido el revulsivo dinamizador de los potenciales existentes, creando un conjunto producción-industrialización, que ha convertido al sector español de deshidratación de forrajes en un subsector agrícola líder de la producción europea, y uno de los primeros a nivel mundial.

La crisis sanitaria originada por la Encelopatía Espongiforme Bovina ha puesto de manifiesto, que Europa padece un grave y endémico déficit de proteínas vegetales, cifrado en torno a un 70% de sus necesidades, en un mercado con un crecimiento anual del 3%. Es en la necesidad de cubrir parte de este déficit de un producto estratégico para Europa, donde se legitima la aplicación de una OCM en el sector de forrajes desecados, puesto que la alfalfa es la planta que puede aportar mayor cantidad de proteína vegetal por hectárea cultivada. Aunque este objetivo es importante también hay otros aspectos del cultivo forrajero que coinciden totalmente con las líneas estratégicas de la nueva Política Agraria Europea, expuestas en el documento denominado "Agenda 2000". Son los aspectos basados en el medio ambiente y en el reequilibrio rural, y todo ello sin olvidar que la industria transformadora de forrajes está obligada por sus especiales condiciones intrínsecas a asentarse necesariamente en las zonas de producción, contribuyendo de ésta forma al tan deseado equilibrio rural generando empleo de forma directa o indirecta en el territorio. En definitiva, ante la cada vez mayor exigencia por parte del consumidor europeo de garantías de sanidad de los alimentos que se le ofrece, el Sector Europeo de la transformación de forrajes debe de incidir con fuerza en el debate que se está produciendo, en cuyo debate el sector español puede aportar su genuino sistema de producción, con la intención de sumarlo, buscando su encaje con el del resto de los sistemas existentes en la Unión Europea. Todo ello a fin de encarar con optimismo los retos del inmediato futuro para el sector, expresados en cuestiones tan importantes como la revisión de la actual Política Agraria Comunitaria de cara al 2006 forzada por los acuerdos de la Ronda Singapur donde se revisarán todos los sistemas de apoyos a los sectores agrícolas; así como la posibilidad de recortes presupuestarios en la nueva PAC a aplicar a partir del año 2003; o el conseguir que el sector transformador de forrajes ofrezca los niveles de calidad acordes con las cada vez mayores exigencias del mercado.

Antecedentes

Es sabido que la producción de forrajes es estacional, siendo su época de recolección en España, de Abril hasta Octubre. La estacionalidad de la producción ha obligado a desarrollar métodos de conservación de los forrajes, que permitan que los excedentes que se generan durante la época estival puedan ser almacenados y consumidos durante las épocas de escasez. Básicamente las técnicas utilizadas para la conservación de forrajes son el secado natural al sol (henificación), el ensilado – técnicas utilizadas en el Sur de Europa- y la deshidratación, mayoritariamente usada en el Norte de Europa. Mientras que las dos primeras están condicionadas por las circunstancias climatológicas, la deshidratación es un proceso industrial por el que mediante un secador utilizando diversos tipos de combustibles (generalmente fuel-oil, gas o carbón), se procede artificialmente a reducir la humedad que contiene el forraje, hasta un nivel en el que se inhibe el crecimiento bacteriano y fúngico evitando la descomposición de las proteínas contenidas en el forraje.

Los importantes incrementos de los años setenta en los costes de los combustibles originaron gravísimos problemas de competitividad de las deshidratadoras europeas, hasta el punto que la entonces Comunidad Económica Europea, deseosa de disponer de fuentes de proteína vegetal propia, y no depender excesivamente de los suministros de terceros países (entre otros de la soja americana), acuerda conceder en 1978, una ayuda a las industrias transformadoras de forrajes para que puedan continuar con su actividad. Dicha ayuda es directa a la producción de las industrias, y varía según la evolución de los precios en los mercados internacionales de los productos substitutivos del forraje, y de la evolución de las paridades de las monedas nacionales. La ayuda se plantea a dos niveles, uno – alto- para la producción de forraje deshidratado y otro –bajo- para la producción del forraje secado al

sol. La normativa europea contempla que para recibir la ayuda de nivel alto es preciso que las industrias tengan líneas de secado artificial, produzcan un producto con un mínimo de 15° de proteína, y que la humedad de salida del forraje no supere los doce grados, sin fijar un mínimo de humedad de entrada del forraje a la industria.

Cuando en 1986, España entra en la Unión Europea, su producción de forraje deshidratado es muy reducida. Esta circunstancia cambia rápidamente dado que las industrias existentes se adaptan con celeridad a las exigencias de la normativa europea, creándose además nuevas empresas, atraídas por la posibilidad del rápido crecimiento y buenas rentabilidades del sector, en un mercado que ha sido siempre autoconsumidor de su producción, en el sentido que hasta el presente, nunca se han producido los problemas de excedentes estructurales, que sí existen en otros sectores de la agricultura europea.

España, pasó a liderar la producción europea del sector a partir de la campaña 1994/95, gracias a tasas de crecimiento anuales superiores al 30%, que se dieron a finales de la década de los 80 y principios de la década de los noventa. Este liderazgo que va incrementando paulatinamente hasta tener un 41% de la producción europea en la campaña 00/01, debido a sus incrementos anuales y a la estabilización, e incluso disminución, de las producciones del resto de países miembros, en especial de Francia, anterior líder en la producción de forrajes transformados.

A partir de la campaña 94/95, se produce una estabilización de la producción española al dejar de crecer al nivel de los años anteriores, e incluso en la campaña 95/96 su crecimiento fue negativo debido a condicionantes climatológicos (sequía) y condicionantes sectoriales, puesto que el propio sector acordó autorregular la producción. En los últimos años, aparece en España una cierta tendencia a moderar los crecimientos en el sector, e incluso los primeros datos de la campaña ½ apuntan a una cierta disminución de la producción del forraje deshidratado, debido a un importante incremento del forraje secado de otra forma.

En 1994, la Unión Europea, plantea, dentro del marco de la Reforma de la Política Agraria Comunitaria un nuevo sistema de ayudas a la deshidratación de forraje basado en un límite presupuestario —la Cantidad Máxima Garantizada, (CMG)—, que se calcula a través de una ayuda fija a la tonelada producida (68,83 Ecu/tm para el deshidratado, y 38,64 Ecu/tm para el secado al sol) que se aplica a una denominada Cantidad Nacional Garantizada (CNG) por Estado, que es la media corregida de la producción de cada uno de los Estados miembros de las campañas 92/93 y 93/94. Se fija una cláusula de corresponsabilidad del 5% que significa que todo exceso de la CMG fijada globalmente para Europa, hasta el 5%, implica una penalización para todos los países, independientemente de la responsabilidad del país en ese exceso. A partir del 5% de sobrepasamiento, la penalización recae en el propio país que la origina.

La Cantidad Nacional Garantizada para España, se fijó en 1224 000 tm de forraje deshidratado y 101 000 tm de forraje secado al sol (SOF), cuando la producción forrajera española en 1994 ya era de 1,4 millones de toneladas. Por ello, España fue el único país de la UE, que de entrada ya sobrepasaba su CNG, además de ser el único país productor cuya tendencia de producción era creciente. No resulta extraño pues que machaconamente se señala a nuestro país como la principal causante del sobrepasamiento de la CMG; circunstancia que viene produciéndose desde la campaña 98/99, y que ha ocasionando penalizaciones a todos los industriales europeos del orden de 3 euros/tm al aplicarse la cláusula del 5% de corresponsabilidad.

Resulta interesante remarcar que al inicio de la campaña 97/98, AIFE defendió, ante las Administraciones Central y Autonómicas que la normativa a aplicar en el Estado Español, contemplase un mínimo de 30% de humedad a la entrada de los forrajes en la industria para que esta pudiese recibir las ayudas a la deshidratación; petición que fue atendida, y complementada en la campaña siguiente con la propuesta que a éste mínimo se le añadiera la obligación de que la media de humedad de entrada se situara en el 35%. Cabe decir que en ningún otro país europeo se contempla la obligación de mínimos de humedad. Con la aplicación de estas medidas se consigue una doble finalidad, siendo la principal que los forrajes entren con una humedad mínima necesaria para que el producto transformado final cumpla con los parámetros de calidad que el mercado demanda, y al

mismo tiempo se desbarataba el principal argumento aducido por los competidores europeos con respecto a que España deshidrataba con bajos contenidos de humedad, con lo que sus costes de deshidratación son mucho más bajos que los suyos. Es innegable que los países del Norte de Europa procesan los forrajes con contenidos de humedad mucho más altos, evidentemente obligados por sus condiciones climatológicas, pero no debemos olvidar que el clima en la Península Ibérica obliga al empleo del riego artificial con los importantes costos que ello conlleva, circunstancia casi desconocida por los productores del Norte de Europa.

Un argumento colateral, pero no menos importante a favor del sistema español de deshidratación es el que resulta menos contaminante al utilizar las técnicas de presecado en campo y el subsiguiente aprovechamiento de la radiación solar incidente, lo que permite a España, ahorrar del orden de las 300 000 a 350 000 toneladas equivalente petróleo, disminuyendo hasta un 90% la posible emisión de contaminantes atmosféricos, que se emitirían si se utilizase el sistema de los países norteros. Aprovechando la energía solar, el sector español de la deshidratación de forrajes contribuye al cumplimiento de la propuesta de la UE de reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero en un 15% en el 2010 con respecto al nivel de 1990.

En definitiva, AIFE entiende que la defensa de la continuidad de las ayudas a la transformación de forrajes, no debe basarse en el argumento de los costes de la deshidratación, que es el utilizado por los países productores del norte, sino en la necesidad que la UE tiene de proteínas vegetales. En la actualidad la UE tiene un déficit del 70% en materias ricas en proteínas vegetales, con un mercado cuya demanda aumenta regularmente un 3% anual. El proyecto de nuevo Plan de Proteínas Vegetales para Europa, propone como objetivo mínimo el mantenimiento para la UE de una tasa de cobertura en proteínas vegetales del 35 al 45%. Es en este apartado que la producción del forraje español con alto contenido en proteínas, aporta un argumento de especial importancia en la defensa de las ayudas a la deshidratación europea de forrajes, en el momento en que existe un debate abierto al estar sentándose las bases de la futura Reforma de la PAC, a la vez que las políticas agroambientales y agroindustriales adquieren gran importancia en el contexto europeo.

Superficie dedicada al cultivo de forrajes para su transformación

En España la alfalfa es la especie forrajera predominante, con un 89% del total, seguida muy de lejos por las vezas con un 3%, con un resto de un 8% de otras tales como raigras, festuca, pasto de Sudán y maíz forrajero, éste último con un importante incremento en zonas de Aragón y Cataluña.

Con respecto a la alfalfa, el ecotipo Aragón es el más utilizado, un 75%, ya que productividad y adaptación son difíciles de superar por ninguna otra variedad nacional o extranjera.

La presente exposición se va a centrar en la superficie forrajera dedicadas al cultivo de forrajes con destino a su transformación por las industrias deshidratadoras, puesto que este forraje es el que está regulado por la Organización Común de Mercado de forrajes desecados.

En este sentido es preciso indicar que los datos que se exponen a continuación, corresponden a la superficie que figura en los contratos de compra-venta de forrajes con destino a su transformación, obligatorios en el caso de solicitud de subvención. Estos contratos son presentados por la industrias contratantes ante los Órganos Gestores de las provincias donde radican, figurando como hectáreas de dicha provincia, aunque en algunos casos puede ocurrir que algunas de esas hectáreas estén situadas en provincias limítrofes.

La superficie dedicada al cultivo de forrajes para la transformación, ha ido incrementándose a medida que las industrias demandaban mayor producción de materia prima a fin de cubrir sus necesidades de mercado. De todos modos, la evolución futura del número de hectáreas dedicadas al cultivo de forraje en España, está ligada en gran medida, a la evolución que realicen los cultivos sustitutivos (especialmente cereales); cualquier medida que afecte al actual equilibrio a favor de éstos últimos, puede ocasionar una disminución del número de hectáreas dedicadas a los forrajes transformados.

La distribución geográfica de la superficie española dedicada a la transformación de forrajes, es muy definida. Dicha superficie está situada inicialmente en la zona que a efectos del sector denominamos como Valle del Ebro, entendiéndose a ésta como la cuenca del citado río, que se extiende desde Navarra a Catalunya (provincia de Lleida). En ésta zona está situada el 76% de la superficie que se dedica al cultivo de forrajes para su transformación; aunque el resto de zonas de regadío de España, están incrementando —en algunos casos de forma espectacular— su superficie. Recientemente se están desarrollando experiencias en el Noroeste de España, que pudieran desembocar en que muchas zonas dedicadas en la actualidad a pastos, se destinaran a producir forrajes para su transformación. La zona con mayores crecimientos ha sido Castilla — La Mancha, que ha triplicado su superficie forrajera para transformación, en tan sólo cinco años; mientras que en las zonas tradicionales, los incrementos son menores, e incluso se detectan disminuciones en los dos últimos años. En las dos últimas campañas, Castilla — León ha tenido un crecimiento espectacular de su producción, debido a la instalación de varias industrias en las provincias de Palencia, León y Valladolid.

La producción española de forrajes transformados

Para la transformación de forrajes, España cuenta con un total de 86 industrias deshidratadoras situadas en los núcleos rurales de las zonas productoras. Como no podía ser de otra forma, en correspondencia a la superficie dedicada al cultivo, el mayor número de industrias deshidratadoras, se hallan situadas en la zona del Valle del Ebro, 57, entre Aragón, Catalunya y Navarra). Cabe destacar que la casi totalidad de las nuevas industrias, situadas en el resto de las Comunidades Autónomas, tienen una antigüedad menor a los seis años. Incluso para la próxima campaña se prevee la puesta en marcha de una industria nueva en Galicia, Comunidad que no disponía de ninguna, cuando es una de las principales consumidoras de forrajes transformados.

Según un estudio elaborado en 1999, por la Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de Lleida, se cifraba la potencialidad teórica de las industrias españolas deshidratadoras de forraje, en condiciones de entrada en tromel de 35% de humedad media, en 2,9 millones de toneladas año. Este sobredimensionamiento es debido a que la mayoría de industrias han mejorado sus procesos, a fin de dar entrada sin dificultad a las producciones de los primeros cortes de la alfalfa, que son los más productivos, y al mismo tiempo han incrementado la capacidad para entrar forrajes con contenidos superiores de humedad

La oferta de producto transformado

Tradicionalmente, las industrias de transformación de forrajes, procedían después de deshidratar la materia prima, a molturarla y posteriormente granulaban la harina del forraje. El granulado de alfalfa tenía —y continúa teniendo— como principal cliente a las fábricas de piensos compuestos. A principios de la década de los noventa, se ofreció al mercado la pastilla o briqueta de alfalfa deshidratada, que tiene como característica el ofrecer la denominada “fibra larga”, es decir un forraje deshidratado, que no está sometido a un proceso de molienda, y que es demandado por los productores de leche, por cuanto se incrementa con su ingesta la proporción de grasa y proteína de la leche, y por el ganadero con ganado extensivo, para cubrir déficit en su pasto (a recordar las recientes y graves sequías que ha padecido España). A partir de 1993, el sector industrial español, empieza a desarrollar un nuevo formato, hasta entonces desconocido en Europa. Se trata de la bala de forraje deshidratado, caracterizadas por ofrecer el forraje con una longitud mucho mayor que la briqueta (entre 7 y 12 centímetros de longitud de fibra), en fardos cuyo peso, oscila entre los 200 y 800 kilos, optimizando su transporte, y reduciendo el coste del mismo. Su puesta en el mercado, ha resultado un éxito comercial sin precedentes en el sector, hasta el punto que dicho formato ha sido implantando en la mayoría de las deshidratadoras europeas; si bien con resultados dispares, puesto que para la fabricación de dicho formato, se deben de conjugar la calidad de la materia prima con su humedad de entrada, dado que su nivel óptimo se sitúa entre los 35° y los 45° de humedad de entrada en tromel. Al superarse esos niveles de humedades de entrada en el tromel, se le obliga a trabajar a mayor

temperatura, produciendo un secado excesivo de la hoja del forraje e incluso su combustión, lo que incide negativamente en la calidad del producto final ofertado.

La deshidratación de forrajes en España: Perspectivas de futuro

Vistas las cifras globales del sector deshidratador español, aportados en el apartado anterior, cabe preguntarse cuales serán sus perspectivas de futuro inmediato; puesto que sin duda alguna la causa fundamental del espectacular incremento debe de buscarse en la aplicación de la OCM de los forrajes desecados, y por tanto posibles variaciones en la misma, o incluso su desaparición podrían influir decididamente en la continuidad del sector.

Es por esta razón que el sector deshidratador de forrajes, tanto europeo como español, intenta poner de relieve el alto valor estratégico que éste sector tiene en la producción agraria europea, puesto que se constituye en una de las principales fuentes de producción de proteína vegetal del que dispone Europa. Desde hace cuatro años venimos manifestando que Europa no puede mantener el grave déficit en materias ricas en proteína vegetal, que tiene en la actualidad, y que se ha visto incrementado por la crisis de la EEB y la consiguiente prohibición del consumo en piensos de las harinas de origen animal.

Si la Unión Europea pretende aplicar políticas agrarias coherentes, deberá de incentivar la producción europea de proteínas vegetales (forrajes deshidratados, proteaginosas y oleaginosas), reduciendo la peligrosa dependencia de la UE de la soja importada de terceros países, que a su vez, está situada en el centro del importante debate existente en la actualidad sobre la idoneidad de su consumo, al considerarse que la mayoría de la soja americana está genéticamente modificada.

En este sentido deberíamos de mostrarnos optimistas sobre el futuro del sector deshidratador de forrajes; puesto que es un producto necesario y que además cumple con todos los condicionantes que la moderna sociedad actual, le exige hoy a la Política Agraria Comunitaria, y que vienen reflejados en el documento "Agenda 2000".

Los argumentos que el sector deshidratador de forrajes utiliza en defensa de un mayor protagonismo, son los siguientes:

Las leguminosas forrajeras, en especial la alfalfa, son las especies productoras de proteína vegetal, más productivas por unidad de superficie, dado que producen alrededor de 2500 kilos de proteína (sobre materia seca) por hectárea, frente a los 800 kilos por hectárea que produce la soja. Por este motivo, están incluidas en el Plan de Proteínas Vegetales para Europa, que propone como objetivo mínimo el mantenimiento para la UE de una tasa de cobertura en proteínas vegetales del 35 al 45%. El citado Plan pretende reducir la excesiva dependencia de la UE, de la producción de terceros países, y además incrementar la seguridad sobre la calidad de dicha proteína vegetal (caso de soja genéticamente modificada).

En cuanto a la Seguridad alimentaria que aporta los forrajes, el proceso de deshidratación del forraje, cumple con la trazabilidad prevista en el proyecto de Código de Prácticas para una Alimentación Animal Correcta, proyecto desarrollado en la Comisión del "Codex Alimentarius", desarrollada en el seno del programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, debido a que:

- Se adquiere la materia prima de fuentes fiables, agricultor, cooperativa o industria.
- Total garantía del abastecedor (agricultor), por cuanto procede de su explotación, ya sea directamente, a través de las cooperativas agrarias, o a través de la propia gestión de las industrias, mediante los contratos por hectárea.
- Obligatoriedad de las industrias a mantener registros sobre la primera materia.
- Las industrias están obligadas a declarar cualquier tipo de mezcla, incluyendo detalles y procedencia de los aditivos
- Las industrias están obligadas a registrar las fechas de fabricación, condiciones de elaboración, fechas de expedición, información sobre transporte y destino del producto.

El sector deshidratador español, contempla para la próxima campaña, la certificación de calidad del producto, a través de la aplicación de una Norma UNE, que está en fase final de redacción.

El forraje deshidratado es un producto homogéneo, que aporta al consumidor-ganadero una mayor calidad a un precio menor que si lo fuera producido por el propio ganadero, al disponer las empresas de transformación de una mayor especialización y mecanización, con lo que se consigue mayores rendimientos y calidad de los cultivos forrajeros, al mismo tiempo que libera al ganadero de los trabajos de cultivo, producción y manejo del alimento destinado a su ganadería. Como consecuencia de ello, la utilización de forrajes transformados, mantiene la producción ganadera en zonas no productoras de forrajes, generando renta y empleo alternativos, en zonas agrícolas de Europa en las que no es posible el cultivo de forrajes con las garantías suficientes.

Para el productor de forrajes, su cultivo para deshidratación, es sumamente interesante dado que es un importante estabilizador de renta, ya que a una producción poco variable a lo largo de su ciclo de vida, y a una mínima incidencia de accidentes climatológicos (heladas, pedriscos, ect...), se le une unos precios de venta remunerativos. Así mismo, el cultivo de forrajes para deshidratación, contribuye al mantenimiento de una agricultura sostenible, mediante prácticas culturales beneficiosas para el medio ambiente. Durante el ciclo de vida de los forrajes plurianuales, se mantiene una tupida cubierta vegetal, que no exige ni la utilización intensiva de herbicidas ni el aporte de abonos nitrogenados, contribuyendo a la disminución de la contaminación del agua, y a la erosión de la tierra cultivable.

Las instalaciones para la transformación de forrajes deben situarse en plena zona productora, puesto que los altos porcentajes de humedad contenidos en el forraje fresco incrementa significativamente los costes de transporte, hasta el punto de hacer inviable una industria situada lejos de la zona productora. Al localizarse en las zonas de producción se contribuye a la subsistencia económica de los pequeños núcleos rurales, mediante la creación de empleos directos en la propia factoría, o indirectos para la realización de las labores de cultivo, cosecha, transporte, comercialización y mantenimiento de las instalaciones.

En definitiva, el sector transformador de forrajes dispone de sólidos argumentos para defender su importancia como una pieza imprescindible en la Política Agraria Comunitaria, que asegure el mantenimiento y estabilización económicos de los núcleos rurales, y al mismo tiempo asegurando la trazabilidad, sostenibilidad y el respeto al medio ambiente, condiciones imprescindibles que la sociedad urbana exige a la agricultura europea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comunidad Económica Europea, 1978. Reglamento (CEE) nº 1117/78. OCM de los forrajes desecados.
- Comunidad Europea, 1995. Reglamento (CE) nº 603/95. Reforma de la OCM de los forrajes desecados.
- FEGA. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2001. *Normas de coordinación técnica de actuaciones para la tramitación, control y pago de las ayudas en el sector de los forrajes desecados*. Madrid
- LLORCA, M.; MASIP, J.; OLLÉ, F., 1998. *La Alfalfa deshidratada: Cultivo, transformación y consumo*. Universidad de Lleida. AIFE. Lleida
- LLORCA, M.; MASIP, J., 1999. *Auditoria técnica de la capacidad de las industrias de Deshidratado y Acondicionamiento de Forrajes*. AIFE. Lleida.
- OLLÉ, F., 1997-1998-1999-2000. *Análisis de la Campaña de forrajes deshidratados*. AIFE. Lleida.

THE EVOLUTION OF FODDER DEHYDRATION IN SPAIN: FUTURE PROSPECTS

SUMMARY

Spain has become the EU leader, in terms of dried fodder, with a production of approximately two million tons. This is due to the Spanish agronomic potential and to the adaptation of the dehydrating industries to the requirements set by the EU Common Organisation of Dried Fodder Markets.

The Spanish climatic conditions favour a dehydration system, which combines the artificial drying techniques together with the exploitation of the solar radiation which partially makes up for the high cost of irrigation.

There are around 173 000 ha. in Spain dedicated to fodder transformation, principally located in the area of the Ebro Valley (76% of the total surface). However, production in Castilla-La Mancha and cultivation in the north-east of Spain have recently also acquired importance, with lucerne as the main crop and representing 89% of the total production. The rest of the crops are vicia, raigras, festuca and fodder corn.

There are 86 industries that transform the raw material, with a potential capacity of around 2.9 million tm. The transformed product is offered in different formats: short fibre (granulated format), long fibre (briquettes) and bales. The latter have obtained an unprecedented commercial success due to their adaptability to the stockbreeding sector's demand.

Future prospects for dehydrated fodder are optimistic, since Europe has an important deficit as regards to vegetable protein production. The sector ensures the traceability, homogeneity, sustainability and respect for the environment required by the EU Agricultural Policy.

Key words: lucerne, Ebro Valley, common organisation of dried fodder markets.

COMUNICACIONES

CARTOGRAFÍA PRELIMINAR DE RECURSOS PASCÍCOLAS EN ARAGÓN. LA PROVINCIA DE HUESCA COMO EJEMPLO

A. BROCA¹, C. FERRER¹ Y M. MAESTRO²

¹ Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177. E-50013 Zaragoza (España). ²Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Avenida de Montañana 1005. Apartado 202. E-50080 Zaragoza (España).

RESUMEN

Se presenta un ejemplo provincial (Huesca) de la cartografía preliminar de recursos pascícolas que el equipo de investigación de Aragón viene realizando en el ámbito del Proyecto SEEP-INIA-CCAA sobre "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles". En primer lugar se presenta una cartografía fisiognómica de los pastos naturales (superficies de monte o no mecanizables), utilizando en ArcView 3.2 la capa de "Usos" del II Inventario Forestal Nacional. En segundo lugar se hace una caracterización de todos y cada uno de los municipios en función de los cultivos dominantes o codominantes, a partir de la información de superficies ocupadas (I-T Municipal 2000) proporcionado por el Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón. Finalmente se presenta una cartografía de las superficies agrícolas (mecanizables) en función de los recursos pascícolas derivados de la actividad agrícola (prados, cultivos forrajeros, barbechos, rastrojos, etc.). La fusión de las dos cartografías citadas nos da la de la totalidad de los recursos pascícolas de la provincia.

Palabras clave: pastos con arbolado, pastos arbustivos, pastos de puerto, pastizales, pastos de origen agrícola.

INTRODUCCIÓN

El Proyecto sobre "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" que actualmente lleva a cabo la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP), con financiación del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y las Comunidades Autónomas (Proyecto OTOO-037-C17), tiene como objetivo fundamental la cartografía de los recursos pascícolas de todas y cada una de las CCAA.

El equipo de investigación responsable en Aragón de la realización de este Proyecto tiene relativamente avanzados los trabajos de Cartografía, gracias a un Proyecto homónimo y previo en esta Comunidad, financiado por la Diputación General de Aragón (Proyecto PO32/99-AV). En esta Comunicación se presenta una metodología y unos resultados preliminares que puedan ser útiles y contrastados por nuestros colegas de otras CCAA.

Por razones de espacio y escala, reflejamos aquí sólo el caso de una de las tres provincias aragonesas, la de Huesca, que es, a su vez, la más compleja y en la que están representados más tipos de recursos pascícolas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología utilizada se ajusta a lo convenido por el equipo de responsables temáticos de "Cartografía" de todas las CCAA, en su reunión de 9 de marzo de 2001.

La cartografía de pastos naturales de monte que presentamos corresponde al 2º Nivel acordado en la citada reunión, y obtenido del II Inventario Forestal Nacional (IFN) a escala 1: 250.000 (Base de Datos de la Naturaleza de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, 1996). Se ha trabajado a partir de la capa de información de "Usos" con ArcView 3.2. La unidad "Forestal desarbolado" la hemos desagregado en polígonos de zonas arbustivas y pastos herbáceos y éstos, a su vez, se han desagregado en pastizales (agostantes en verano) y pastos de puerto (estivales), utilizando las curvas de nivel de 1500-1600 msm como referencia.

Para la cartografía de recursos pascícolas en superficies agrícolas (o mecanizables) se ha partido de la unidad "Cultivos" de la citada capa de "Usos". Por otro lado se ha realizado una caracterización de todos y cada uno de los municipios de Aragón (aunque aquí solo se presenta la provincia de Huesca) en función de los cultivos "dominantes" o "codominantes" en sus respectivas superficies agrícolas municipales (SAM). Para ello se ha contado con la información cuantificada de superficies ocupadas (1-T Municipal 2000), proporcionada por el Departamento de Agricultura e Instituto Aragonés de Estadística (2001), calculando porcentajes de cultivos (o grupos de cultivos) sobre la SAM.

Esta capa de información, "caracterización agrícola" de los municipios, se ha fusionado con la unidad "Cultivos" de la capa de "Usos" del II IFN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Fig. 1 presenta la Cartografía fisiognómica de pastos naturales de las superficies de monte (no agrícolas) diferenciando los siguientes grandes grupos en función del Nomenclator de Pastos (Ferrer *et al.*, 1997): Pastos con arbolado denso, Pastos con arbolado ralo, Pastos arbustivos, Pastos de puerto y Pastizales. El resto del territorio está dividido en Cultivos y Superficie improductiva (y aguas). La superficie de "Cultivos", en blanco en la Fig.1, es la que se rellenará en los pasos siguientes.

La Fig. 2 representa la tipificación de todos y cada uno de los municipios en función de los cultivos dominantes o codominantes en su SAM y, por tanto, de los principales recursos pascícolas derivados de la actividad agrícola (Ferrer *et al.*, 1997): prados, praderas, cultivos forrajeros monofitos, barbechos, rastros, etc. A escala de Aragón, desde este punto de vista, los municipios se han dividido en:

- Municipios con dominancia de **prados y cultivos forrajeros**. La mayor parte de estos municipios, en Aragón, se encuentran ubicados en los valles del Pirineo (y por tanto en la provincia de Huesca). Como media, el 88% de la SAM está ocupada por **prados, praderas y cultivos forrajeros monofitos** (especialmente alfalfa). Aunque el regadío sólo supone, de media, un 24% de la SAM, la humedad climática es alta. La SAM supone un mínimo porcentaje de la superficie total (geográfica) municipal (STM) pero, como se ha dicho, aquélla está casi exclusivamente dedicada a los recursos pascícolas.

- Municipios con dominancia de **cereales de invierno**. Se trata de la unidad más importante en Aragón, tanto por el número de municipios adscritos a ella (368) como por el porcentaje de SAM sobre STM. A su vez, y de promedio, el 77% de la SAM está ocupada por cereales de invierno y barbechos, si bien también se han considerado, además del cereal, otros cultivos alternativos tales como oleaginosas (girasol) y leguminosas-grano. La media de regadío es del 5% de la SAM, por lo que podemos calificar esta unidad como de **secano**. Los recursos pascícolas más relevantes son, por tanto, **rastrojos de verano y barbechos**.

Figura 1.- Cartografía fisiognómica de pastos naturales (superficies de monte) en la provincia de Huesca (Aragón).

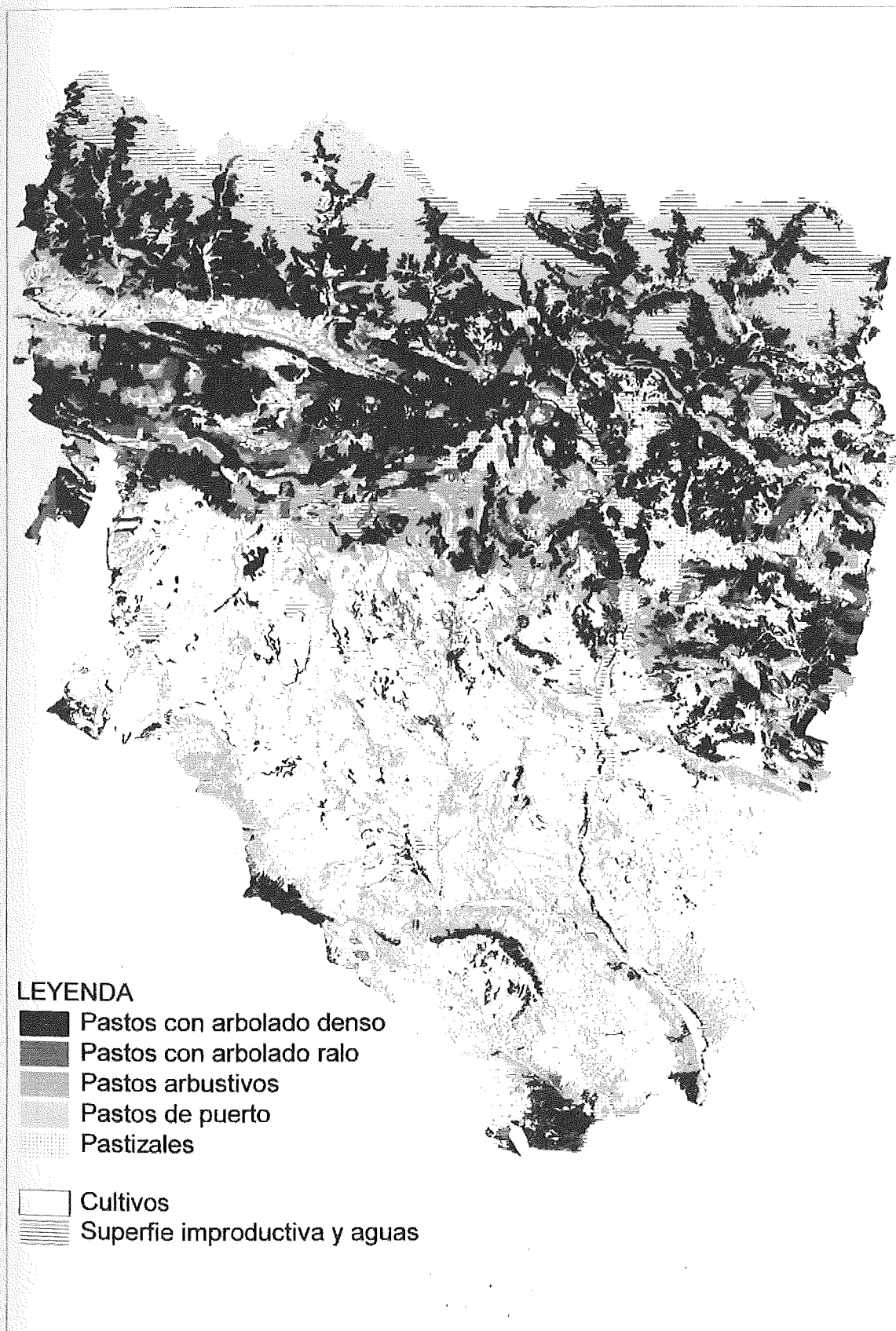


Figura 2.- Caracterización de los municipios de Huesca (Aragón) en función de los cultivos dominantes o codominantes en las superficies agrícolas (mecanizables).

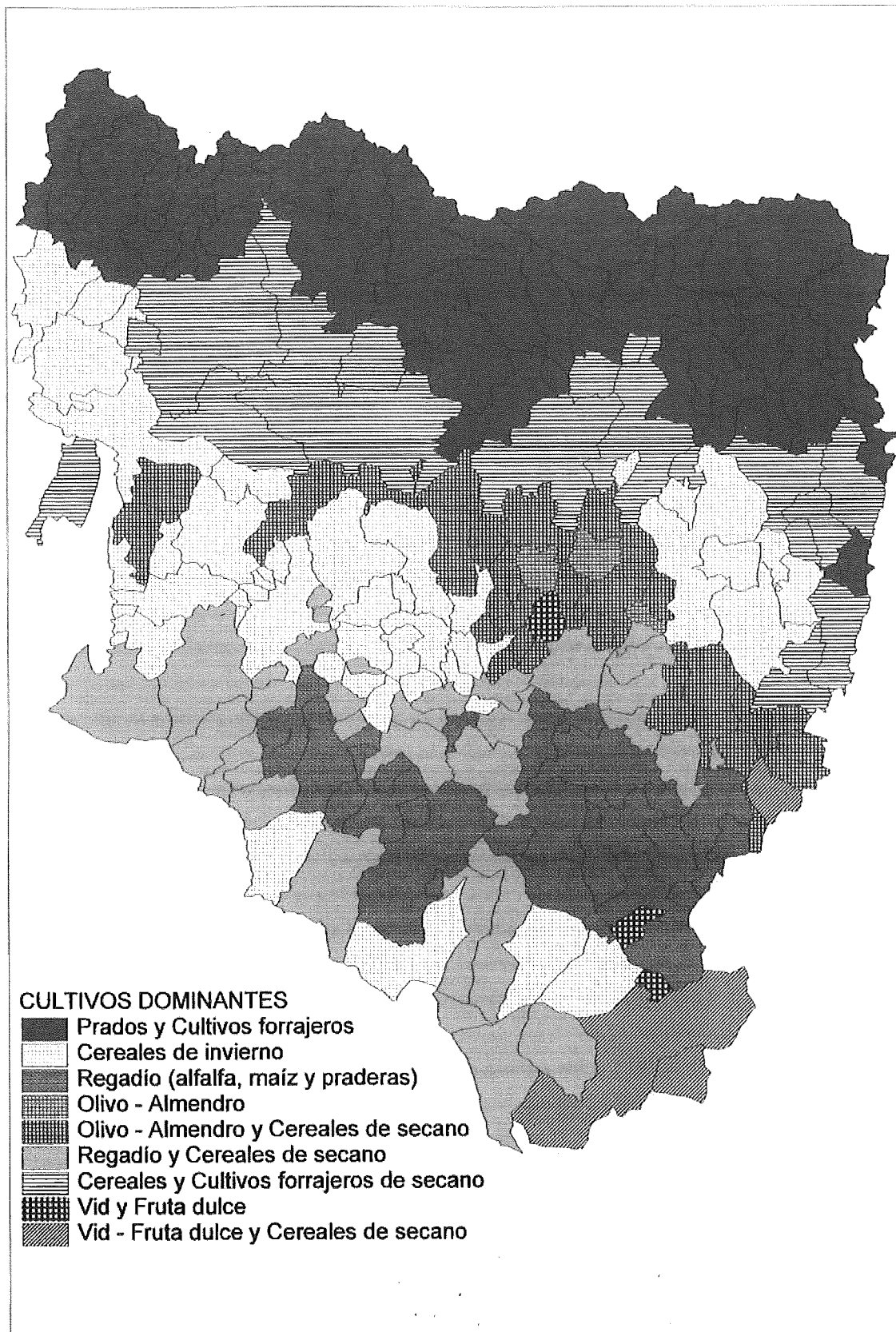
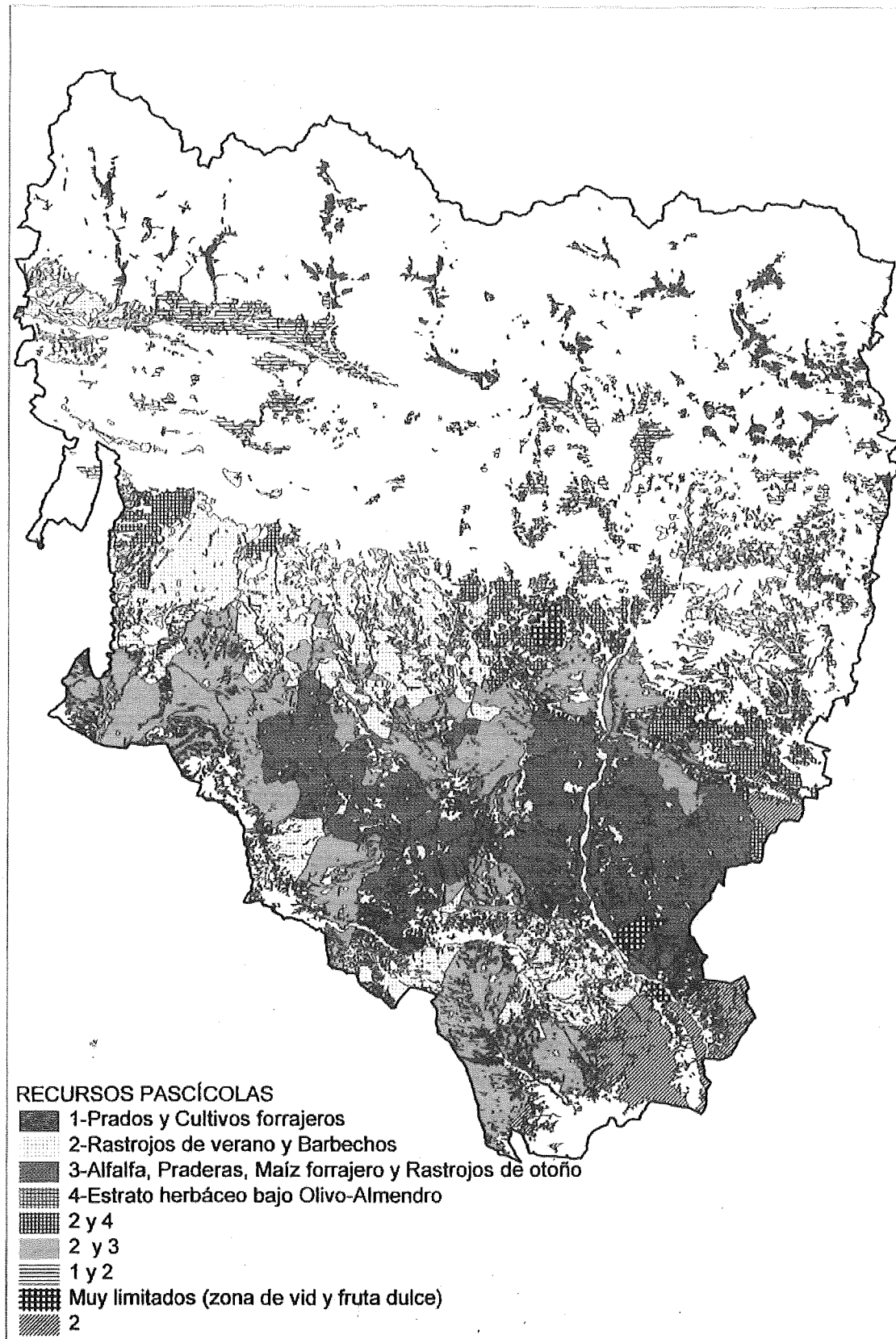


Figura 3.- Recursos pascícolas de las superficies agrícolas (véase "cultivos" en la Fig. 1) en función de los Cultivos dominantes o codominantes a escala municipal (véase la Fig 2).



- Municipios con dominancia de **regadío**, que supone el 89% de promedio de la SAM, donde se cultiva principalmente (el 50% de la SAM de promedio) **alfalfa, maíz y praderas**. Son relevantes también los cereales de regadío (un 20% de la SAM) y, en menor proporción, frutales, vid y oleaginosas. Los recursos pascícolas fundamentales de esta unidad, además de los **cultivos forrajeros** citados, son los **rastrojos de otoño** del maíz-grano.

- Municipios con dominancia del cultivo de **olivo-almendro** (71% de la SAM de promedio). Estos municipios tienen poca representación en la provincia de Huesca. Su recurso pascícola fundamental es el **estrato herbáceo pastable** bajo los olivos o los almendros.

- Municipios con codominancia de los cultivos de **olivo o almendro** (26% de la SAM de promedio) y **cereales de invierno** (47%). Son municipios de secano (el 86% de la SAM). Los recursos pascícolas serían, por tanto, los **rastrojos de verano** y el **barbecho** (del cereal) y el pastoreo del **estrato herbáceo** bajo el vuelo de olivo-almendro.

- Municipios con un promedio del 46% de la SAM de regadío. Hay codominancia del cultivo de **cereal** de invierno de secano o de regadío (47% de la SAM) y de los cultivos típicos de regadío, **alfalfa, maíz y praderas** (22% de la SAM). Los recursos pascícolas más relevantes, por tanto, además de los **cultivos forrajeros** del regadío (incluido el **rastrojo de otoño** del maíz-grano), son los **rastrojos de verano** y el **barbecho** del cereal de invierno.

- Municipios con codominancia del **cereal de invierno** (42% de la SAM de promedio) y **prados y cultivos forrajeros** (31% de la SAM). Se trata de municipios ubicados en el Prepirineo, de secano (96% de la SAM) pero con humedad climática relativamente alta. Los recursos pascícolas fundamentales, además de los **prados y cultivos forrajeros**, son los **rastrojos de verano y barbechos** del cereal de invierno.

- Municipios con dominancia del cultivo de la **vid** o de la **fruta dulce**, que suponen un 56% de promedio de la SAM. Tienen, de media, un 26% de la SAM en regadío. En la provincia de Huesca, estos municipios tienen escasa representación. Los recursos pascícolas de origen agrícola están en ellos muy limitados, pues cada vez hay más resistencia al pastoreo entre viñas y frutales.

- Municipios con codominancia del cereal de invierno (42% de la SAM de promedio) y cultivo de **viña o fruta dulce** (27% de la SAM). El regadío supone, de media, un 24% de la SAM. En la provincia de Huesca tienen también escasa representación. Los recursos pascícolas fundamentales son los derivados del cereal de invierno: **rastrojos de verano y barbechos**.

La Fig. 3 refleja, en la unidad "Cultivos" (en blanco en la Fig. 1), la caracterización de las superficies agrícolas en función de los cultivos dominantes o codominantes y de sus correspondientes recursos pascícolas (Fig. 2).

La fusión de las Fig. 1 y 3 daría la cartografía base de **todos** los recursos pascícolas (de monte y de las superficies agrícolas) de la provincia de Huesca.

CONCLUSIÓN

Aunque la metodología descrita deberá depurarse, los resultados obtenidos pueden considerarse inicialmente como altamente satisfactorios.

AGRADECIMIENTOS

A la Diputación General de Aragón (Proyecto, P032/99-AV) y al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (Proyecto, OT00-037-C17).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OCAÑA, M., 1997. Propuesta para un nomenclator definitivo de pastos en España. *Pastos*, XXVII(2), 125-161.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, 1996. *Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1995. Aragón*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid (España).

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. INSTITUTO ARAGONÉS DE ESTADÍSTICA, 2001. *1-T Municipal 2000. Superficies ocupadas*. Diputación General de Aragón. Zaragoza (España).

GRASSLAND RESOURCES PRELIMINARY CARTOGRAPHY IN ARAGON (NE SPAIN). THE PROVINCE OF HUESCA AS AN EXAMPLE

SUMMARY

The province of Huesca, which is being studied by Aragon Research Group of the project "Characterisation, Cartography and evaluation of Spanish pastures", is shown as an example of a grasslands resources preliminary cartography. Firstly, we present a physiognomic cartography of natural pastures (unmechanizable areas) using in Arc View 3.2 the layer of "Usages" of II National Forest Inventory. Secondly, every township of the province is classified according to the dominant or codominant crops, based on the information of surface usages (1-T Municipal 2000), information given by the Aragonese Agricultural Department. Finally, we show a cartography of agricultural (mechanizable) surfaces according to the grassland resources derived from agricultural activity (meadows, sown meadows, single species forage crops, stubbles, fallows, etc.). Both cartographies will yield the whole of grassland resources in the province.

Key words: grazed forestlands, shrub pastures, mountain grasslands, drought grasslands, grasslands of agricultural origin.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA AÉREA DE LAS PRINCIPALES COMUNIDADES PASCÍCOLAS PIRENAICAS

R. GARCÍA-GONZÁLEZ¹, A. MARINAS¹, D. GÓMEZ¹ Y A. ALDEZABAL²

¹Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. Correos 64. 22700 Jaca (España)

²Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Univ. del País Vasco. Apdo. 6444. 48080 Bilbo (Bizcaia)

RESUMEN

Se revisan los datos de producción correspondientes a la mayor parte de comunidades de pastos de puerto en los Pirineos. Los datos se reelaboran mediante dos métodos propuestos por Singh *et al.* (1975): uno de uso frecuente y otro de mayor precisión. Se calcula la ecuación de regresión que permite el paso de uno a otro. Se han encontrado diferencias significativas entre métodos de cálculo y comunidades (Anova, $F = 13, 3$ y $13,9$; $p < 0,001$). *Festucion eskiae* y *F. gautieri* presentan, respectivamente, los valores más altos ($658, 2 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) y más bajos ($116,1 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) de producción. Los datos presentados pueden ser de utilidad, como una primera aproximación, para la ordenación de pastos y la elaboración de planes de gestión de puertos.

Palabras clave: pastos de puerto, Pirineos, biomasa, producción herbácea.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos de mayor interés, tanto ecológico como agronómico, para el conocimiento de las comunidades pascícolas, es la determinación de su producción primaria. En el dominio de los pastos permanentes del Norte peninsular, existen numerosos estudios sobre los factores que determinan la producción herbácea y sus rendimientos en praderas y prados de siega. Sin embargo, es muy escasa la información sobre la producción de los pastos, entendiéndose como tales los que normalmente se aprovechan a diente en régimen de pastoreo extensivo y que solo ocasionalmente se siegan. En el Nomenclator de la SEEP recientemente aprobado corresponderían básicamente a los pastos de puerto. Estas comunidades pascícolas son de gran importancia en los Pirineos, tanto por su extensión, como por el papel que desempeñan en los sistemas productivos tradicionales.

El objetivo del presente trabajo es sintetizar los datos de producción conocidos para este tipo de pastos en los Pirineos. Con ello se pretende disponer de información actualizada, utilizable como primera aproximación en ordenaciones y planes de gestión, cuando se desconocen las características productivas del territorio pero se posee información sobre el tipo de comunidades pascícolas del mismo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ámbito del estudio es la Cordillera pirenaica, aunque algunas de las comunidades estudiadas se encuentran también en otros sistemas montañosos vecinos. Se ha revisado toda la bibliografía especializada a la que hemos podido tener acceso y hemos utilizado también datos propios. Los

trabajos publicados son escasos y, por ello, hemos recurrido a un buen número de trabajos inéditos (tesis, trabajos fin de carrera). Para la comunidad de *Primulion* hemos tomado también datos de los Alpes, dada la importancia pastoral de la comunidad y la escasez de información en los Pirineos.

Nos referimos en este trabajo a la producción primaria neta aérea (PPNA); por tanto, sin tener en cuenta la energía invertida en la respiración ni la producción subterránea. Utilizamos el término producción con una dimensión temporal, en contraposición al término biomasa (*standing crop*) que tiene un carácter instantáneo y puntual. Las unidades de producción llevan implícito la dimensión tiempo, normalmente anual, aunque en este tipo de pastos, por lo general, se reduce al período vegetativo estival.

Aunque los factores que más influyen sobre la PPNA son de carácter ambiental (Ram *et al.*, 1989; Walker *et al.*, 1994; Burke *et al.*, 1997), la estructura florística de la comunidad también puede influir (Vertes, 1984; Rikhari *et al.*, 1992). En todo caso, resulta una herramienta útil para definir y tipificar los pastos de puerto, ampliamente usada en la literatura europea. Por ello, hemos utilizado la alianza fitosociológica para denominar los distintos tipos de pastos, siguiendo las obras clásicas de Braun-Blanquet (1948) y otros (ver Gómez-García *et al.* 2002). En aquellos trabajos en donde las comunidades no estaban tipificadas según criterios fitosociológicos, se les ha asignado a la alianza más probable, siempre que hubiera información florística suficiente. En otros casos se ha adoptado el nivel sintaxonómico proporcionado por los autores (*Molinieta*, *Salicetea herbacea*). En algunas ocasiones se dan valores para comunidades mixtas o complejos, situación altamente frecuente en este tipo de pastos.

Un problema frecuente en la comparación de datos productivos es la heterogeneidad de las metodologías. Entre los métodos más utilizados para determinar la producción herbácea se encuentra el del pico máximo de biomasa, consistente en cortar y pesar el material vegetal al final del período de crecimiento. El corte debe incluir la materia viva y la muerta recientemente (Método 2 de Singh *et al.*, 1975). Un inconveniente importante de este método es que en los pastos de alta montaña de los Pirineos es frecuente que el material muerto se acumule de un año para otro. Ello puede ser consecuencia de una tasa de descomposición baja por efecto de la altitud o bien de una presión de pastoreo también baja. Esto último puede producirse por defecto de carga ganadera o por la baja palatabilidad de la comunidad en cuestión (caso de los *Nardion*, *Festucion gautieri* o *F. eskiae*). Cuando esto ocurre, es muy difícil separar la materia muerta correspondiente al año en curso de la de años anteriores, con lo cual se tiende a sobreestimar la producción. Otro error asociado a este método, de signo contrario al anterior, es que según el tipo de pasto y las condiciones climáticas, pueden producirse varios picos de biomasa, por lo que es aconsejable realizar cortes periódicos y sumar sus incrementos para no subestimar la producción. Un tercer problema es que los diferentes componentes del material vivo (gramíneas, dicotiledóneas u otras categorías taxonómicas) pueden tener el pico máximo de producción en períodos distintos. Por ello se aconseja, además de realizar cortes sucesivos y separar el material muerto, separar también los diferentes componentes del material vivo. La subestimación es menor cuanto mayor es la precisión de dichas categorías, hasta llegar a la de especie (Ram *et al.*, 1989).

Singh *et al.* (1975) revisan exhaustivamente los diferentes tipos de cálculo para estimar la producción y establecen hasta 13 métodos distintos, según se consideren o no cortes sucesivos y según el nivel de separación de los diferentes compartimentos del material vegetal. Concluyen que uno de los métodos más precisos es la suma de los incrementos positivos del material vegetal vivo y del muerto, cuando este se produce simultáneamente al anterior (Método 8). Las diferencias de estos incrementos pueden compararse estadísticamente y aceptar si realmente se producen para un nivel de significación determinado. Posteriormente, Sala *et al.* (1988) proporcionan software estadístico para la realización de estos cálculos (Aldezabal, 2001). Sin embargo, existen correlaciones significativas entre unos métodos y otros (Singh *et al.*, 1975).

En el presente trabajo hemos reelaborado las estimas de la PPNA según los métodos propuestos por Singh *et al.*, (1975), a partir de los datos de base de los diferentes autores, cuando existía información suficiente para realizarlas. Posteriormente, hemos establecido rectas de regresión entre los distintos métodos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se exponen los valores medios obtenidos para cada comunidad expresados en g MS m⁻² año⁻¹ según dos métodos de cálculo: el Método 8 de Singh *et al.* (1975), al que hemos sumado el material vivo del primer corte por considerar que se ha producido dentro del año, y el Método 2 de los mismos autores. Existen diferencias significativas entre métodos y entre comunidades con seis ó más datos, siendo la interacción no significativa (ANOVA de dos factores, F = 13,3 y 13,9; p < 0,001). El primer método (suma de incrementos) es de los que se consideran más precisos y el segundo (pico máximo de biomasa total) es el más frecuentemente utilizado en la literatura y permite mayor comparación. Los valores obtenidos con el Método 8 son, en general, menores que con el Método 2. Ambas estimas están correlacionadas significativamente ($r^2 = 0,797$; n = 42), siendo la ecuación de regresión que los relaciona: Mét. 8 = 0,7687 Mét. 2 - 23,54. Algunos de los trabajos consultados permiten la estimación según los dos métodos (números en negrita en la Tabla 1), otros sólo permiten el cálculo según el Método 2 (números en estilo normal), siendo en ese caso extrapolados los datos al Método 8 según la ecuación anterior. Por último, algunos pocos trabajos (números en cursiva) sólo permiten la estimación según el Método 1 de Singh *et al.*, (1975) (pico máximo de la materia viva), siendo en este caso extrapolados al Método 2 mediante la recta de regresión: Mét. 2 = 1,3136 Mét. 1 + 127,84 ($r^2 = 0,76$; n = 42).

Los valores de producción se han ordenado en la Tabla 1 según un gradiente altitudinal creciente, que se corresponde normalmente con un aumento de la pendiente y un descenso del recubrimiento vegetal. Se observa un cierto descenso de la PPNA con la altitud, con algunas excepciones como son las comunidades de *Festucion eskiae*. Los pastos más productivos serían los de *Arrhenatherion* intensivo y *Arrhenatherion* intermedio que se corresponden con los prados sometidos a manejo humano y que se han incluido sólo a título comparativo. Las siguientes categorías (*Arrhenatherion* pastoreo y *Arrhenatherion-Bromion*) son pastos de montaña media, entre 900 y 1600 m de altitud, normalmente poco intervenidos, utilizados preferentemente en pastoreo, y que en los Pirineos reciben diversos nombres: pastos intermedios, puertos de transición, bajantes, panares, etc.

En la Tabla 1 se observa, también, una alta variabilidad de los valores de producción y los valores de muchas comunidades se solapan. *Festucion gautieri* y *F. eskiae* son las comunidades que presentan más diferencias significativas con el resto (test a posteriori de Tukey). Dicha variabilidad puede ser consecuencia de la heterogeneidad interna de las alianzas fitosociológicas y, también, de las variaciones locales (espaciales y temporales) que reflejan situaciones ambientales diferentes y que, como se señaló anteriormente, son los factores más determinantes de la producción. Entre ellas, cabe recordar que las variaciones que se producen en la producción de la misma parcela entre años pueden ser muy altas (Remón, 1997). Por ello, las medias expresadas tienen un carácter indicativo y pueden ser utilizadas como una primera aproximación para el cálculo de cargas de pastoreo potenciales de un territorio, cuando se conocen las comunidades pascícolas y su superficie.

Tabla 1.- Número de datos, valores medios de producción (gMS m⁻² año⁻¹) según los métodos 2 y 8 de Singh *et al.*, (1975) y límites de confianza al 95% de las comunidades de pasto revisadas. Los números de la bibliografía corresponden con los que figuran al final de cada referencia bibliográfica entre paréntesis. Tipo de fuente de los números de la bibliografía, véase texto.

Comunidades	n	Método 2	95% c.l.	Método 8	95% c.l.	Bibliografía
Arrhenatherion-Intensivo	5	870,4	114,8			3, 10, 12
Arrhenatherion-Intermedio	3	528,3	68,7			3, 10, 15
Arrhenatherion-Pastoreo	2	423,5	933,2	302,0	717,4	3, 15
Arrhenatherion-Bromion	8	518,6	149,6	375,1	115,0	9, 11, 12
Bromion erecti	15	483,1	82,0	321,7	50,6	1, 5, 11, 13, 19, 20
Trisetio-Polygonion	4	335,4	47,9	234,3	36,8	2, 21
Majadas (Polygonion-Rumicion)	2	447,5	1914,3	320,4	1471,5	8, 11
Comun. de Festuca paniculata	4	467,4	168,2	311,6	100,4	4, 19
Nardion strictae	22	377,6	57,0	302,8	63,2	1, 4, 5, 11, 13, 19
Bromion-Nardion	6	538,3	75,1	357,7	68,7	5, 19
Molinietalia	1	255,6		172,9		8
Caricion nigrae	2	355,9	583,6	250,1	448,6	4, 11
Nardion-Festucion eskiae	1	182,3		116,6		4
Festucion eskiae	12	658,2	257,1	510,8	268,6	4, 6, 16, 18, 19
Ononidion striatae	3	483,4	408,5	377,8	334,1	5
Primulion intricatae	6	296,7	127,7	182,8	66,3	1, 7, 13, 14
Festucion gautieri	10	116,1	35,2	73,2	36,8	1, 11, 17
Gleras (Iberidion spathulatae)	1	27,2				Datos propios
Salicetea herbaceae	2	155,0	63,5	95,6	48,8	16
Elynyion myosuroidis	2	210,0	381,2	137,9	293,0	16

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha contado con la financiación del proyecto AMB97-0990 del Plan Nacional (CICYT). Agradecemos a los autores de las obras consultadas, especialmente de los trabajos inéditos, la facilitación de sus datos para esta revisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 4 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*. Publ. Consejo Protección Naturaleza de Aragón nº 28. 317 pp. Zaragoza. (España)
- 2 ASCASO, J.; FERRER, C., 1993. Valoración agronómica de los pastos de puerto del Valle de Benasque (Pirineos). Clasificación, valor forrajero y carga ganadera. *Pastos*, **23**, 99-127.
- 3 BALENT, J., 2000. Complementary files based on the literature. *REU Technical Series, FAO*, **62**, 90-120.
- 4 BAS, J., 1993. *Les pastures supraforestals a la Vall Ferrera i la Vall de Cardós (Pallars Sobirà)*. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I.A. Lleida. (España).
BRAUN-BLANQUET, J., 1948. *La Végétation Alpine des Pyrénées Orientales*. Monografía Estación Estudios Pirenaicos. 306 pp. Barcelona. (España).
- BURKE, I.C.; LAUENROTH, W.K.; PARTON, W.J., 1997. Regional and temporal variation in net primary production and nitrogen mineralization in grasslands. *Ecology*, **78**, 1330-1340.
- 5 CANALS, R. M., 1992. *Dinámica de l'herba i qualitat de les pastures subalpines del Plá de Rus (Pirineu Oriental)*. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I.A. Lérida. (España)
- 7 COSTA, F., 2000. Complementary files based on the literature. *REU Technical Series, FAO*, **62**, 90-120.

- 6 CHOCARRO, C.; FILLAT, F., 1996-97. Datos inéditos de la Canal de Izas (Pirineo oscense).
- 8 FERRER, C., 1981. *Estudio geológico, edáfico y fitoecológico de la zona de pastos del Valle de Tena (Huesca)*. Institución Fernando el Católico (CSIC). 304 pp. Zaragoza. (España).
- 9 FERRER, C., 1988. Los recursos pascícolas del Pirineo Aragonés. Reunión Científica de la SEEP. Vol. XXVIII, pp. 23-35, Jaca. Huesca. (España)
- 10 FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de regadio de los fondos del valle de Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. *Reunión Científica de la S.E.E.P.* Vol. XXX pp. 168-175. S. Sebastian. (España).
- 11 FERRER, C.; ASCASO, J.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A., 1991. Evaluación de pastos de montaña (Pirineo Central): Fitocenología, valor pastoral, producción y calidad. *Reunión Científica de la SEEP.* Vol. XXXI, pp. 189-196. Murcia. (España).
- 12 FILLAT, F.; GODED, L.; PARDO, F.; REINÉ, R.; CHOCARRO, C.; FANLO, R., 1999. The primary production and vegetation characteristics of some Pyrenean Aragonese meadows and their relationship with climate and management. *Options méditerranéennes* **B-27**, 139-154.
- 13 GÓMEZ, D.; CASTRO, P.; ALDEZABAL, A., 1997. Species richness, biomass and plant production in subalpine plant communities in the Spanish Pyrenees. *36th Int. Symp. of International Association for Vegetation Science*. pp. 101-111. Univ. de La Laguna. Tenerife. (España).
- GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; REMÓN, J.L., 2002. Clave simplificada para la determinación de los prados y pastos pirenaicos. *Reunión Científica de la SEEP.* Vol. **XLII**. Lleida. (España).
- 14 GRIGNANI, C., PASCAL, G.; REYNERI, A., 1990. Structure et qualité de différentes espèces et pelouses d'alpages (Alpes italiennes). *Fourrages*, **122**, 159-174.
- 15 HEREU, M.; FANLO, R., 1992. Recursos pratenses de la Vall d'Assua (P. Sobirá): tipificación, calidad y producción. *Reunión Científica de la SEEP.* Vol. XXXII, pp. 224-228, Pamplona. (España).
- 16 LABROUE, L.; TOSCA, C., 1977. Dynamique de la matière organique dans les sols alpins. *Bull. Ecol.*, **8**, 289-298.
- 17 MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ-GARCÍA, D., 2002. Valoración forrajera de los pastos de *Festuca gautieri* (Hackel) K. Richt en el Pirineo aragonés. *Reunión Científica de la SEEP.* Vol. **XLII**. Lleida. (España).
- 18 NEGRE, R.; GHIGLIONE, C.; MARC, P., 1987. Productivité et valeur fourragère des gispetières pyrénéennes. *I Coll. Int. de Botanique Pyrénéenne, La Cabanasse*. pp. 379-398, Toulouse. (Francia).
- RAM, J., SINGH, J.S. AND SINGH, S.P., 1989. Plant biomass, species diversity and net primary production in a Central Himalaya high altitude grassland. *Journal of Ecology*, **77**, 456-468.
- 19 REMÓN, J. L., 1997. *Estructura y producción de pastos en el Alto Pirineo Occidental*. Tesis doctoral. Universidad de Navarra. Pamplona. (España).
- RIKHARI, H.C.; NEGI, G.C.S.; PANT, G.B., RANA, B.S.; SINGH, S.P., 1992. Phytomass and primary productivity in several communities of a Central Himalayan alpine meadows, India. *Arctic and Alpine Research*, **24**, 344-351.
- SALA, O.E.; BIONDINI, M.E.; LAUENROTH, W.K., 1988. Bias in estimates of primary production: an analytical solution. *Ecological Modelling*, **44**, 43-55.
- 20 SEBASTIÁ, M. T.; CANALS, R. M., 1992. Evolución de la biomasa de los grupos taxanómicos y funcionales de plantas en comunidad pascícolas pirenaicas. *Orsis*, **7**, 113-124.
- SINGH, J.S.; LAUENROTH, W.K.; STEINHORST, R.K., 1975. Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production in grasslands from harvest data. *The Botanical Review*, **41**, 181-231.
- 21 VERTES, F., 1984. Etude phytosociologique et agronomique des prairies et alpages en moyenne Tarentaise (Savoie). *Documents d'Écologie Pyrénéenne*, **III-IV**, 137-146.
- WALKER, M.D.; WEBBER, P.J.; ARNOLD, E.H.; EBERT, D., 1994. Effects of interannual climate variation on aboveground phytomas in alpine vegetation. *Ecology*, **75**, 393-408.

REVIEW OF THE ABOVEGROUND NET PRIMARY PRODUCTION (ANPP) OF THE PYRENEAN MOUNTAIN GRASSLANDS

SUMMARY

We re-examine production data corresponding to most of alpine grasslands communities in the Pyrenees. Data are re-elaborated following methods established by Sing *et al.* (1975) and regression equations between them are calculated. Significant differences between estimation methods and communities were found (Anova, $F = 13, 3$ y $13,9$; $p < 0,001$). *Festucion gautieri* and *F. eskiae* have the lowest ($116,1 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) and highest ($658, 2 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) production values respectively. These data can be usefull for Pyrenean summer pasture management plans.

Key words: summer pastures, Pyrenees, alpine grasslands, plant production, biomass.

VALORACIÓN FORRAJERA DE LOS PASTOS DE *FESTUCA GAUTIERI* (HACKEL) K. RICHT EN EL PIRINEO ARAGONÉS

A. MARINAS, R. GARCÍA-GONZÁLEZ Y D. GÓMEZ-GARCÍA.

Instituto Pirenaico de Ecología CSIC, Apdo. Correos 64, 22700 Jaca (Huesca).

RESUMEN

Se estiman la producción y calidad nutritiva en pastos de *Festuca gautieri* a partir de muestreos realizados en los puertos de Aisa-Borau y Ordesa (Huesca). La producción (111 g MS/m²/año) y la cobertura (30%) de los pastos estudiados es baja y se relacionan mediante la ecuación: $P=0,4C+2,7$ ($r^2=0,66$). Estos pastos se caracterizan por su abundancia en *Festuca gautieri* y en dicotiledóneas. Por otro lado, tienen valores medios de FND (62,5%), de FAD (34,1%) y de LAD (7,12%), baja digestibilidad enzimática (54%) y muy poco contenido en nitrógeno (1,34%), por lo que su valor forrajero es escaso.

Palabras clave: pastos de puerto, producción, cobertura.

INTRODUCCIÓN

Festuca gautieri (*F. scoparia* (A. Kerner et Hackel) Nyman) es una gramínea cespitosa, pseudoestolonífera, de 20-40 (50) cm de altura, con limbo foliar de 4-8 (10) cm de longitud, liso, rígido, con ápice muy agudo y sección transversal de 0,4-0,7 mm, con una costilla y esclerénquima continuo o en islotes separados. La planta crece formando una mata amacollada que resulta punzante al tacto y presenta un aspecto glauco amarillento durante buena parte del verano y, en principio, con escaso atractivo para los herbívoros.

El área de distribución es oromediterránea, con centro en el Pirineo español y se extiende por el sur hasta el Sistema Ibérico, por el oeste hasta los Montes Cantábricos y por el este hasta el Pirineo oriental francés. Se han distinguido dos subespecies: la típica que vive en sustratos silíceos, principalmente en el Pirineo francés y la más extendida subsp. *scoparia* A. Kerner et Hackel, calcícola preferente. En cuanto a su morfología, ambas subespecies se distinguirían por la longitud de las espiguillas (más pequeñas en el caso de la subsp. *scoparia*) y por la continuidad o discontinuidad del esclerénquima (Portal, 1999). Sin embargo, estos caracteres se muestran variables (Claustres, 1965) y las subespecies no son consideradas en muchas floras.

La especie, una de las más frecuentes y abundantes en el Pirineo español, caracteriza y da nombre a la comunidad donde la planta aparece con mayor frecuencia, que son los pastos de la Al. *Festucion scopariae* Braun-Blanquet (1948), definida e incluida en el orden *Seslerietalia coeruleae* Br.-Bl. (1926) y en la clase *Elyno Seslerietea* por Br.-Bl. (1948). A su vez, la alianza se compone de al menos siete asociaciones, entre las que destaca por su extensión la ass. *Festucetum scopariae* (Susplugas) Br.-Bl. 1948, cuya fisonomía, de aspecto xerófilo y formando gradines, es muy característica de la alta montaña pirenaica. Esta comunidad crece por lo general en laderas orientadas al sur, del piso subalpino y parte baja del alpino (entre 1600 y 2600 m), pendientes pronunciadas (5-45°), sustrato calizo y suelo de reacción neutra o básica, con pedregosidad abundante que parece señalar fenómenos periglaciares intensos por la escasez del período de innivación. La moderada inestabilidad del suelo da lugar a una cobertura media o media-alta y selecciona una flora adaptada

pero diversa (unas 28 especies por inventario) en la que, además de *F. gautieri*, con recubrimiento medio entre el 25 y 50% de la cobertura vegetal, destacan por su abundancia: *Helictotrichon sedenense*, *Sideritis hyssopifolia*, *Koeleria vallesiana*, *Paronychia kapela* subsp. *serpyllifolia*, *Carduus carlinifolius*, *Helianthemum oelandicum* subsp. *alpestre* y varias leguminosas menos abundantes: *Anthyllis vulneraria* subsp. *vulnerarioides*, *Lotus corniculatus* subsp. *alpinus*, *Trifolium thalii* y *Medicago suffruticosa* (Tutin *et al.*, 1964-1980). Hay que reseñar el alto interés ecológico de la comunidad, relacionado con su limitada distribución espacial, la notable diversidad vegetal que alberga con varios taxones endémicos y el efecto fijador del suelo en ambientes de difícil colonización vegetal y muy propicios para el desarrollo de procesos erosivos.

Desde el punto de vista de su valor forrajero, cabe destacar que por su fisionomía (baja cobertura), difícil accesibilidad (sobre todo para el vacuno), y baja apetecibilidad de su especie principal *F. gautieri* (Gañan *et al.*, 2000), es previsible un escaso valor pastoral. Sin embargo, debido a que ocupan grandes superficies y son utilizados frecuentemente por el ganado ovino (Aldezabal, 2001), creemos interesante dar a conocer sus posibilidades forrajeras. La producción depende estrechamente de la cobertura vegetal y, en este trabajo, calculamos valores de estos dos parámetros, de su relación y también de la calidad nutritiva de estos pastos. Ello puede ayudar a precisar las estimaciones de capacidad de carga ganadera en los planes de ordenación de los puertos pirenaicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron en dos puertos calizos del Pirineo Occidental: Aisa-Borau y Ordesa (Huesca). En cada área de estudio se establecieron varias parcelas, 3 en los pastos de Aisa-Borau y 5 en Ordesa, todas ellas dentro de un rango altitudinal de 1960 y 2225 m. Cada una presentaba diferente inclinación, exposición y cobertura, para tratar de recoger la variabilidad ambiental (Tabla 1). El método que se utilizó para el cálculo de producción fue el pico máximo de biomasa, considerando tanto la materia viva como la muerta recientemente. El muestreo se realizó a principios del mes de agosto de 2001, época de máximo crecimiento del material vegetal. En cada parcela se establecieron al azar dos transectos de 25 m cada uno, en forma de aspa, formando un ángulo de 45° con la línea de máxima pendiente. A lo largo de cada transecto se realizaron 6 cortes de biomasa en cuadrados de 25x50 cm, totalizando 12 cortes por parcela (excepto en la parcela 1 que fueron 5 por problemas técnicos). En cada cuadrado se determinó visualmente el recubrimiento vegetal total, y por especies, a intervalos del 10% y a intervalos del 2% para recubrimientos menores del 10%. Los cortes se realizaron a ras del suelo manualmente con tijeras, procurando no incorporar materia muerta de años anteriores.

Tabla 1: Áreas de estudio y sus variables topográficas.

Parcela	Zona	Pendiente	Exposición	Altitud (m)	UTM*
1	Ordesa	10° - 15°	N-NO	1960	02564 / 47215
2	Aisa	10° - 15°	SO-NE	2220	69917 / 47342
3	Aisa	30° - 35°	NS	2150	69894 / 47343
4	Aisa	30° - 35°	EO	2160	69886 / 47342
5	Ordesa	30°	SO	2100	07458 / 47230
6	Ordesa	30° - 35°	O	2125	07459 / 47229
7	Ordesa	20° - 25°	O	2150	07460 / 47229
8	Ordesa	25° - 30°	E	2190	07410 / 47247

Uso 30T excepto Parcela 1: 31 T

Las muestras se pesaron en fresco y se limpiaron de restos minerales; posteriormente se secaron en estufa de aire forzado a 60°C durante 48 h y se volvieron a pesar para determinar la producción. Las muestras de una misma parcela se juntaron y se molieron para la realización de los

análisis químicos. La concentración de nitrógeno (N) se determinó por medio del método Kjeldahl. Mediante el método de fraccionamiento de van Soest (1994) se determinaron las proporciones de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), lignina ácido detergente (LAD) y cenizas ácido detergente (CAD). La digestibilidad enzimática se realizó con el método de la pepsina-celulasa, propuesto por Aufrère y Michalet-Doreau (1988).

Se han realizado análisis de la varianza de una vía para comprobar si había diferencias en la composición química y en el recubrimiento de los diferentes grupos botánicos entre áreas de estudio, y análisis de la varianza encajados para estudiar las posibles diferencias de cobertura y producción entre zonas y parcelas. Por otro lado, se han hecho correlaciones paramétricas para determinar relaciones entre todas las variables (StatSoft, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se pueden observar los valores medios por parcela de la producción primaria aérea (g MS/m²/año), de la cobertura total (%), de *Festuca gautieri* y otras categorías vegetales (%), y del número de especies. La producción puede variar entre 45 y 197 g MS/m²/año. Estos valores son similares a los obtenidos por Ferrer *et al.* (1991), Aldezabal (2001) y San Miguel (1997) y algo superiores a los de Gómez y Remón (1993). En otros trabajos, como el de Labroue y Tosca (1977), Sebastián y Canals (1992), las producciones son más altas. Según los primeros autores, estos pastos de puerto tienen coberturas de hasta un 90%, pero en los casos estudiados por nosotros sólo la parcela 2 alcanza el máximo recubrimiento de un 45%. En la mayoría de las parcelas la cantidad de *Festuca gautieri* es mayor que la del resto de las especies, destacando también el alto porcentaje de otras dicotiledóneas. El número de especies es menor al observado por Gómez y Remón (1993) que fue de 23, lo cual puede ser debido a que la superficie de muestreo es menor en nuestro caso.

Tabla 2: Valores medios de la producción, cobertura total, contribución de *Festuca gautieri* y otras categorías vegetales y del número de especies

Parcela	Producci. (g/m ² /año)	%Cobert.	%F.gauti.	% Otras gramíneas	% Otras dicotiledó.	%Leñosas	Nºespecies
1	54,3	23,0	7,6	10,0	5,3	0,1	15
2	148,5	45,0	8,2	16,9	14,4	5,6	15
3	143,5	32,5	19,4	7,4	4,1	1,7	9
4	44,6	9,6	3,3	0,8	4,2	0,8	9
5	100,9	31,3	12,5	6,8	11,3	0,7	13
6	78,3	15,4	7,7	1,9	5,6	0,0	9
7	196,9	41,6	28,6	5,0	5,3	2,6	8
8	123,8	35,3	16,0	0,1	16,1	3,0	20
Media	111,4	29,2	12,9	6,1	8,3	1,8	11,1

En la tabla 3 se muestran los datos de los análisis químicos de las parcelas estudiadas. La parcela 4 presenta los valores más altos en FND y FAD (71%-38%) y el más bajo de digestibilidad enzimática (47,5%). Por otro lado, los valores más bajos de fibras se han obtenido en la parcela 8 con un 54% de FND y un 30% de FAD. También presenta valores altos en lignina (9%), digestibilidad enzimática (60%) y porcentaje de otras dicotiledóneas (16%). Estos datos del valor nutritivo de *Festucion gautieri* coinciden con los encontrados por otros autores en los Pirineos (Ferrer *et al.*, 1991 y Aldezabal, 2001).

Tabla 3: Valores medios de la composición química y digestibilidad enzimática (en % de la MS).

Parcela	FND	FAD	LAD	CAD	N	D.enzimática
1	55,48	30,52	7,71	1,08	1,51	62,52
2	62,25	33,28	6,42	1,21	1,28	52,99
3	69,24	36,76	6,17	0,64	1,02	50,01
4	70,96	37,88	6,47	0,52	1,28	47,51
5	60,82	34,47	8,63	1,01	1,60	53,56
6	63,62	35,05	5,89	0,70	1,38	54,21
7	63,17	34,76	6,57	0,76	1,19	51,72
8	54,32	30,17	9,09	1,46	1,47	59,54
Media	62,48	34,11	7,12	0,92	1,34	54,01

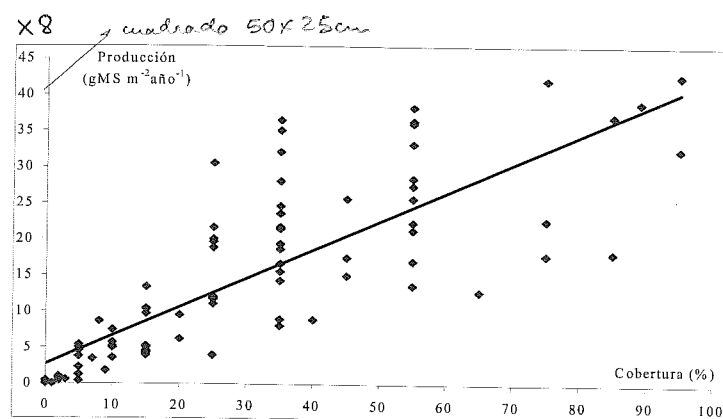
Los ANOVAs de una vía realizados, muestran que no existen diferencias significativas entre áreas de estudio para todas las variables. Los ANOVAs encajados muestran que existen diferencias muy significativas entre parcelas tanto en producción ($p < 0,000$) como en cobertura ($p < 0,001$) y en cambio no hay diferencias entre áreas de estudio. Estos resultados apoyarían la hipótesis de una homogeneidad de la comunidad en cuanto a valor forrajero y composición florística, pero manteniendo una cierta variabilidad interna debida a condiciones microambientales puntuales.

Se ha realizado una matriz de correlación con todas las variables. La digestibilidad enzimática, el contenido celular, la concentración de N y el número de especies están correlacionadas positivamente entre ellas y negativamente con FND y con FAD, como se ha observado también en otros trabajos (Marinas *et al.*, 2000). Contrariamente a la tendencia general, se ha encontrado también una relación positiva entre LAD, digestibilidad enzimática y %N. Este resultado podría ser consecuencia de un efecto indirecto, ya que también se ha encontrado una relación positiva entre LAD, el porcentaje de dicotiledóneas y el número de especies. Las dicotiledóneas tienen valores altos de lignina en estados fenológicos avanzados (Chocarro, 1990) aunque alto contenido en N y componentes celulares (Marinas *et al.*, 2001). Por otra parte, es frecuente que el número de especies aumente cuando lo hace el número de dicotiledóneas (Marinas *et al.*, 2000).

La cobertura de *Festuca gautieri* presenta una correlación altamente significativa con la producción, al contrario que en Ascaso *et al.* (1991). También presenta una tendencia a relacionarse negativamente con el contenido en N y positivamente con la cobertura total. Por otro lado, el porcentaje de las dicotiledóneas se relaciona de forma positiva con el número de especies y con CAD, quizás porque las posibilidades de contaminación aumentan con el número de especies. Se observa, también, una tendencia a relacionarse positivamente con el contenido en N y la digestibilidad enzimática y negativamente con las fibras. Las leñosas se correlacionan positiva y significativamente con la cobertura. Esto puede ser debido a que este grupo lo forma en su mayoría *Thymus praecox* que por su forma de crecimiento tiende a extenderse en superficie. También se ha observado una tendencia a que al aumentar la pendiente lo haga la contribución de *Festuca gautieri*, disminuya la producción, el número de especies, el recubrimiento de otras gramíneas y la calidad del pasto.

Como se puede ver en la figura 1, donde están representados todos los cuadrados de muestreo ($n=89$), la producción y la cobertura vegetal presentan una correlación positiva y altamente significativa ($p < 0,000$; $r^2 = 0,659$). La recta de regresión que las relaciona es la siguiente: Producción ($\text{g MS/m}^2/\text{año}$) = $2,6819 + 0,39728 * \text{Cobertura (\%)}$. Esta ecuación puede ser útil en los casos en que sea necesario extrapolar la producción a partir del recubrimiento vegetal en este tipo de pastos.

Figura 1: Correlación entre producción y cobertura de los pastos de *Festuca gautieri*.



En conclusión, los pastos de *Festuca gautieri* son de bajo valor forrajero, tanto en el aspecto productivo como en el químico, y estando su producción muy relacionada con la cobertura.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Programa de Medio Ambiente de la CICYT (proyecto nº AMB97-0990). Agradecemos la colaboración de G. Sanz, M. J. Pardo, F. Guaza, J. Aguirre y J. Pablo por su ayuda en los muestreos de campo y de J. Azorín, E. Ubieto y R. Galindo por la realización de los análisis químicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDEZABAL, A., 2001. *El sistema de pastoreo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Publ. Consejo Protec. de Naturaleza de Aragón nº 28. 317 pp. Zaragoza.
- ASCASO, J.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A., 1991. Producción y calidad de pastos de montaña (Pirineo Central) de bajo valor pastoral. *XXXI Reunión científica de la SEEP*, 249-255, Murcia.
- AUFRÈRE, J.; MICHALET-DOREAU, B. 1988. Comparation of methods for predicting digestibility of feeds. *Animal Feed Science Technology* **20**, 203-218.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1948. *La végétation alpine des Pyrénées orientales*. Monografía. Estación de Estudios pirenaicos. 306 pp. Barcelona.
- CHOCARRO, C., 1990. Estudios ecológicos sobre los prados de siega del Pirineo Central Español: Composición florística, producción y calidad. Tesis Doc., Uni. Navarra, Pamplona.
- CLAUSTRES, G., 1965. *Les Glumales des Pyrénées ariégeoises centrales*. Recherches d'écologie descriptive et d'écologie causale. Thèse Fac. Sci. Toulouse. 493 pp.
- 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 SEEP*, 189-196, Murcia.
- GAÑÁN, N.; HERNÁNDEZ, Y.; ALDEZABAL, A.; GÓMEZ, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 2000. Plant selection by large herbivores in supraforestal Pyrenean pastures. *Xième Reunion du Sous-Resau Paturages de Montagne*. FAO/CIHEAM. REUR Technical Series. Luz-St.-Sauver (France), 13-17 Sept 2000. (en prensa)
- GÓMEZ, D.; REMÓN, J. L., 1993. Tipificación, cartografía y producción de los pastos supraforestales en el Pirineo Occidental español: objetivos y métodos. *II Seminario sobre nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña*, 35-47. Junta de Andalucía. Sevilla.

LABROUE, L.; TOSCA, C., 1977. Dynamique de la matière organique dans les sols alpins. *Bull. Ecol.* **8** (3), 289-298.

MARINAS, A.; CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F., 2000. Los paisajes de montaña (valle o ladera) y su influencia en las características florísticas, de diversidad, producción y calidad de los prados de siega del Pirineo aragonés. *III Reunión ibérica de pastos y forrajes*, 135-140. Consejería de Agricultura. La Coruña.

MARINAS, A.; GAÑAN, N.; HERNANDEZ, Y.; GOMEZ, D.; GARCÍA, R., 2001. Composición química primaveral de las especies frecuentemente utilizadas en pastos supraforestales del Pirineo Occidental. *XLI Rev. Cien. SEEP*. 316-322. Alicante.

PORTAL, R., 1999. *Festuca de France*. Imprimerie Jeanne-D'Arc, 371 pp. Le Puy en Velay (Francia).

SAN MIGUEL, A., 1997. *Pastizales naturales españoles. Caracterización, aprovechamiento y posibilidades de mejora*. Funda. Conde Valle de Salazar, 101 pp. E. T. S. I. Montes, Madrid.

SEBASTIÁ, M. T.; CANALS, R. M., 1992. Evolución de la biomasa de los grupos taxanómicos y funcionales de plantas en comunidades pascícolas pirenaicas. *Orsis*, **7**, 113.

STATSOFT, 1995. *Statistica*. Vol. III, 781 pp, United States of America.

TUTIN, T. G., 1964-1980. *Flora Europaea*. Vol. 1-5. Cambridge University Press. Cambridge.

VAN SOEST, P. J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant.*, 2nd/Ed. Cornell University Press, 476 pp., New York.

FORAGE VALUE OF *FESTUCA GAUTIERI* (HACKEL) K. RICHT PASTURES IN THE CENTRAL PYRENEES

SUMMARY

Grass production and feeding value of *Festuca gautieri* pastures has been estimated from 8 sampling plots in the Spanish Pyrenees. Production and plant cover have low values and are related by the equation: $P=0.4C+2.7$ ($r^2=0.66$). Plant cover was higher for *F. gautieri* (12.9%) and dicotyledons (8.3%). Mean values for NDF, ADF, ADL, *in vitro* digestibility and N were 62.5%, 34.1%, 7.1%, 54% and 1.34% respectively reflecting a low feeding value for these pastures.

Key words: summer pastures, production, plant cover, Pyrenees.

PRESENTACIÓN PRELIMINAR DE UNA TABLA DE RESULTADOS PRODUCTIVOS Y ANALÍTICOS DE RECURSOS PASCÍCOLAS DE ARAGÓN

M. MAESTRO¹, C. FERRER² Y A. BROCA²

¹Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Avenida de Montañana 1005. Apartado 202. E-50080 Zaragoza (España). ² Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177, E-50013 Zaragoza (España).

RESUMEN

Se hace una presentación preliminar del trabajo que se está realizando en Aragón, dentro del Proyecto nacional "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles", con respecto a la evaluación productiva y de calidad de los recursos pascícolas en esta Comunidad Autónoma. Con ello se pretende someter a la crítica de nuestros colegas de Proyecto en otras Comunidades Autónomas, una especie de patrón que permita mejorar los objetivos marcados por el grupo temático sobre "Dinámica productiva y valoración nutritiva de pastos".

Palabras clave: tipos de pastos, producciones, composición química.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la SEEP viene realizando el Proyecto "Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos Españoles" (OT00-037-C17). Uno de sus objetivos es "evaluar todos y cada uno de los tipos de pastos establecidos, haciendo referencia a su producción (kg MS/ha, kg heno/ha, etc.) y calidad (proteína, energía, fibra, elementos minerales, etc.), y reflejando ambos conceptos en función de la estacionalidad".

De conformidad con lo acordado por el grupo temático del Proyecto "Dinámica productiva y valoración nutritiva de pastos", en las Memorias que acompañen las Cartografías de pastos de cada Comunidad Autónoma está previsto un Anexo, en forma de Tabla, con resultados productivos y analíticos de los diferentes recursos pascícolas. Aunque las variables a reflejar en dicha Tabla (y su orden) no se han establecido definitivamente, se está tratando de coordinarlas con el diseño del Centro de Información sobre Alimentos (Universidad de Córdoba). En este contexto, el grupo de trabajo de Aragón presenta en esta Comunicación un ejemplo de la información que viene recopilando. Los autores somos conscientes de que esta publicación no se ajusta a la estructura clásica de comunicaciones a las Reuniones Científicas de la SEEP, pero consideramos que la presentación de nuestro trabajo puede servir de ejemplo y de patrón para posibles mejoras en el desarrollo del tema que nos ocupa, por lo que hemos decidido presentarlo a nuestros colegas de Proyecto en el ámbito de esta Reunión Científica.

Por razones de espacio, la Tabla de resultados que presentamos no es exhaustiva pero hemos tratado de que abarque tanto diversos tipos de pastos como de presentación del forraje (en fresco, henificado, deshidratado, etc.), así como diversos orígenes geográficos de Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha revisado la bibliografía que hace referencia a nuestra Comunidad Autónoma y dentro de la misma, se han seleccionado los trabajos que aportan más datos en cuanto a producciones y a composición química; está previsto seguir con esta recopilación y cualquier aportación al respecto será bien recibida.

Para la confección de la Tabla se ha tenido en cuenta:

- El Nomenclator Básico de la SEEP (Alicante, 26 de abril de 2001).
- El Sistema Legal de Unidades de Medida, R.D. 1317/1989 (BOE, 3 noviembre 1989 y 24 enero 1990).
- Los acuerdos tomados en las dos reuniones de coordinación de "Dinámica productiva y valoración nutritiva de pastos" (Madrid, 12 de mayo y 12 de noviembre de 2001).
- Las propuestas de A. Gómez Cabrera (Centro de Información sobre Alimentos-Universidad de Córdoba).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos quedan reflejados en la Tabla 1. La discusión de los resultados presentados, como es obvio, se excede de los límites del tamaño de la Comunicación. Dicha discusión se reserva para la Memoria final del Proyecto.

CONCLUSIONES

Con la información recopilada quedan bien reflejados los recursos pascícolas de Aragón, con la salvedad de los pastizales y de los pastos con arbolado. En estos casos deberemos recurrir inicialmente a extrapolaciones de otras áreas de la geografía española.

AGRADECIMIENTOS

A la Diputación General de Aragón (Proyecto, P032/99-AV) y al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (Proyecto, OT00-037-C17).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALIBES, X.; RODRÍGUEZ, J.; GERIA, R.; MUÑOZ, F.; PÉREZ REVUELTO, J., 1979. Valor alimenticio de la esparceta (*Onobrychis viciifolia*). *Pastos*, **9(1)**, 81-89.
- 2 AMELLA, A., 1972. Influencia de diversos factores climáticos, agronómicos y edáficos sobre la composición bromatológica de la alfalfa producida en el Valle del Ebro. *Trabajos del IEPGE (CSIC)*, **11**, 1-57.
- 3 AMELLA, A., 1972. Estudio de la composición químico-bromatológica de la alfalfa del Valle del Ebro. Efectos del proceso de deshidratación industrial sobre su contenido en carotinoides. *Trabajos del IEPGE (CSIC)*, **9**, 1-60.
- 4 AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 1984. Henificación en la depresión media prepirenaica: producciones, mermas y calidad. *Pastos*, **14(1)**, 77-91.
- 5 AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 1985. Rendimientos y calidad de alfalfares en regadío y en secano, en la Depresión Prepirenaica. *Pastos*, **15(1-2)**, 159-173.
- 6 AMELLA, A.; HAMROUNI, S.; BROCA, A.; MAESTRO, M., 1987. Un sistema de producción ovina sobre pradera de regadío. *Pastos*, **17(1-2)**, 25-42.
- 7 AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas artificiales de los fondos de valle del Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. *XXX Reunión Científica de la SEEP*, 160-167.

- 2 ANDUEZA, D.; MUÑOZ, F.; DELGADO, I., 1999. Valoración nutritiva de diferentes variedades de *Lolium sp.* XXXIX Reunión Científica de la SEEP, 335-339.
- 9 ANDUEZA, D.; MUÑOZ, F.; CARDESA, C.; DELGADO, I., 2000. Valor nutritivo del forraje de diferentes cultivares de veza (*Vicia sativa L.*) en distintas condiciones de medio de Aragón. III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, 485-491.
- 10 ANDUEZA, D.; MUÑOZ, F.; PUEYO, J.; DELGADO, I., 2001. Influencia del método de conservación de la alfalfa sobre su composición química. XLI Reunión Científica de la SEEP, 329-333.
- 11 ANSÓN, S.; DELGADO, I.; MUÑOZ, F., 1998. Valoración forrajera de las poblaciones de *Lolium rigidum* Gaud. del Valle del Ebro. XXXVIII Reunión Científica de la SEEP, 185-188.
- 12 CHOCARRO, C.; FANLO, R.; FILLAT, F.; GARCÍA, A.; GARCÍA, B., 1988. Comparaciones entre el 1º y 2º corte en prados pirenaicos. Actas de la XXVIII Reunión Científica de la SEEP, 203-211.
- 13 DELGADO, I., 1988. Evaluación productiva de diferentes tipos de alfalfas de secano. XXVIII Reunión Científica de la SEEP, 297-304.
- 14 DELGADO, I.; OCHOA, M. J.; ALBIOL, A.; LUNA, L.; MUÑOZ, F., 1995. Descripción y evaluación de la fitomasa presente en áreas no cultivadas de la Comarca de Monegros (Aragón). Pastos, XXV(1), 87-97.
- 15 DELGADO, I.; ANDUEZA, D.; MUÑOZ, F., 1998. Utilización de la planta entera del cereal como reserva de pasto *in situ* para la época estival. XXXVIII Reunión Científica de la SEEP, 145-148.
- 16 DELGADO, I., 2000. Arbustos forrajeros para alimentar al ganado. Surcos, 64, 40-43.
- 17 DELGADO, I.; CARDESA, C.; ALBIOL, A.; TANCO, J. A., 2000. Producción de forraje y grano de la veza común en diferentes condiciones agroclimáticas de Aragón. III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, 325-330.
- 18 FERRER, C., 1981. Estudio Geológico, Edáfico y Fitoecológico de la zona de pastos del Valle de Tena (Huesca). Institución Fernando el Católico (CSIC), nº 805. Zaragoza (España).
- 19 FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de regadío de los fondos de valle del Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. XXX Reunión Científica de la SEEP, 168-175.
- 20 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 SEEP, 189-196.
- 21 FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 2000. Explotación de praderas de regadío en la Depresión Prepirenaica. Producción y calidad. III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, 593-599.
- 22 MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A.; FERRER, C., 1985. Rendimientos y calidad de esparceta en la Depresión Prepirenaica. Pastos, 15(1-2), 175-181.
- 23 MAESTRO, M.; AMELLA, A.; BROCA, A., 1990. Composición química de subproductos agrícolas para alimentación animal. I Congreso Internacional de Química de la ANQUE, 377-386.
- 24 MAESTRO, M.; FERRER, C.; AMELLA, A.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de secano de los fondos de valle del Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. XXX Reunión Científica de la SEEP, 176-183.
- 25 MAESTRO, M.; FERRER, C.; BROCA, A., 2000. Explotación de praderas de secano en la Depresión Prepirenaica. Producción y calidad. III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, 585-591.
- 26 TERREROS, J., 1973. Planificación agraria del Monegros oscense. Trabajos del IEPGE (CSIC), 15, 1-220.
- 27 TORRANO, L., 2001. Utilización por el ganado caprino de espacios forestales invadidos por el matorral y su impacto sobre la vegetación del sotobosque. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 217 pp. Zaragoza (España).

**PRELIMINARY PRESENTATION OF PRODUCTIVE AND ANALYTICAL RESULTS OF
GRASSLANDS RESOURCES IN ARAGON**

SUMMARY

This paper is a preliminary presentation of the work that is being carried out in Aragon, included in the National Project "Characterisation, Cartography and evaluation of Spanish pastures" with regard to the production and quality of the grasslands resources in this county. The aim of this work is to provide a kind of pattern that allows to improve the objectives suggested by the thematic group "Productive Dynamics and nourishment evaluation of pastures" to be valued by our project colleagues in other Autonomous Regions.

Key words: pasture types, yields, chemical composition.

Tabla 1.- Resultados analíticos y de producción de recursos pascícolas en Aragón.

Grupo	Zona	Identificación	Secano/Regadio	Nº aprov. Anuales	Nº del aprov.	Fecha	n	Producción (sega)	kg MS/ha	Oferta (pastoreo)	kg MS/ha	Materia seca %	Cenizas %	Proteína bruta %	Prot. digestible %	Extracto etéreo %	Fibra bruta %	NDF %	ADF %	ADL %	Calcio %	Fósforo %	Potasio %	Magnesio %	Sodio %	Ref. bibliográfica
PTO	Pirineo Axial	<i>Caricetalia nigrae</i>		3	1	1988	1	2086	30,8	6,8	17,4	9,3	3,3	24,3	64,8	29,5	4,8	0,65	0,18	1,49	0,14	0,03	0,03	0,03	18-20	
PTO	Pirineo Axial	<i>Selino-Nardetum</i>		3	2	1988	9	1755	29,7	6,6	15,4	10,8	4,2	23,3	61,9	29,7	4,3	1,01	0,17	1,38	0,19	0,03	0,03	0,03	18-20	
PTO	Pirineo Axial	<i>Alchemillo-Nardetum</i>		3	3	1988	12	1782	38,9	5,9	13,8	8,8	4,0	25,7	58,5	33,2	7,2	1,16	0,15	0,99	0,19	0,03	0,03	0,03	18-20	
PTO	Pirineo Axial	<i>Ranunculo-Festucetum eskiae</i>		3	1	1988	10	1978	38,6	5,7	11,8	7,9	4,1	28,5	63,3	37,5	7,1	0,78	0,15	1,09	0,15	0,03	0,03	0,03	18-20	
PTO	Pirineo Axial	<i>Festucetum gautieri</i>		3	5	1988	5	887	36,1	6,7	13,5	9,4	4,4	26,5	60,3	37,2	9,8	1,40	0,14	1,28	0,17	0,03	0,03	0,03	18-20	
PTO	Pirineo Axial	<i>Mesobromion</i>		3	37	1988	37	1549	29,5	8,0	15,7	10,6	4,4	23,1	55,6	31,9	6,4	1,17	0,20	1,56	0,23	0,04	0,04	0,04	18-20	
PTO	Pirineo Axial	Cercanos a <i>Arrhenatheretalia</i>		3	11	1988	11	2400	30,5	7,0	14,2	9,0	4,6	25,7	56,6	35,2	7,1	0,98	0,18	1,36	0,22	0,03	0,03	0,03	18-20	
PTO	Pirineo Axial	<i>Chenopodietum boni-hemici</i>		3	11	1988	11	3274	25,6	8,4	15,0	10,1	4,5	23,3	46,2	30,0	6,0	0,85	0,26	2,31	0,18	0,04	0,04	0,04	18-20	
PAS	Monegros	Fitomasa arbust. y herb.	S	3	1	01/05	96	870																		14
POS	Pirineo Axial	<i>Arrhenatherion</i> , heno	R	3	1	28/06	22	4042	87,7	7,6	9,7	6,2	3,7	33,2	59,9	39,6	6,8	1,18	0,22	1,71	0,24	0,04	0,04	0,04	0,04	19
POS	Pirineo Axial	<i>Arrhenatherion</i> , heno	R	3	2	22/08	22	2143	85,1	10,3	14,7	9,6	5,4	26,2	48,7	31,0	5,2	1,52	0,28	2,23	0,33	0,07	0,07	0,07	0,07	19
POS	Pirineo Axial	<i>Arrhenatherion</i>	R	3	3	25/10	22	1487	23,0	10,1	19,5	14,6	6,4	20,5	36,1	24,8	5,2	1,54	0,31	2,07	0,30	0,09	0,09	0,09	0,09	19
POS	Pirineo Axial	<i>Arrhenatherion</i> , heno	S	2	1	04/07	44	3912	86,6	7,7	8,6	5,3	3,3	34,3	62,0	40,3	6,7	1,06	0,20	1,73	0,19	0,03	0,03	0,03	0,03	24
POS	Pirineo Axial	<i>Arrhenatherion</i>	S	2	2	25/10	44	1385	23,7	10,7	20,2	15,0	5,6	20,3	40,3	24,6	4,2	1,55	0,33	2,40	0,30	0,03	0,03	0,03	0,03	24
POS	Pirineo Axial	Gramíneas 88%	S	1	1	01/07	39	4000	27,0		9,5				49,1	35,4	5,1									12
POS	Pirineo Axial	Gramíneas 65%	R	3	2	25/08	53	1800	24,0		13,6				37,3	25,9	3,3									12
PAS	Pirineo Axial	Praderas, heno	S	3	1	20/06	12	3918	85,5	8,7	10,0	6,8	2,8	31,9	58,0	37,9	7,0	1,31	0,21	2,25	0,15	0,03	0,03	0,03	0,03	7
PAS	Pirineo Axial	Praderas, heno	S	3	2	04/08	12	1343	87,3	8,9	15,4	11,8	3,8	29,2	46,5	35,1	8,2	2,04	0,18	1,61	0,19	0,03	0,03	0,03	0,03	7
PAS	Pirineo Axial	Praderas	S	3	3	03/11	12	1497	26,0	11,3	19,2	15,3	4,6	21,5	34,8	24,5	4,8	2,10	0,28	2,30	0,21	0,04	0,04	0,04	0,04	7
PAS	Pirineo Axial	Praderas, heno	R	4	1	13/06	6	4986	84,2	9,1	11,6	8,2	3,0	32,1	58,4	36,1	5,5	1,44	0,26	2,29	0,17	0,07	0,07	0,07	0,07	7
PAS	Pirineo Axial	Praderas, heno	R	4	2	31/07	6	2262	85,6	11,3	17,1	12,1	4,4	26,0	45,2	31,5	6,4	1,76	0,27	2,30	0,26	0,07	0,07	0,07	0,07	7
PAS	Pirineo Axial	Praderas	R	4	3	04/09	6	2560	18,4	10,4	18,4	14,0	5,9	25,7	42,7	31,5	6,9	1,93	0,25	1,91	0,29	0,17	0,17	0,17	0,17	7
PAS	Pirineo Axial	Praderas	R	4	4	30/10	6	1632	24,4	10,5	20,8	15,9	4,4	21,1	35,1	25,3	5,7	1,97	0,27	2,13	0,25	0,11	0,11	0,11	0,11	7
PAS	Prepirineo	Praderas	S	3	1	27/05	24	4780	27,0	8,4	11,6	8,4	3,7	26,1	53,5	35,2	6,0	1,18	0,23	2,02	0,15	0,03	0,03	0,03	0,03	25
PAS	Prepirineo	Praderas	S	3	2	22/07	24	2145	39,0	9,9	13,1	9,0	5,1	27,5	50,8	35,4	7,7	1,60	0,24	1,69	0,24	0,03	0,03	0,03	0,03	25
PAS	Prepirineo	Praderas	S	3	3	01/11	24	1708	44,1	10,9	12,9	8,1	5,2	26,2	52,3	36,4	7,3	1,53	0,23	1,55	0,22	0,02	0,02	0,02	0,02	25
PAS	Prepirineo	Praderas	S	4	1	10/05	24	2783	23,9	10,7	17,0	12,7	5,0	20,7	48,7	28,4	5,0	1,60	0,32	2,35	0,19	0,04	0,04	0,04	0,04	25
PAS	Prepirineo	Praderas	S	4	2	22/06	24	2878	30,5	10,5	14,6	10,6	4,5	26,0	53,5	34,5	6,1	1,59	0,28	2,02	0,22	0,05	0,05	0,05	0,05	25
PAS	Prepirineo	Praderas	S	4	3	24/08	24	1433	29,9	11,6	14,8	9,5	5,1	23,3	49,8	34,0	8,0	1,80	0,31	1,63	0,27	0,05	0,05	0,05	0,05	25

Tabla 1.- Resultados analíticos y de producción de recursos pascícolas en Aragón (continuación).

Grupo	Zona	Identificación	Secano/Regadio	Nº aprov. Anuales	Nº del aprov.	Fecha	n	Producción (siega) kg MS/ha	Oferta (pastoreo) kg MS/ha	Materia seca %	Cenizas %	Proteína bruta %	Prot. digestible %	Extracto etéreo %	Fibra bruta %	NDF %	ADF %	ADL %	Calcio %	Fósforo %	Potasio %	Magnesio %	Sodio %	Ret. bibliográfica
PAS	Prepirineo	Praderas	S	4	4	04/11	24	1680	29,8	11,5	15,2	9,5	4,0	18,5	39,6	25,4	6,4	1,96	0,32	1,48	0,31	0,07	25	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	3	1	23/06	24	4077	22,1	10,5	15,5	11,8	4,4	24,6	45,4	33,7	6,1	1,65	0,29	2,26	0,21	0,04	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	3	2	18/08	24	4038	19,7	11,8	16,6	11,4	5,0	23,0	49,2	34,2	6,2	1,65	0,35	2,53	0,25	0,04	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	3	3	27/10	24	2459	22,9	12,6	18,8	13,2	6,2	17,0	39,9	26,6	5,6	1,83	0,35	2,26	0,26	0,07	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	4	1	07/05	18	4265	15,8	11,0	19,3	14,9	5,5	17,9	43,2	26,5	3,6	1,46	0,35	2,59	0,19	0,05	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	4	2	02/07	18	4641	21,4	11,2	15,5	11,5	3,9	24,3	49,1	34,4	6,6	1,73	0,31	2,24	0,22	0,03	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	4	3	25/08	18	3203	21,0	12,5	16,8	11,9	4,9	23,4	46,8	31,8	5,6	1,85	0,37	2,36	0,25	0,04	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	4	4	06/10	18	1020	21,5	13,1	22,1	16,3	6,3	16,1	40,4	25,2	4,9	2,06	0,36	2,44	0,28	0,06	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	5	1	03/04	21	2461	20,5	12,8	17,2	12,5	4,6	16,8	42,7	23,0	4,0	1,79	0,36	2,50	0,22	0,05	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	5	2	18/05	21	2883	22,3	10,9	16,6	12,5	5,0	20,0	48,2	31,4	5,3	1,55	0,35	2,79	0,18	0,05	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	5	3	16/07	21	3346	21,5	12,0	15,4	11,3	4,2	26,1	52,0	33,3	6,2	1,63	0,40	2,75	0,22	0,04	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	5	4	06/09	21	3468	20,7	12,5	16,2	11,7	5,7	22,9	48,8	32,1	5,4	1,69	0,35	2,29	0,24	0,05	21	
PAS	Prepirineo	Praderas	R	5	5	25/10	21	2214	21,3	13,2	19,4	13,8	4,5	16,8	35,9	25,7	5,7	1,81	0,37	2,25	0,27	0,05	21	
PAS	Prepirineo	Praderas, heno	R	4	t	1982	46	8465	85,4	11,2	16,5	11,9		23,9	44,4	32,6	6,2						4	
PAS	Zaragoza	Praderas, heno	R	6	1a4	1984	4	9342	86,7	12,9	15,6	11,2	3,5	26,3	58,8	32,3	4,0	1,46	0,31	2,34	0,27	0,45	6	
PAS	Zaragoza	Praderas	R	6	5a6	1984	2	1238	25,6	12,5	18,2	14,3	5,5	19,3	49,7	24,6	2,6	1,44	0,31	2,30	0,20	0,23	6	
PAS	Zaragoza	Praderas, heno	R	6	1a5	1985	5	12307	85,7	13,8	13,8	9,2	4,0	27,3	61,2	32,1	3,9	1,43	0,36	2,63	0,28	0,41	6	
PAS	Zaragoza	Praderas	R	6	6	1985	1	956	27,9	12,1	16,2	11,1	6,1	31,8	50,3	30,4	5,5	1,74	0,29	1,82	0,24	0,55	6	
PAS	Zaragoza	Praderas	R	5	1a4	1986	4	9702	77,1	12,2	12,4	8,6	4,5	28,9	58,8	32,4	4,4	1,25	0,29	2,19	0,23	0,40	6	
PAS	Zaragoza	Praderas	R	5	5	1986	1	539	21,1	11,5	21,7	17,1	3,9	21,0	46,7	24,4	4,3	1,53	0,25	1,42	0,22	0,33	6	
PAS	Zaragoza	Praderas	R	9	t	1985	9	8369	19,9	12,4	18,8	14,3	6,0	24,8	51,2	29,2	3,3	1,35	0,33	2,16	0,26	0,39	6	
PAS	Zaragoza	Praderas	R	9	t	1986	9	5549	21,0	12,2	19,0	15,2	5,9	23,5	52,2	25,8	2,4	1,26	0,39	2,80	0,23	0,26	6	
CFM	Zaragoza	Alfalfa, siega	R	6	t	1970	12	20600	22,1	10,9	19,8	3,3	26,2					1,86	0,27				2-3	
CFM	Zaragoza	Alfalfa, siega	R	6	t	1970	29	20773	22,9	10,1	21,0	3,3	25,7	40,8	30,7	6,5	1,98	0,24					2-10	
CFM	Zaragoza	Alfalfa, siega	R	6	t	1970	39	14267	22,1	10,8	20,8	3,2	25,0					2,11	0,27				2-3	
CFM	Zaragoza	Alfalfa, siega	R	3	t	1970	14	5520	23,1	10,6	19,5	3,2	26,3					2,09	0,24				2-3	
CFM	Zaragoza	Alfalfa, deshidratada	R			1970	122		91,9	11,0	21,0	3,3	24,6	41,0	29,8	6,1	2,05	0,26					3-10	
CFM	Prepirineo	Alfalfa, siega	R	3	t	1982	9	6499	25,3	10,2	17,1	13,9	4,2	22,0	40,9	30,1	6,1	1,90	0,25	2,02	0,19	0,04	5	
CFM	Prepirineo	Alfalfa, siega	R	5	t	1982	15	12396	23,4	10,8	20,8	16,9	4,5	22,3	36,2	30,7	6,8	2,14	0,27	1,98	0,20	0,07	5	

Tabla 1.- Resultados analíticos y de producción de recursos pascícolas en Aragón (continuación).

Grupo	Zona	Identificación	Secano/Regadio	Nº aprov. Anuales	Nº del aprov.	Fecha	n	Producción (stega) kg MS/ha	Oferta (pastoreo) kg MS/ha	Materia seca %	Cenizas %	Proteína bruta %	Prot. digestible %	Extracto etereo %	Fibra bruta %	NDF %	ADF %	ADL %	Calcio %	Fósforo %	Potasio %	Magnesio %	Sodio %	Ref. bibliográfica
CFM	Zaragoza	Veza forrajera	R	1	1	01/06	42	7239		10,1	12,9													9-17
CFM	Zaragoza	Lolium rigidum	R	5	t	1977	20	6900		1,9	20,3					42,1	21,8							8-11
CFM	Zaragoza	Lolium multiflorum	R	5	t	1977	20	12725		12,8	21,4					40,6	22,1							8-11
CFM	Zuera (Z)	Avena forrajera	S	1	1	06/07	20		3644	5,7	4,1													15
CFM	Zuera (Z)	Cebada forrajera	S	1	1	07/07	20		7516	4,6	7,1													15
CFM	Zuera (Z)	Centeno forrajero	S	1	1	08/07	20		4796	4,4	4,9													15
CFM	Zuera (Z)	Triticale forrajero	S	1	1	09/07	20		6865	4,1	6,2													15
RAS	Prepirineo	Alfalfa	R	1	t	1982	12		1241	24,4	12,1	23,1	16,9	4,2	15,6	27,0	22,7	5,9	2,55	0,33	1,85	0,24	0,07	5
RAS	Prepirineo	Alfalfa	S	1	t	1982	15		1528	27,0	12,3	24,0	19,9	4,7	17,2	28,9	24,5	4,9	2,46	0,26	1,89	0,26	0,07	5
RAS	Monegros	Trigo	S	1	1	1970	3		1060	90,7	6,2	9,6		2,2	22,1				0,84	0,14				26
RAS	Monegros	Cebada	S	1	1	1970	1		1300	90,7	6,0	10,2		2,4	14,6				0,67	0,16				26
RAS	Monegros	Cebada	R	1	1	1970	1		2080	89,5	9,8	10,4		2,8	17,9				0,86	0,27				26
RAS	Zaragoza	Girasol	R	1	1	1988	2			85,0	11,5	7,6	5,3	3,4	31,0	70,5	42,9	9,8	1,65	0,13	3,30	0,45	0,04	23
RAS	Zaragoza	Maíz	R	1	1	1988	6			89,0	6,5	5,0	3,1	1,6	32,2	64,3	44,1	6,7	0,59	0,09	1,23	0,20	0,04	23
RAM	Zaragoza	<i>Atriplex halimus</i>	S			1995	6			29,5	20,6	19,2				43,9	25,1	10,7	1,90		2,80		4,40	16
RAM	Zaragoza	<i>Atriplex nummularia</i>	S			1995	6			25,1	19,5	19,9				36,7	20,1	9,2	1,70		3,00		3,90	16
RAM	Monegros	Enebro	S			1970	2			90,6	4,2	7,1		5,8	27,4				1,18	0,09				26
RAM	Monegros	Encina	S			1970	2			91,3	3,8	12,9		1,9	25,6				0,45	1,28				26
RAM	Zaragoza	Olivo	S			1989	5			86,0	10,5	4,5	2,6	4,6	28,1	50,7	40,9	17,0	2,92	0,07	0,51	0,19	0,02	23
RAM	Huesca	Aliaga, primavera	S			1995	4			51,6	4,5	15,4				48,0		10,7						27
RAM	Huesca	Aliaga, otoño	S			1995	4			67,5	2,2	9,8				68,0		17,3						27
RAM	Huesca	Endrino, primavera	S			1995	4			43,1	15,3	11,6				26,4		11,0						27
RAM	Huesca	Endrino, otoño	S			1995	4			56,8	13,0	5,3				40,1		14,2						27
RAM	Huesca	Tomillo	S			1995	4			56,5	5,8	5,8				61,7		23,0						27
RAM	Huesca	Rosal silvestre	S			1995	4			45,1	6,7	8,3				36,4		11,4						27
RAM	Huesca	Enebro	S			1995	4			55,6	6,4	5,6				51,9		14,4						27
RAM	Huesca	Agracejo	S			1995	4			48,1	7,2	11,9				48,2		15,3						27

Abreviaturas: PTO-pastos de puerto; PAZ-pastizales; POS-prados; CFM-cultivos forrajeros monofitos; RAS-rastrajos; RAM-ramones; n-número de muestras; MS-materia seca; NDF-fibra neutro detergente; ADF-fibra ácido detergente; ADL-lignina ácido detergente.

EXPORTACIÓN DE N, P₂O₅ y K₂O Y RESTITUCIÓN CON PURÍN DE VACUNO EN PRADOS Y PRADERAS

C. FERRER¹, M. MAESTRO² Y A. BROCA¹

¹ Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177. E-50013 Zaragoza (España). ²Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Avenida de Montañana 1005. Apartado 202. E-50080 Zaragoza (España).

RESUMEN

Se presenta un análisis de la exportación de N, P₂O₅ y K₂O en prados y praderas del Norte de España en función de la producción anual de hierba, concluyendo que la relación entre ambas variables no es lineal sino de segundo grado. Las producciones elevadas van asociadas a un mayor número de aprovechamientos anuales de hierba poco madura y a suelos fértiles y abonados que facilitan el consumo de lujo de K y N. La relación N:P₂O₅:K₂O oscila entre 2,6:1:2,6 para una producción anual de hierba de 4000 kg MS/ha y 3,3:1:4,6 para una de 16 000 kg MS/ha.

Se propone calcular el abonado con purín en función de las deyecciones anuales de las vacas (88 kg N, 38 kg P₂O₅ y 106 kg K₂O) y el número de horas anuales de estabulación, con el fin de soslayar el efecto de la dilución en agua del purín. Se sugiere dividir la superficie de las explotaciones en dos modelos de gestión: "purín-siega" en las parcelas cercanas al establo-fosa y "pastoreo-abonado químico" en las más alejadas.

Palabras clave: relación N:P₂O₅:K₂O, relación producción-exportación, valor fertilizante del purín, modelos de gestión.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se realiza, en primer lugar, un estudio sobre las exportaciones de N:P₂O₅:K₂O en prados y praderas del Norte de España, con el fin de establecer si la relación entre este parámetro y la producción responden a una relación lineal o no. En segundo lugar se analizan las posibilidades del purín de vaca, tipo de ganado muy vinculado a estos pastos, para la restitución de estas exportaciones. Según Castro *et al.* (1998), la relación de los nutrientes N:P₂O₅:K₂O en el purín puede considerarse muy apropiada para el abonado de las praderas. El propio Castro (1999) comenta que "gran parte o incluso todas las necesidades de abonado de P y K pudieran ser obtenidas en la propia explotación reciclando correctamente los nutrientes, tanto en el establo (purines) o en el pastoreo".

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo, los autores se han valido fundamentalmente de datos publicados por la SEEP, en el periodo 1990-2001. En muchos casos ha sido preciso realizar diversos cálculos, en función de la información de partida: sumar las exportaciones de todos los aprovechamientos anuales; hacer promedios de varios años; obtener datos de producción en una publicación y de las exportaciones en otra; transformar valores de proteína, P y K en N, P₂O₅ y K₂O respectivamente; etc.

Se ha verificado una correlación entre los valores de exportación anual de hierba en N, P₂O₅ y K₂O y la producción anual de la misma, ajustando dicha correlación a la curva que presenta mejor coeficiente de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se reflejan datos de producción de hierba total anual y de exportaciones anuales de N, P₂O₅ y K₂O en prados y praderas del Norte de España, extraídos de la bibliografía citada en la propia Tabla. En la Figura 1 se ha realizado un ajuste de dichos datos a las curvas que, pasando por el origen (que es lo biológicamente correcto), presentan mejor coeficiente de correlación. Como puede verse, se trata de curvas de segundo grado en el caso de los tres nutrientes, lo que contradice la relación lineal entre producción y exportación de nutrientes tan habitual en la bibliografía: por ejemplo, Danés y Boixadera (2001) utilizan los valores de 25 kg N, 7,5 kg P₂O₅ y 30 kg K₂O por cada 1000 kg MS de hierba, en prados; estas magnitudes sólo se corresponden, en las curvas de la Figura 1, con algunos valores de producción y, además, no coincidentes para los tres nutrientes. Para explicar la forma de las curvas de la Figura 1, los autores proponen inicialmente dos hipótesis:

- Conforme aumentan los valores anuales de producción se incrementa también el número de aprovechamientos (siega o pastoreo) anuales, dándose éstos, además, en momentos fisiológicos de poca madurez y, por tanto, con mayor concentración relativa de nutrientes.
- Las producciones altas van asociadas a suelos fértiles y a abonados, a veces intensos. Ello facilita el consumo de lujo, que es muy patente en el caso del K, por ejemplo en pastos abonados con purín (con K muy disponible), y a veces con el abonado con N.

El modelo de exportación de nutrientes encontrado implica que la relación N:P₂O₅:K₂O no es constante y varía en función de la producción anual (Tabla 2); desde 2,6:1:2,6 para 4000 kg MS/ha hasta 3,3:1:4,6 para 16 000 kg MS/ha. Se observa que el mayor incremento relativo se da en el K, cuyo consumo de lujo es un hecho ampliamente conocido (Besga *et al.*, 1998).

Con respecto al purín hemos encontrado diferencias en cuanto a composición, que se deben a factores de manejo (Castro *et al.*, 2001) y, entre ellos, el principal es la dilución en agua. Según Amella y Ferrer (1990) las deyecciones totales de vacuno tienen un 14% de MS. Si se considera una dilución en agua 1:1 se obtiene un valor medio del purín de 7% de MS, valor muy cercano al considerado por Castro *et al.* (1998, 2001). La Tabla 3 refleja la composición en N, P₂O₅ y K₂O de purines, habiendo llevado la información de partida a 7% de MS. Se observa que, en el purín, la relación promedio N:P₂O₅:K₂O es de 2,3:1:2,7.

La Tabla 4 refleja los datos de producción de purín y de nutrientes (N, P₂O₅ y K₂O) por vaca y año. Los resultados promedios son de 88 kg N, 38 kg P₂O₅ y 106 kg K₂O y la relación N:P₂O₅:K₂O es 2,3:1:2,8, prácticamente igual a la anterior.

Las Tablas 3 y 4 reflejan notables concordancias entre los diferentes autores. La mayor diferencia se observa en el contenido de P₂O₅ del purín, que Amella y Ferrer (1990) lo tasan notablemente más bajo que los otros autores. Quizás convendría revisar este dato pues unos valores inferiores de P₂O₅ acercarían más la relación N:P₂O₅:K₂O del purín de vacuno a la relación en las exportaciones por la hierba.

Si bien, como se ha dicho en la Introducción, la relación N:P₂O₅:K₂O en el purín puede considerarse muy apropiada para el abonado de las praderas, los valores relativos de N y K₂O se van haciendo progresivamente mayores, con respecto al P₂O₅, conforme va aumentando la producción. No obstante, si aceptamos en N y K el consumo de lujo ya comentado, esta circunstancia debería tenerse en cuenta en el abonado a la hora de cumplir con la "ley de la restitución"; las dosis de abonado N y K₂O deberían ser menores a las exportaciones, para producciones altas.

Tabla 1. Producción y exportación de nutrientes (kg/ha y año) en prados y praderas del Norte de España

Tipo de pasto	Ubicación geográfica	nº Aprov. /año	MS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Autores
Pradera (secano)	Prepirineo	3	8633	170	46	192	Maestro <i>et al.</i> (2000)
Pradera (secano)	Prepirineo	4	8774	218	61	207	"
Pradera (regadío)	Prepirineo	3	10574	282	79	300	Ferrer <i>et al.</i> (2000)
Pradera (regadío)	Prepirineo	4	13129	370	103	379	"
Pradera (regadío)	Prepirineo	5	14372	385	121	437	"
Pradera (secano)	Pirineo Axial	3	6758	142	34	174	Amella <i>et al.</i> (1990)
Pradera (regadío)	Pirineo Axial	4	11440	284	69	301	"
Prado (secano)	Pirineo Axial	2	5297	99	28	122	Maestro <i>et al.</i> (1990)
Prado (regadío)	Pirineo Axial	3	7671	142	45	178	Ferrer <i>et al.</i> (1990)
Prado (ab. con purín)	País Vasco	5	10656	288	106	396	Amella y Ferrer (1990)
Prado (ab. con purín)	País Vasco	5	10430	275	88	370	"
Prado (sin purín)	País Vasco	2	6556	157	47	173	"
Prado (sin purín)	País Vasco	4	9049	202	69	223	"
Pradera (ab. NPK)	País Vasco	—	13900	417	128	479	Oyanarte <i>et al.</i> (1996) y
Pradera (ab. NPK)	País Vasco	—	9600	171	62	188	Besga <i>et al.</i> (1998)
Pradera (ab. NPK)	País Vasco	—	11400	265	87	261	"
Pradera (ab. NPK)	País Vasco	—	9800	282	101	273	"
Pradera (ab. N)	País Vasco	—	13200	416	126	486	"
Pradera (ab. N)	País Vasco	—	9400	177	60	188	"
Pradera (ab. N)	País Vasco	—	11100	252	87	272	"
Pradera (ab. N)	País Vasco	—	8300	268	85	243	"
Pradera (ab. P)	País Vasco	—	5400	91	14	142	"
Pradera (ab. P)	País Vasco	—	6300	70	14	93	"
Pradera (ab. P)	País Vasco	—	9800	178	34	228	"
Pradera (ab. P)	País Vasco	—	9100	251	73	307	"
Pradera (ab. K)	País Vasco	—	11800	318	105	280	"
Pradera (ab. K)	País Vasco	—	7200	85	37	80	"
Pradera (ab. K)	País Vasco	—	10000	189	80	139	"
Pradera (ab. K)	País Vasco	—	9900	253	99	254	"
Pradera (sin abonar)	País Vasco	—	2300	13	2	21	"
Pradera (sin abonar)	País Vasco	—	3700	47	9	31	"
Pradera (sin abonar)	País Vasco	—	3300	62	16	59	"
Pradera (sin abonar)	País Vasco	—	7200	216	55	181	"
Pradera (corte tempr.)	Galicia	—	12569	376	81	442	Alvira y Sainz (2000)
Pradera (corte interm.)	Galicia	—	13913	390	86	516	"
Pradera (corte tardío)	Galicia	—	15516	405	87	575	"
Prado	Galicia	—	9700	—	82	270	Castro (1999)

Tabla 2. Relación N:P₂O₅:K₂O en función de la producción anual de hierba.

Producción kg MS/ha	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000
Relación N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	2,6:1:2,6	2,8:1:3,0	2,9:1:3,4	3,0:1:3,7	3,1:1:4,0	3,2:1:4,3	3,3:1:4,6

Figura 1.- Relación entre la producción anual de hierba (kg MS/ha) y la extracción de nutrientes principales expresados en N, P₂O₅ y K₂O (kg/ha).

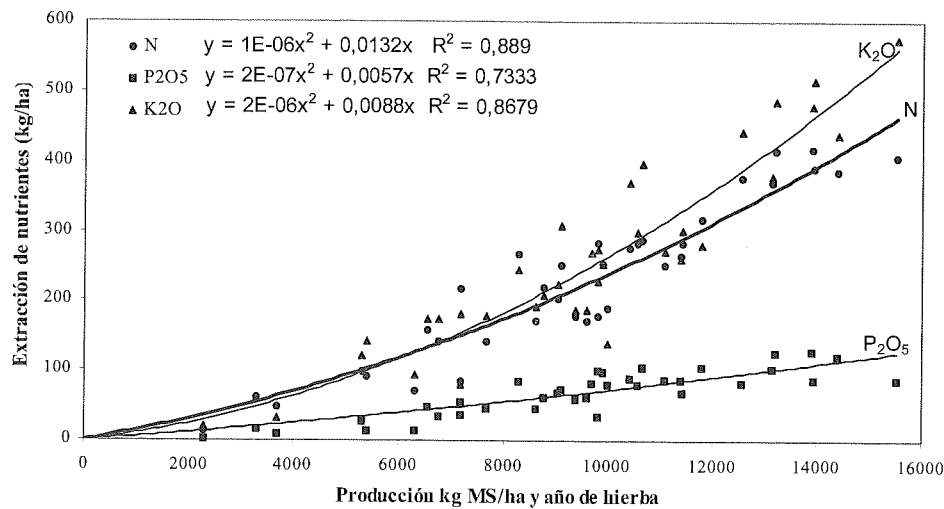


Tabla 3. Composición porcentual sobre materia fresca de las deyecciones totales de vacuno, suponiendo una dilución en agua de 1:1 (7% MS).

% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	Relación N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	Autores
0,25	0,09	0,31	2,8:1:3,4	Amella y Ferrer (1990)
0,35	0,14	0,35	2,5:1:2,5	Lampkin (1998)
0,28	0,12	0,36	2,3:1:3,0	Castro <i>et al.</i> (1998)
0,30	0,16	0,34	1,9:1:2,5	Castro <i>et al.</i> (2001)
0,32	0,13	0,39	2,5:1:3,0	Pinto <i>et al.</i> (2001)
0,30	0,13	0,35	2,3:1:2,7	Media

Tabla 4. Producción de deyecciones totales y de nutrientes por vaca y año

Producción	kg N	kg P ₂ O ₅	kg K ₂ O	Autores
16 t (14 % MS)	80	28	98	Amella y Ferrer (1990)
30 m ³ (6,9 % MS)	93	39	114	Castro <i>et al.</i> (1998)
—	89	—	—	Castro (1998)
36 m ³ (6,5 % MS)	91	46	105	Castro <i>et al.</i> (2001)
	88	38	106	Media
	2,3	1	2,8	Relación N:P ₂ O ₅ :K ₂ O

No es objeto de esta comunicación hacer cálculos y estimaciones sobre ajustes del abonado de pastos con purín de vacuno, pero sí deseamos apuntar alguna sugerencia. Conocida la producción de nutrientes por vaca y año (Tabla 4), los cálculos de abonado con purín deberían hacerse utilizando el concepto de “unidad vaca-año”, con lo que se obviaría el efecto de la dilución en agua. Denominamos “unidad vaca-año” a los nutrientes aportados en un año por sus deyecciones totales: 88 kg N, 38 kg P₂O₅ y 106 kg K₂O. Este dato es independiente de la posterior dilución por agua en el caso del purín. Para calcular las “unidades vaca-año” de purín en una explotación, la operación es sencilla: (nº de vacas * horas anuales de estabulación) / 8760 horas, siendo éstas las horas totales de un año.

Ejemplo: supongamos una explotación de 60 vacas que pasan en el establo 4500 horas al año (el resto del tiempo están en pastoreo). Se desea abonar con purín una superficie de pastos que sólo se siegan (para heno o silo) con una dosis de 2,5 "unidades vaca-año", es decir con 246 kg N (2,5 * 88), 95 kg P₂O₅ (2,5 * 38) y 265 kg K₂O (2,5 * 106). Estas cifras son independientes de la dilución. Las "unidades vaca-año" de purín en la explotación son (60 * 4500)/ 8760 = 31. Es decir que podríamos abonar con purín $31/2,5 = 12,4$ ha.

Dado que las características organolépticas del purín lo hacen poco compatible con el pastoreo (en el caso del ejemplo, el purín de 2,5 vacas con una dilución del 7% implicaría una dosis de unos 75 000 m³/año y ha, en 2 ó 3 aplicaciones), parece razonable reservar el purín para fertilizar parcelas de siega para la obtención de heno o silo. Por otro lado, el transporte del purín encarece su manejo. Por ello deberían reservarse para la práctica "purín-siega" las parcelas más cercanas a las instalaciones (establo-fosa de purín). El resto de la superficie podría pastarse y complementarse la fertilización de las deyecciones con abono químico, de más fácil manejo y transporte. Si se continúa con el ejemplo anterior y suponiendo que se trata de una explotación de 30 ha (carga ganadera de 2 vacas/ha), 12,4 ha se dedicarían al manejo "purín-siega", como se ha dicho, y el resto, 17,6 ha, al manejo "pastoreo-abonado químico".

CONCLUSIONES

La relación entre producción anual de hierba y nutrientes exportados (N, P₂O₅ y K₂O) no responde a una relación lineal sino a curvas de segundo grado. Las producciones elevadas suelen ir asociadas a: 1) mayor número de aprovechamientos anuales y en momentos fisiológicos de poca madurez con mayor concentración relativa de nutrientes; 2) suelos fértiles y bien abonados, lo que facilita el consumo de lujo, especialmente de K y, en menor grado de N. La relación N:P₂O₅:K₂O en la exportación de nutrientes por la hierba no es constante y varía con la producción anual, correspondiendo el mayor incremento relativo al K.

Se define el concepto de "unidad vaca-año" en la utilización del purín como fertilizante, equivalente a 88 kg N, 38 kg P₂O₅ y 106 kg K₂O, valores que son independientes de la dilución. Se proponen dos modelos de gestión: la práctica del "purín-siega" en las parcelas más cercanas al establo-fosa y el manejo "pastoreo-abonado químico" en las más alejadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIRA, J.; SAINZ, M. J., 2000. Extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio en praderas mixtas sometidas a distintos regímenes de aprovechamiento durante tres años. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, Bragança, A Coruña, Lugo, 222-227.
- AMELLA, A.; FERRER, C., 1990. *Explotación de pastos en caserios guipuzcoanos*. Ed. Amalca, 292 pp. Zaragoza (España).
- AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas artificiales de los fondos de valle del Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. *XXX Reunión Científica de la SEEP*, San Sebastián, 160-167.
- BESGA, G.; OYANARTE, M.; ARTETXE, A.; RODRÍGUEZ, M., 1998. Extracciones de nutrientes en ensayos sustractivos de fertilización en praderas del País Vasco. *XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, Soria, 157-160.
- CASTRO, J., 1998. Estimación del nitrógeno aportado por la ganadería de Galicia, referido a la superficie agraria útil. Comparación con otras Comunidades Autónomas y países europeos. *XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, Soria, 197-200.
- CASTRO, J.; MATEO, E.; BLÁZQUEZ, 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 SEEP*, Soria, 315-319.

- CASTRO, J., 1999. Nitrógeno procedente de los purines de vacuno y porcino en Galicia. *XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, Almería, 367-371.
- CASTRO, J.; NOVOA, R.; BLÁZQUEZ, R., 2001. Producción anual de purín en explotaciones de vacuno de leche y utilización eficiente de los nutrientes disponibles para abonado. *XLI Reunión Científica de la SEEP*, Alicante, 391-397.
- DANÉS, R.; BOIXADERA, J., 2001. Aspectos generales a considerar en la planificación y gestión de la aplicación de recursos orgánicos al suelo. En: *Aplicación agrícola de residuos orgánicos*, 79-104. Eds. J. BOIXADERA, M. R. TEIRA. Edicions de la Universitat de Lleida. Lleida (España).
- FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de regadío de los fondos de valle del Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. *XXX Reunión Científica de la SEEP*, San Sebastián, 168-175.
- FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 2000. Explotación de praderas de regadío en la Depresión Prepirenaica. Producción y calidad. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, Bragança, A Coruña, Lugo, 593-599.
- LAMPKIN, N., 1998. *Agricultura ecológica*. Ediciones Mundi-Prensa, 725 pp. Zaragoza (España).
- MAESTRO, M.; FERRER, C.; AMELLA, A.; BROCA, A.; ASCASO, J., 1990. Praderas naturales de secano de los fondos de valle del Pirineo Central (Huesca): Suelo, manejo, flora, producción y calidad. *XXX Reunión Científica de la SEEP*, San Sebastián, 176-183.
- MAESTRO, M.; FERRER, C.; BROCA, A., 2000. Explotación de praderas de secano en la Depresión Prepirenaica. Producción y calidad. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, Bragança, A Coruña, Lugo, 585-591.
- OYANARTE, M.; ARTETXE, A.; BESGA, G.; RODRÍGUEZ, M., 1996. Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en ensayos sustractivos de fertilización en praderas del País Vasco. *XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, La Rioja, 221-225.
- PINTO, M.; DEL PRADO, A.; CASTELLÓN, A.; MERINO, P., 2001. Dinámica del nitrógeno en el suelo en relación con los residuos orgánicos y el cálculo de la dosis a aplicar. En: *Aplicación agrícola de residuos orgánicos*, 105-122. Eds. J. BOIXADERA, M. R. TEIRA. Edicions de la Universitat de Lleida. Lleida (España).

N, P₂O₅ AND K₂O EXTRACTION AND DAIRY SLURRY RESTITUTION IN NATURAL AND SOWN MEADOWS

SUMMARY

The relationship between N, P₂O₅ and K₂O exportation and annual grass yield is analysed in natural and sown meadows in the North of Spain and we concluded that the ratio between those two variables is not linear. High productions are associated to a higher number of annual utilizations of slightly mature grass and to fertile and fertilized soils that facilitate the luxury consumption of K and N. The ratio N:P₂O₅:K₂O fluctuates between 2,6:1:2,6 in an annual grass yield of 4000 kg/ DM/ha and 3,3:1:4,6 in one of 16.000 kg/DM/ha.

It is proposed to calculate the fertilizer value of dairy slurry according to the annual dairy excrement amount (88 kg N, 38 kg P₂O₅ and 106 kg K₂O) and the yearly stabling hours in order to diminish the effect of the dilution in water of the slurry. It is suggested to divide the total surface of in two different management models: "slurry-harvest" and "grazing-chemical fertilizer"

Key words: N:P₂O₅:K₂O ratio, yield-export ratio, fertilizer value of dairy slurry, management models.

SEGUIMIENTO DEL ABONADO Y DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN LA GRANJA ARQUEIXAL DURANTE EL PROCESO DE CONVERSIÓN EN ECOLÓGICA

J. CASTRO¹, R. NOVOA¹, R. BLAZQUEZ², F. BARBEYTO³, N. DÍAZ¹ Y J. PIÑEIRO^{1,4}

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña. ² Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia. Mabegondo 15318 A Coruña. ³ Instituto Lácteo e Gandeiro de Galicia (ILGGA).

⁴ Departamento de producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. 27002 Lugo

RESUMEN

Durante le período de reconversión a la agricultura ecológica la aplicación de fertilizantes sintéticos fue sustituida progresivamente por un mejor reciclaje de nutrientes en el sistema suelo-planta-animal y por fertilizantes minerales autorizados.

A partir del año 1999 se acometió el proceso de extensificación con una reducción de carga en 0,75 UGM ha⁻¹ y una disminución en el consumo de pienso de 336 kg vaca⁻¹ año⁻¹, lo que provocó una reducción de la cantidad de nutrientes reciclados por ha y año de 53 kg de N, 49 kg de P₂O₅, 116 kg de K₂O, 166 kg de CaO y de 1213 kg de materia orgánica aportados por el purín y el estiércol de la explotación.

En el año 2001 el purín, el estiércol, el reciclaje directo de deyecciones por el ganado en pastoreo, y el nitrógeno fijado simbióticamente por el trébol, aportaron la totalidad del nitrógeno y el potasio. Los fertilizantes minerales autorizados aportaron el 30 % del total fósforo aplicado en el abonado (sin contar el reciclaje directo de deyecciones por el ganado en pastoreo).

Los análisis de suelo en el período 1998 -2000 evidencian un mantenimiento del fósforo: 83 - 80 ppm y de la relación C/N 13,3 - 13; un aumento del potasio: 252 - 336 ppm del pH: 5,8 - 6,3 y del porcentaje de materia orgánica: 7,8% - 9,2 %; y una disminución de del porcentaje de saturación de aluminio: 10,5% -1%.

Palabras clave: abonado ecológico, purines, reciclaje de nutrientes.

INTRODUCCIÓN

Desde el año 1995, la explotación ARQUEIXAL de Luis Carrera Valín, viene colaborando con el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) en proyectos relacionados con el estudio de los ciclos de nutrientes y, desde el año 1998, con el proyecto FAIR5PL-3819 de la Unión Europea "European Farms for Effective Clover Technology" (EFFECT).

Desde 1995, se ha ido estrechando la colaboración entre la explotación, el CIAM y el Laboratorio Agrario y Fitopatológico con el objetivo de obtener información sobre el manejo de la fertilidad de los suelos y el reciclaje de nutrientes para racionalizar las prácticas de abonado de acuerdo con los principios de la agricultura ecológica. En este trabajo se estudia la evolución de la fertilidad del suelo de la granja en relación con la evolución del abonado durante le proceso de conversión a la agricultura ecológica.

MATERIAL Y MÉTODOS

La explotación está localizada en la parroquia de Albá, en Palas de Rei (Lugo). Los suelos se desarrollan sobre granitos, siendo la textura franco-arenosa, con un contenido medio del 68 % de arena, 20 % de limo y 12 % de arcilla.

En el año 1998 se empezaron a analizar 29 parcelas (16,05 ha) que en ese momento representaban la totalidad de la superficie forrajera de la explotación calculándose la media de cada una de las determinaciones analíticas ponderada por la superficie de cada parcela según la fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{29} an_i * s_i}{\sum_{i=1}^{29} s_i}$$

donde \bar{x} es la media ponderada para la explotación; an_i la determinación analítica (pH, fósforo, etc.) de la parcela i y s_i es la superficie de la parcela i .

Tabla 1. Características técnicas de la explotación

	1995	1997	1998	1999	2000	2001
vacas leche	21	25,3	29,7	33	29,3	30,5
Litros de leche por vaca	5903	5949	5641	5626	5937	5587
SAU (ha)	14.5	20	20	20	22,6	22,6
UGM SAU ⁻¹	2	1,7	2,03	2,39	1,67	1,64
Concentrados por vaca (kg año ⁻¹)	2300	2389	1883	2014	1837	1670

En la Tabla 1 se puede ver la evolución de las características técnicas de la explotación en el período 1995-2001. Las recomendaciones de abonado fosfórico y potásico mineral de cada parcela se establecieron los dos primeros años conforme al modelo del ciclo de nutrientes para las parcelas (Sinclair *et al.*, 1991). El abono orgánico se aplicó con el criterio de repartir el nitrógeno a la salida del invierno y después de los cortes o aprovechamientos en pastoreo. El estiércol se repartió cada año en las parcelas de maíz.

La explotación cuenta con dos fosas de purín, una de 150 m³ y otra de 250 m³. Se realizaron dos análisis del purín al año, de cada fosa, con muestreos a finales de invierno y a principios de otoño, justo antes de aplicarlo. La existencia de dos fosas con purines de distinta composición obliga a duplicar la toma de muestras y a diferenciar la procedencia del purín para calcular los nutrientes aplicados. En el año 2000 se analizó también, una partida de purín de conejo, que se aplicó en algunas parcelas.

El ganadero ha llevado un registro mensual del número de cisternas de purín aplicadas en cada parcela, distinguiendo la fosa de procedencia; también registró el estiércol y los fertilizantes minerales aplicados y anotó las horas que el ganado estuvo en pastoreo o en la parcela de castigo.

Se muestrearon las parcelas a final de cada año, coincidiendo con la parada vegetativa y con la época de no aplicación de purines, excepto en el año 1998, cuando se empezó a trabajar en el proyecto EFFECT, que se muestreó en mayo.

Los análisis de suelos, purines y estiércol, fueron realizados en el Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se puede apreciar la evolución del consumo de fertilizantes minerales desde 1995, cuando la fertilización era similar a la de las explotaciones intensivas convencionales, destacándose la reducción o, incluso, la supresión de fertilizantes minerales comprados. Esta reducción en la compra de fertilizantes minerales supuso un ahorro anual cercano a los 2400 € (400 000 pts) respecto a lo gastado en 1995. En 1999, cuando ya había comenzado el proyecto EFFECT, se intensificó el encalado, mientras que en 2000 y 2001 disminuyó el calcio aportado de forma convencional y empezó a aportarse indirectamente como carbonato cálcico molido en la cama de los cubículos del ganado, ya que es un buen desinfectante autorizado en agricultura ecológica.

Tabla 2: Evolución del consumo de fertilizantes minerales (kg ha⁻¹ año⁻¹)

	1995	1997	1998	1999	2000	2001
N	120	77	56	21	0	0
P ₂ O ₅	145	110	83	23	11 ¹	18 ¹
K ₂ O	23	23	10	7,5	0	0
CaO ² (encalado)	350	350	350	523	146	136

(1) En forma de roca fosfórica molida. (2) En forma de caliza molida

En las Tablas 3a y 3b se puede apreciar como en el período 1999-2001 disminuyó el aporte de nutrientes orgánicos reciclados con el purín y el estiércol de la propia explotación en 53, 49, 116, 166 y 1213 kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MO, respectivamente. Esto se puede explicar de forma coherente mediante el ciclo de nutrientes y con el proceso de extensificación, ya que al disminuir el número de vacas y los consumos de concentrado por vaca y al aumentar la superficie forrajera (Tabla 1) (Barbeyto *et. Al.*, 2002), disminuye la cantidad de nutrientes reciclados por unidad de superficie.

Tabla 3^a. Evolución del abonado orgánico y mineral en 1998-2001: Aporte de N, P₂O₅ y K₂O (kg ha⁻¹)

Fuente	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
	1999	2000	2001	Variación 1999-2001	1999	2000	2001	Variación 1999-2001	1999	2000	2001	Variación 1999-2001
purín vacuno	162	154	114	-48	103	90	57	-46	247	200	138	-109
estiércol vac	12	13	7	-5	7	7	4	-3	11	12	4	-7
purín conejo	0	20	0	0	0	21	0	0	0	15	0	0
Mineral	21	0	0	-21	23	15	26	+3	8	0	0	-8
Total	195	187	121	-74	133	134	87	-46	265	228	141	-124

Tabla 3^b. Evolución del abonado orgánico y mineral en 1999-2001: Aporte de CaO y MO (kg ha⁻¹)

fuente	CaO				MO			
	1999	2000	2001	Variación 1999-2001	1999	2000	2001	Variación 1999-2001
purín vacuno	335	433	174	-161	2886	2593	1852	-1034
estiércol vac	12	13	7	-5	448	478	269	-179
purín conejo	0	27	0	0	0	470	0	0
mineral	523	234	17	-506	0	0	0	0
total	870	707	198	-149	3334	3541	2121	-1213

En la Tabla 4 se puede observar como se va reduciendo el tiempo de permanencia del ganado en la parcela de castigo, consiguiéndose una mejora de un 10 % en el reciclado de nutrientes por el ganado fuera del establo.

Tabla 4. Distribución del tiempo que el ganado no está estabulado (media anual).

	1998	1999	2000	2001
Tiempo de pastoreo (%)	14	20	20	24
Tiempo en parcela de castigo ¹ (%)	10	5	4	0

1) También llamada de ejercicio, es una parcela cercana al establo a la que sale el ganado para hacer ejercicio sin que haya pastoreo acumulándose las deyecciones del ganado.

Esta mejora en el reciclaje de nutrientes ayuda a contrarrestar el menor aporte de los mismos con el estiércol y el purín, pero no es suficiente, por lo que cabría esperar una menor producción forrajera, con una menor extracción de nutrientes por los cultivos, que a su vez implicaría una menor cantidad de nutrientes reciclados¹ en el purín y estiércol y así sucesivamente durante varios años hasta que se alcanzara un nuevo equilibrio en el sistema suelo-planta-animal después de transcurridos algunos años de manejo ecológico.

Como medio fundamental en la agricultura ecológica para incorporar nutrientes en el sistema suelo-planta-animal, se empezó a hacer un manejo favorable a la fijación simbiótica del nitrógeno por el trébol blanco en las praderas de la explotación desde el inicio del proyecto EFFECT (Piñeiro *et al.*, 2002).

Tabla 5. Evolución en el período 1998-2000 de las medias ponderadas y desviación estándar de análisis de suelos realizados en 29 parcelas de la explotación.

	Año 1998		Año 1999		Año 2000		Variación de la media 1998-2000
	Media	ds	Media	ds	Media	ds	
pH (agua)	5,9	0,3	6,2	0,3	6,3	0,2	0,4
% saturación por acidez	10,5	10,2	2,5	7,3	1,0	1,9	-9,5
MO (%)	7,8	3,2	8,7	4,2	9,2	4,0	1,4
C/N	13,3	0,9	12,7	1,2	13,0	1,0	-0,3
P ppm (Olsen)	83	40	69	29	80	34	-3,2
K ppm (Ac NH ₄)	252	84	357	121	336	102	84,2
NO ₃ (CaCl ₂)	-	-	36,1	9,5	15,4	6,7	-
NH ₄ (CaCl ₂)	-	-	13,0	8,4	12,3	14,3	-

En la Tabla 5 se muestra la evolución de la fertilidad del suelo en las 29 parcelas iniciales en el período 1998-2000.

Evolución del fósforo en el suelo:

Se partía de un nivel medio de fertilidad muy alto, debido a la acumulación del abono aplicado en exceso. Para 1997 este exceso fue estimado en 112 kg ha⁻¹ de P₂O₅ como diferencia entre lo aportado como fertilizante mineral y las necesidades de abonado calculadas mediante el ciclo de nutrientes de la explotación (Castro *et al.*, 2000).

A pesar de que la dosis de abonado mineral se redujo en 65 kg de P₂O₅ desde 1998, el nivel de fertilidad se mantuvo, lo que mostró que existía un exceso de abonado que conducía al incremento de las reservas en el suelo.

Evolución del pH y saturación de aluminio en el suelo:

El pH ha aumentado de 5,9 a 6,3 y la saturación de aluminio (saturación por acidez) se ha reducido desde el 10,5 al 1% por dos motivos: por el incremento de carbonato cálcico aplicado en el encalado y por la utilización, a partir de 1999, de carbonato cálcico como cama en los cubículos, a razón de 500 kg año⁻¹. Esto último supuso una mejora sustancial del contenido en calcio del purín tal como se aprecia en la Tabla 6. En el período 1999-2000 el CaO aportado con el purín fue de 768 kg,

¹ La menor producción forrajera no se podrá compensar con más pienso ecológico debido a su alto precio.

ligeramente superior que el aportado con el encalado (757 kg) (Tabla 3b), por lo que una parte importante del aumento del pH y de la eliminación de la saturación por acidez en este período debería atribuirse al aporte de calcio con el purín.

En el año 2000, cuando se alcanzó el máximo de riqueza en calcio en el purín, se calcula que la dosis por hectárea de CaO aportado con el purín fue de 433 kg (773 kg de CO₃Ca Tabla 3b). Esta cantidad podría ser superior a las pérdidas anuales por lixiviación que dependen del tipo de suelo, de la lluvia caída, de la cantidad de calcio inicial del suelo del tipo de cultivo y de su manejo, estas pérdidas fueron medidas por Bolton *et al.* (1970) en 270 y 90 kg de CaO para maíz y praderas respectivamente.

La menor riqueza cálcica del purín encontrada el último año podría deberse a un aumento, respecto al año anterior, del tamaño del grano de la caliza molida empleada en las camas del ganado, lo que provocaría una menor disolución en el purín, acumulándose los gránulos en el fondo de la fosa.

Tabla 6. Evolución de la riqueza en calcio del purín en el período 1996-2001 (valor medio de las muestras)

año	1996	1997	1999	2000	2001
Ca % s.MS	1,8	1,9	6,0	7,4	5,0

Evolución del potasio en el suelo.

El potasio en el suelo aumentó en 84 ppm, manteniéndose en general, en un nivel muy alto a pesar de la reducción en 114 kg ha⁻¹ del potasio aplicado. Este aumento podría explicarse por el mejor reciclaje de nutrientes al eliminar la parcela de castigo (Tabla 4), por las menores extracciones del cultivo (al disminuir la producción forrajera) y por un posible aporte de K por el suelo (Sinclair *et al.*, 1991). La variación del contenido de K puede deberse la época de muestreo (mayo en 1998, noviembre en 1999 y diciembre en 2000), debido al efecto de los cortes sobre el nivel del potasio en el suelo (Younie, 2000), a las aplicaciones de purín, rico en potasio y a la lixiviación. En todo caso, en esta etapa inicial, no parece que pueda haber deficiencias en el suelo que dificulten el desarrollo de las leguminosas.

Evolución de la MO y la relación C/N en el suelo:

El porcentaje de materia orgánica ha aumentado de 7,8 a 9,2 (un 18%). La elaboración de estiércol, el mejor reciclaje de nutrientes en el período 1998-2000 y la acumulación de MO que se produce en las praderas (Whitehead, 1995), podría explicar este hecho.

La relación C/N se mantuvo en torno al 13 % lo que favorece la mineralización del nitrógeno contenido en la materia orgánica.

CONCLUSIONES

La conversión de la granja a ecológica ha supuesto una reducción importante del fósforo y potasio reciclados en forma de purín y estiércol, como consecuencia del descenso de la carga ganadera y del consumo de concentrados.

La utilización de carbonato cálcico molido en las camas del ganado hizo que el purín sea más rico en calcio y, como consecuencia, tenga un efecto encalante.

La fuerte reducción de la aplicación del fósforo como fertilizante junto con la reducción del fósforo reciclado en forma de purines y estiércoles, no se ha traducido, por el momento, en una reducción del nivel de fósforo asimilable del suelo.

El cese de la fertilización mineral potásica no se ha traducido en un descenso del contenido de potasio asimilable del suelo, a pesar de la reducción del potasio reciclado en forma de purines y estiércoles.

La eliminación de la parcela de castigo supuso un mayor tiempo del ganado en pastoreo lo que contribuyó a mejorar el reciclaje y compensar parte de la reducción de los nutrientes reciclados en forma de purines y estiércoles.

Habrà que esperar unos años para que se alcance un nuevo equilibrio en el sistema suelo-planta-animal, por lo que será interesante continuar el seguimiento de la explotación mediante la evolución de los ciclos de nutrientes y de la fertilidad del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 ecológica. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*. Lleida (España).
- BOLTON, E., AYLESWORTH, J., Y HORE, F., 1970. Nutrient losses through tile drains under three cropping systems and two fertility levels on a Brookston clay soil. *Can. J. Soil Science*, **50**, 275-279.
- CASTRO, J; MATEO, E.; BLÁZQUEZ, R.; R NOVOA, R., 2000. Evolución del ciclo del fósforo y el potasio en una explotación lechera que produce queso tipo Arzúa-Ulloa en proceso de adaptación hacia la agricultura ecológica. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. 235-242
- PIÑEIRO, J.; CASTRO, J.; DIAZ, N.; BARBEYTO, F., 2002. Efecto de la siembra en superficie y del manejo en la presencia del trébol blanco en praderas. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*. Lleida (España).
- SINCLAIR, A.G.; RODRIGUEZ, M.; OYANARTE, M., 1991. *Fertilización de mantenimiento en base al ciclo de nutrientes para las praderas permanentes*. Informe Técnico N° 41. *Publicaciones del Departamento de Agricultura. Gobierno Vasco*.
- WHITEHEAD, D.C., 1995. Amounts, sources and fractionation of organic nitrogen in soils, 82-107. En: *Grassland Nitrogen*. 182-107. CABI. Oxon (Reino Unido).
- YOUNIE, D., 2000. The role and management of grassland in organic farming. 365-393. En *Grass its production and utilization*. Ed. ALAN HOPKINS. Devon (Reino Unido)

SOIL FERTILITY EVOLUTION IN A DAIRY FARM CHANGING TO ORGANIC FARM

SUMMARY

Soil fertility evolution is studied in a dairy farm in the process to be converted to organic farming and for this had to change the fertilization management. The application of synthetic fertilizers was changed for a better nutrient recycling in the soil-plant-animal system and for mineral licensed fertilizers. The slurry and the manure contributed the year 2001 the total nitrogen and potassium, and the mineral licensed fertilizers contributed the 30% of the total phosphorus. In 1999 begins the extensification process with a stocking rate reduction of 0,75 LU ha⁻¹ and a decrease in the concentrates consumption of 344 kg cow⁻¹ that supposed a reduction of the nutrients recycled of 53 kg of N, 49 kg of P₂O₅, 116 kg of K₂O, 166 kg of CaO and of 1213 kg of organic matter contributed by slurry and manure of the farm for ha and year. Soil analysis in the period 1998- 2000 evidences a maintenance of the phosphorus status: 83- 80 ppm and of the C/N relationship 13,3- 13; an increase of the potassium: 252- 336 ppm and of the pH: 5,8- 6,3 and of the percentage of organic matter: 7,8%- 9,2%; and a decrease of of the percentage of acidity saturation : 10,5%- 1%.

Key words: organic fertilizer, slurry, nutrient recycling.

ESTABLECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LÍNEAS AUTÓCTONAS DE TRÉBOL SUBTERRÁNEO EN LA DEHESA SALMANTINA

R. MORALES CORTS ¹, R. PÉREZ SÁNCHEZ ¹ Y M.C. CRESPO MARTÍNEZ.²

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca. Filiberto Villalobos 119. 37007. Salamanca. ²S.I.T.A. Junta de Castilla León. Cordel de Merinas s/n. 37008. Salamanca.

RESUMEN

En el presente trabajo se presentan los resultados del primer año de ensayos que valoran la capacidad de establecimiento y producción de tréboles subterráneos autóctonos en tres zonas de diferente topografía y calidad de suelos de la dehesa salmantina. La siembra se realizó en algunas parcelas acompañando la semilla con fertilizante fosfatado y en otros casos incluyendo además el centeno como cultivo protector. Se muestran los valores de número de plantas establecidas, que alcanzan una media para el primer año de 119 plantas/m², de producción de pasto y de semilla y porcentaje de dureza seminal. Se comprueba la importancia de la fertilización fosfatada en la producción de semilla y de pasto (incremento medio de 333 kg/ha.año de materia seca en las parcelas fertilizadas frente a las que no lo fueron) y la mejora que incluso el primer año puede suponer la introducción de esta semilla autóctona.

Palabras clave: *Trifolium subterraneum*, dureza seminal, producción de pasto, persistencia.

INTRODUCCIÓN

La mejora del pasto en los sistemas de producción extensiva mediante la introducción de especies de interés por su producción y la fertilización fosfórica puede permitir un aumento de carga ganadera, debido a la mayor oferta de pasto, y una mejora de la productividad animal al aumentar el contenido proteico del alimento y la ingestión voluntaria (Olea *et al.*, 1988 y 1991). Según Crespo (1997) un pasto de larga duración sembrado y fertilizado es más interesante desde el punto de vista económico que un pasto natural fertilizado si se asegura la persistencia de los cultivares sembrados frente a condiciones climáticas y biológicas variables y desfavorables.

Una de las especies que presenta alto interés en la mejora de los pastos en suelos ácidos es el trébol subterráneo cuyo papel será el de establecerse como componente principal entre todas las especies que componen el pasto y ser capaz de mantener esta preeminencia durante años (González, 1994). La introducción de especies pascícolas en la zona oeste de Castilla y León ha sido abordada con anterioridad por Cordero y Crespo (1996) que comprobaron que las variedades de trébol subterráneo con ciclos medios o cortos seleccionadas en Australia y adecuadas para Extremadura y Andalucía, ofrecen un potencial productivo muy bajo para los pastos de la dehesa fría del oeste de Castilla y León. En el S.I.A. de Salamanca se realizó una recolección, selección y multiplicación de muestras de tréboles subterráneos espontáneos que se compararon con las variedades comerciales australianas y extremeñas más importantes analizando sus características morfológicas, fisiológicas y productivas, determinando que los tréboles autóctonos presentan ciclos vegetativos largos, buena resistencia al frío, producción de semillas reducida con altos porcentajes de semillas duras y que algunas líneas poseen altos potenciales productivos (Crespo y Cordero, 1998).

La baja producción de los pastos de la dehesa salmantina, que oscila entre 100 y 2000 kg/ha.año de materia seca (Gómez Gutiérrez, 1992) junto con el problema de la alta incidencia de la heladas primaverales en la floración para las variedades comerciales de trébol subterráneo con las que contamos hoy día, hace interesante el ensayo de líneas autóctonas en la mejora de los pastos de estas zonas. El objetivo de este trabajo será por tanto valorar la capacidad de establecimiento de algunas líneas autóctonas, su producción potencial de pasto, producción de semilla y análisis de la dureza seminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal: se ha utilizado una mezcla de semillas procedentes de cinco líneas de trébol subterráneo obtenidas en la selección realizada sobre tréboles salmantinos por el S.I.A. de Salamanca. Cuatro de ellas corresponden a la subespecie *subterraneum* (líneas denominadas 122, 306, 266 y 336) y una de ellas a la subespecie *brachycalycinum* (línea 271).

Diseño del ensayo: se establecieron tres ensayos iguales localizados en diferentes lugares de la dehesa Boyal de Espeja (Salamanca) situada en la "Depresión de Ciudad Rodrigo". Esta dehesa está considerada como buena productora de bellota y de muy deficiente producción de pasto. La temperatura media de la zona es de 13° C y la precipitación de 547 mm, mientras que el periodo medio de heladas se extiende desde el 3 de noviembre al 8 de abril y el periodo extremo desde el 15 de septiembre al 17 de mayo. Los suelos están clasificados como Regosoles Dúricos con textura arenosa y muy baja capacidad de retención de agua, ácidos, con niveles deficientes en fósforo y de baja capacidad natural para la producción de pastos. Los ensayos se llevaron a cabo en tres zonas:

Zona de ladera a 800 m de altitud, con una pendiente acusada y un pH de 4.6.

Zona llana, a una altitud de 735 m y con un pH de 6.1.

Zona de vaguada, junto a un arroyo, con pendiente acusada, altitud de 710 m y pH de 6.1.

En cada uno de ellas se realizaron 3 tratamientos diferentes para el establecimiento del trébol subterráneo:

Trébol subterráneo con una dosis de semilla de 15 kg/ha.

Trébol subterráneo con una dosis de semilla de 15 kg/ha + 200 kg/ha de superfosfato (18%).

Trébol subterráneo con una dosis de semilla de 15 kg/ha + 200 kg/ha de superfosfato (18%) + 30 kg/ha centeno.

La dimensión de las parcelas es de 81 m² y se realizaron tres repeticiones de cada tratamiento. El terreno se preparó con un pase de gradas cruzado y posterior rastrillado. La siembra se realizó el 9-XI-2000 y se volvió a rastrillar el terreno para enterrar las semillas.

Parámetros estimados:

Capacidad de establecimiento: se valoró mediante conteos de plantas a finales de dos otoños sucesivos. Un primer conteo de plantas se realizó el 9-XII-2000 y el segundo el 27-X-2001. Ambos se llevaron a cabo dentro de marcos de 50 x 50 cm tomando dos repeticiones por parcela elemental.

Valoración de la nodulación: se realizó el 1-IV-2001 recogiendo tres plantas por parcela elemental y contando en ellas el número de nódulos que presentaban color rosado.

Estimación de la producción: en el año 2000 se realizaron dos cortes mediante siega, el primero en mayo y el segundo en julio cuantificando el peso de materia seca por hectárea.

Producción de semillas: se estimó a mitad de julio de 2000, tomando dos muestras por parcela elemental con un extractor de 177 cm². Se obtuvieron los glomérulos que se trillaron manualmente contabilizando el número de semillas y su peso.

Dureza seminal: con las muestras obtenidas para la evaluación de la producción de semilla se realizó un test de germinación colocando las semillas en placas petri con papeles de filtro húmedo a temperatura de 20°C durante 14 días. Tras este periodo se contabilizó el porcentaje de semillas duras.

En otoño se realizó una nueva recogida de muestras de semilla y ensayo de germinación para valorar el porcentaje de semillas que permanecían duras tras la estación del verano.

Para analizar diferencias en los parámetros cuantitativos se han realizado análisis de varianza mediante el programa Statgraphic-plus.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capacidad de establecimiento: Los datos medios de número de plantas establecidas tras un mes de realización de la siembra se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Densidad de plantas (plantas/m²). Primer conteo.

Tratamientos en siembra	Zona llana	Zona ladera alta	Media	Nivel de significación
Trébol+centeno+superfosfato	104,7	124,7	114,7	NS
Trébol+superfosfato	117,3	152,6	134,9	
Trébol sin fertilizar	119,3	95,3	107,3	
Media	113,7	124,2	119	
Nivel de significación		NS		

NS: no significativo

Hemos de indicar que debido a la entrada de ganado porcino en los ensayos de vaguada se produjo una alteración importante de los resultados en esta zona, por lo que estos valores no se muestran en las tablas de resultados. Aún así, señalamos que los datos que obtuvimos siguen la misma tendencia que los que se recogen para las otras dos zonas de ensayo. Los valores obtenidos han sido bastante altos (media de 119 pl/m²), con lo que se puede decir que el establecimiento inicial de las líneas autóctonas de trébol subterráneo ha sido, en general, bastante positivo. Estas cifras son bastante más elevadas que las que recogen Crespo y Cordero (1998) para el primer año de un ensayo realizado en 1993 (media de 25,2 plantas/m²). El análisis de varianza no ha detectado diferencias significativas entre el número de plantas establecidas en las distintas zonas y tampoco entre los diferentes tratamientos realizados en la siembra, pero se observa que en la zona alta en la que los suelos son muy ácidos y muy deficientes en fósforo el número de plantas ha sido mayor en las parcelas fertilizadas. Debido a que las temperaturas fueron mucho más altas que lo habitual para los meses de noviembre (Tm:7,6 °C) y diciembre (Tm:7,2 °C) no aparece influencia del centeno como protector.

Los resultados del número de plantas que encontramos en el otoño siguiente se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Densidad de plantas (plantas/m²). Segundo conteo.

Tratamientos en siembra	Zona llana	Zona ladera alta	Media	Nivel de significación
Trébol+centeno+superfosfato	156,6	137,3	146,9	NS
Trébol+superfosfato	124	219,3	171,5	
Trébol sin fertilizar	98	68,6	83,3	
Media	126,2	141,7	134	
Nivel de significación		NS		

NS: no significativo

Las cifras obtenidas son, excepto para las parcelas que no fueron fertilizadas, superiores a las del primer año. Aunque a través del análisis de varianza no se han obtenido diferencias significativas entre el número de plantas establecidas en las distintas zonas y tampoco entre los diferentes tratamientos realizados en la siembra, se observa, en general, un mayor número de plantas en las parcelas fertilizadas frente a las que no recibieron fertilizante.

Valoración de la nodulación: todas las plantas extraídas presentaron numerosos nódulos activos oscilando la cifra entre 7, para las plantas menos desarrolladas, y 35 para las que presentaban mayor crecimiento. No se han detectado diferencias significativas entre zonas ni entre tratamientos en siembra. Este ensayo ha permitido comprobar que *Rhizobium trifolii* se encuentra de forma natural en nuestra dehesa desarrollándose en ambientes de pH variable incluyendo los muy ácidos de la zona alta y produciendo una nodulación rápida y efectiva sobre las líneas autóctonas.

Estimación de la producción: los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Producción de materia seca (kg/ha)

Tratamientos en siembra	Zona llana	Zona ladera alta	Media	Nivel de significación
Trébol+centeno+superfosfato	1581	1089	1335a	
Trébol+superfosfato	1450	534	992b	*
Trébol sin fertilizar	928,9	390	659,4c	
Media	1320a	671b	996	
Nivel de significación		**		

** diferencias significativas para $p < 0,01$

* diferencias significativas para $p < 0,05$

A pesar del buen establecimiento inicial del trébol los valores obtenidos en producción son, en general, algo más bajos que los reflejados por Crespo y Cordero (1998) para la producción en materia seca de tréboles subterráneos. Olea *et al.*, (1988) también obtuvieron valores más altos de producción para pastos mejorados con variedades extremeñas de trébol subterráneo. A pesar de estas cifras, según un estudio realizado sobre la producción pascícola natural de esta dehesa (Serrano, 2001) en la zona alta las producciones medias fueron de 329 kg/ha y en la zona llana de 500 kg/ha. Pensamos que el bajo potencial de estos suelos, las condiciones climáticas de escasez pluviométrica (6mm como suma de las precipitaciones de abril y mayo) y las altas e inusuales temperaturas registradas durante los meses primaverales (se registraron 12 días consecutivos con temperaturas superiores a 33°C) han determinado los bajos rendimientos del ensayo. Como cabía esperar por la diferencia notable en los suelos, se detectan diferencias significativas entre las producciones de las dos zonas, siendo superiores en la zona llana. También aparecen diferencias significativas entre tratamientos observándose producciones más elevadas para las parcelas fertilizadas y con mezcla centeno. En conjunto, la fertilización con fósforo ha incrementado los rendimientos en 333 kg/ha y el centeno provocó un incremento de sólo 343 kg/ha de materia seca con respecto al trébol fertilizado. Hay que indicar este cultivo sufrió un importante ataque de roya (*Puccinia graminis*) que claramente pudo determinar su bajo crecimiento.

Producción de semilla y Dureza seminal: los resultados medios de producción de semilla se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Producción de semilla (mg/muestra)

Tratamientos en siembra	Zona llana	Zona ladera alta	Media	Nivel de significación
Trébol+centeno+superfosfato	456,8	205,6	331,2a	
Trébol+superfosfato	620,5	457	538,8a	**
Trébol sin fertilizar	172,5	53,4	112,9b	
Media	416,6	238,6	377,6	
Nivel de significación		NS		

** diferencias significativas para $p < 0,01$

NS: no significativo

La producción media de semilla fue de 377,6 mg en un superficie de 177 cm² que extrapolando a valores por hectárea nos llevaría a cifras del orden de 736 kg/ha. Se han encontrado importantes aumentos en las parcelas fertilizadas con fósforo frente a las que no recibieron este aporte y que podrían llevar a producciones de semilla en la zona llana de 1394 kg/ha. El peso medio de las semillas ha sido de 4.08 mg, valor bastante inferior al de las variedades de trébol subterráneo comerciales y también menor al de los valores obtenidos por Cordero y Crespo (1996). El porcentaje de semillas duras contabilizado en el verano y el porcentaje que permanecía en estas condiciones en el otoño se presenta en la tabla 5.

Tabla 5: Porcentaje de semillas duras al inicio del verano y al inicio del otoño

<u>Época</u>	<u>Zona llana</u>	<u>Zona ladera alta</u>	<u>Media</u>
Julio	47	52.7	49,9
Otoño	43,5	35.2	39,4

El nivel de dureza seminal encontrado alcanza valores medios del 49,9% presentando una reducción del 10% al inicio del otoño. Las semillas duras son muy importantes para la reserva de trébol subterráneo asegurando la regeneración del pasto después del periodo seco y de altas temperaturas (González, 1994).

CONCLUSIONES

Los resultados iniciales del ensayo parecen mostrar un buen establecimiento de la mezcla de cinco líneas autóctonas de trébol subterráneo con efecto claramente positivo de la fertilización fosfatada. Los valores de producción de pasto en el primer año y de producción de semilla han sido algo bajos, por lo que consideramos necesario seguir el estudio durante varios años para poder determinar la viabilidad económica de las prácticas. El alto porcentaje de dureza seminal puede hacer posible la regeneración adecuada de las plantas a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRESPO, D., 1997. Pastagens extensivas do sudoeste da Península Ibérica. Produzir mais conservando melhor. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP*, 163-182.
- CORDERO, S.A., CRESPO, M.C., 1996. Comparación de ecotipos autóctonos de trébol subterráneo procedentes de la zona oeste de Castilla y León con variedades comerciales. *Pastos*, **26 (2)**, 203-228.
- CRESPO, M.C., CORDERO, S.A., 1998. Productividad y persistencia de ecotipos autóctonos de trébol subterráneo de la dehesa salmantina en condiciones de pastoreo. *Pastos*, **28 (1)**, 89-95.
- GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.M., 1992. El libro de las dehesas salmantinas. Ed. Junta de Castilla y León.
- GONZÁLEZ, F., 1994. *Variedades españolas de trébol subterráneo. Origen, identificación y recomendaciones para su uso*. Colección de Monografías de la Junta de Extremadura. 31 pp. Ed. Junta de Extremadura.
- OLEA, L., PAREDES, J., VERDASCO, P., 1988. *Mejora de pastos de la dehesa del S.O. de la península Ibérica*. Hojas Divulgadoras del. M.A.P.A nº 17. Ed. M.A.P.A
- OLEA, L., PAREDES, J., VERDASCO, P., 1990-1991. Características y producción de los pastos del S.O. de la Península Ibérica. *Pastos*, **20-21 (1-2)**, 131-156.
- SERRANO, A., 2001. *Estudio de la producción pascícola natural de la dehesa Boyal de Espeja (Salamanca)*. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Salamanca.

**ESTABLISHMENT CAPACITY AND PRODUCTIVITY FOR NATIVE ECOTYPES OF
SUBTERRANEAN CLOVER IN SALAMANCA PASTURELANDS.**

SUMMARY

This study presents the first year results of establishment capacity and productivity for native ecotypes of *Trifolium subterraneum* from Salamanca origin. The study was carried out in three different locations from dehesa. Clover was sown with different treatments including the addition of phosphate fertilization and rye as cover crop. We show values of number of plants, dry matter production, seed production and percentage of hardseededness. The importance of phosphate fertilization and native ecotypes for pasture improvements are proved.

Key words: *Trifolium subterraneum*, hardseededness, pasture productivity, persistence.

EFECTO DE LA SIEMBRA EN SUPERFICIE Y DEL MANEJO EN LA PRESENCIA DEL TRÉBOL BLANCO EN PRADERAS

J. PIÑEIRO^{1,2}, N. DÍAZ¹, D. DÍAZ¹, J. CASTRO² Y F. BARBEYTO³

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apartado 10, 15080 A Coruña (España).

² Departamento de Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. 27002 Lugo (España). ³ Instituto Lácteo e Gandeiro de Galicia (ILGGA). Edificio Administrativo, Planta 4ª. Barrio Monelos. 15009 A Coruña (España).

RESUMEN

Se estudió la evolución del trébol blanco en praderas establecidas pero con bajo contenido en trébol, en las que se implantó un programa para recuperarlo por siembra en superficie y por modificación del manejo. La superficie inicialmente cubierta por trébol era de un 10 % como máximo y pasó a cifras superiores al 30% en la mayoría de los casos en que hubo un manejo favorable al trébol. Se concluye que el manejo es más importante que la siembra en superficie, al menos en aquellas praderas que tienen algo de trébol y reserva de semillas en el suelo.

Palabras clave: no laboreo, *Trifolium repens*.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas eran una componente esencial de las praderas hasta la década de los años cincuenta. Todavía en 1960, W. Davies afirmaba que el trébol blanco es el fundamento de todas las praderas utilizadas en pastoreo en el Reino Unido, en la 2ª edición revisada de su libro "The grass crop, its development, use and maintenance" (Davies, 1960). El descubrimiento de que el nitrógeno es el nutriente más importante para la producción de gramíneas pratenses condujo a la aplicación de dosis crecientes de N a partir de los años cincuenta, alcanzándose en algunos casos los 450 kg/ha, con la correspondiente intensificación de la producción (Frame *et al.*, 1995) y la casi desaparición del trébol.

A finales de los años setenta se empezó a revisar la conveniencia de la intensificación a base de N, a la luz del incremento de su coste y, sobre todo, de la sensibilización social sobre el uso de energía fósil en su fabricación y de las consecuencias medioambientales de su aplicación en altas dosis (Frame *et al.*, 1995). En este nuevo marco, los Centros de Investigación Europeos volvieron a incluir el trébol como objeto de estudio en sus Programas de Investigación. A mediados de los años ochenta, la *British Grassland Society* organizó un simposio sobre leguminosas en el que se presentaron resultados de las investigaciones realizadas en el Reino Unido, entre las que hay una revisión sobre el valor nutritivo del trébol blanco (Thomson, 1984) en la que se "confirma, subraya y amplía la superioridad del valor nutritivo del trébol blanco con respecto al raigrás inglés, para la producción de rumiantes". Por su parte, la *Association Française pour la Production Fourragère* realizó unas jornadas sobre el interés del trébol blanco (Béranger, 1983) en la misma época, en las que se vierten los resultados de las investigaciones francesas, con conclusiones similares sobre el valor nutritivo del trébol blanco (Laissus, 1983). En ambos seminarios se recomiendan algunas líneas de investigación (Laissus, 1983; Wilkinson, 1984).

Como consecuencia de las investigaciones realizadas a lo largo de los últimos 40 años, hay un mayor conocimiento sobre los distintos aspectos relacionados con la producción y utilización de

praderas que contengan trébol blanco, pero su transferencia a las explotaciones ganaderas está siendo más lento de lo deseable. Por esta razón se redactó el Proyecto FAIR5 CT97-3819 "European Farms For Effective Clover Technology (EFFECT)", con el objetivo transferir a las granjas los conocimientos adquiridos para mejorar la contribución de trébol blanco a la producción de las praderas, por aplicación de técnicas de manejo favorables al trébol y de siembra en superficie para incorporación de semilla de trébol.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 24 granjas en seis países de la UE (Alemania, España, Francia, Holanda, Irlanda e Reino Unido), de las cuales cuatro están situadas en Galicia. Las españolas son: *SAT "A Rella"*, de 20 ha de vacuno de carne, en Ribadeo (Lugo); *SAT "Casamado"*, también de vacuno de carne, con 25 ha, en Vilalba (Lugo), *Finca de ovino del Marco da Curra del CIAM*, con 22 ha, en Monfero (A Coruña) y *Granja "Arqueixal"*, de 22,6 ha, dedicada a la producción de leche de vacuno para fabricación propia de quesos.

En las cuatro fincas se han elegido algunas parcelas en las que se estableció un programa de manejo y siembras de trébol blanco en superficie, con seguimiento de la composición botánica y del nivel de fertilidad del suelo, que se complementó con un programa de divulgación (reuniones, visitas, artículos de divulgación, etc.), con el fin de conseguir la mejora de la composición en trébol de las praderas y la transferencia de los conocimientos al sector. En esta comunicación se presentan algunos de los resultados conseguidos en la Finca del Marco da Curra y en la Granja "Arqueixal". Como complemento, en esta misma Reunión Científica se presentan el seguimiento del nivel de fertilidad y el análisis económico de "Arqueixal" (Castro *et al.*, 2002; Barbeyto *et al.*, 2002).

Finca Marco da Curra

Los trabajos del proyecto EFFECT en la Finca de Marco da Curra (Finca nº 23 del proyecto EFFECT) se circunscriben a la superficie de pastoreo del ganado ovino, de 18 hectáreas, que se asienta sobre zonas transformadas de matorral en pastos en 1978, por técnicas de mínimo laboreo y de no laboreo. Son suelos derivados de pizarras, arcillo limosos, con profundidad variable y pendiente predominante del 15-20 %. El manejo del pastoreo en los últimos años implicaba una cierta infrautilización del pasto en la primavera, que luego se iba aprovechando en verano y otoño. Este manejo, que más adelante denominaremos *manejo anterior*, llevó a una situación de escasa presencia del trébol blanco en los pastos, que pretende recuperarse con la aplicación de las técnicas de manejo y siembra sugeridas en el proyecto EFFECT, y que pueden sintetizarse en las cuatro siguientes: 1) Preacondicionamiento de los pastos para crear un ambiente favorable al trébol, 2) Corrección de los problemas asociados a la fertilidad química del suelo, 3) Introducción de trébol blanco por siembra en superficie, 4) Puesta en marcha de un manejo favorable al trébol. La lluvia media anual es de 1510 mm y las temperaturas medias (°C) de 5,6 y 17,8 en los meses más frío y cálido, respectivamente.

Secuencia de operaciones

Se dividió la superficie de pastoreo en 14 parcelas, siete de las cuales (Parcelas 1.1 a 1.7) se siguieron manejando como era habitual en los últimos años (*manejo anterior*). En ninguna de estas parcelas se sembró trébol por estimar que no prosperaría si no había un cambio de manejo. En las otras siete (parcelas 2.1 a 2.7) se implantó un manejo favorable a la producción y persistencia del trébol blanco (*manejo trébol*). En cinco de las parcelas con *manejo trébol* se sembró trébol blanco, en superficie y sin laboreo del suelo, para lo que se usó la sembradora 'Vertikator' (consiste en realidad en una grada de púas a la que el fabricante le adaptó un depósito para semilla con los correspondientes mecanismos de dosificación y distribución, para convertirla en sembradora). Se utilizó trébol inoculado con *Rhizobium* y peletizado, que se mezcló con un poco de semilla de raigrás inglés para que los mecanismos de distribución funcionasen con las dosis tan bajas que se indicarán más adelante. En las parcelas sembradas se dejaron ciertas áreas sin sembrar para que sirvieran de comparación. En una de las parcelas sembradas se aplicó herbicida a base de paraquat y diquat antes de la siembra para

ver su efecto sobre el establecimiento del trébol. La superficie y tratamientos dados a cada parcela figuran en la Tabla 1. Se realizaron las siguientes operaciones: 1) *Desbroce general del pasto anterior*: En Julio, Agosto, Septiembre y Octubre de 1998 se pasó una desbrozadora de cadenas a casi todas las parcelas, para rebajar la masa de hierba vieja acumulada con el paso de los años y facilitar con ello la reimplantación del trébol. Se excluyeron del desbroce las parcelas 1.5, 2.5 y 2.6, y algún pequeño enclave de otras parcelas, por ser excesivamente pendientes y/o inaccesibles para la maquinaria movida por tractor de ruedas, por razones de pedregosidad, encharcamiento o irregularidad de la superficie. 2) *Encalado general*: Antes de empezar el proyecto EFFECT el pH (en agua) oscilaba entre 4,9 y 5,6. Se aplicó caliza molida a todas las parcelas, excepto en la parcela 2.6, en otoño de 1998. Las dosis oscilaron entre 1,1 a 4,4 t/ha. 3) *Paso de Vertikator vacía o pastoreo intenso previos*: En las parcelas que se sembraron se pasó antes la Vertikator vacía, que actuó como grada de púas para abrir el césped y hacer un poco de suelo, excepto en la 2.3, que se había sembrado en Junio de 1999, y en la 2.5, que es excesivamente pendiente. La 2.3 y la 2.5 se pastaron intensamente antes de la siembra. 4) *Aplicación de gramoxone*: En la mitad de la parcela 2.7 se aplicaron 2 L/ha de gramoxone plus (paraquat+diquat), 9 días antes de la siembra para ver el efecto del herbicida sobre la vegetación previa y su repercusión en el establecimiento del trébol. 5) *Siembra de trébol con Vertikator y a mano*: En las fechas indicadas en la Tabla 1 se sembró una mezcla de 6 kg/ha de raigrás inglés cv. 'Brigantia', tres de trébol blanco de hoja intermedia cv. 'Abervantage' y tres de t. b. de hoja pequeña cv. 'Abercrest'. La parcela 2.5 se sembró a mano, por ser excesivamente pendiente. 6) *Implantación de un manejo favorable al trébol*: En las parcelas 2.1 a 2.7 se implantó un sistema de manejo que busca una buena utilización del pasto, procurando evitar la acumulación de pasto viejo. A su vez, se suprimió la aplicación de abonado nitrogenado en el año 2000 y siguientes. Las parcelas 1.1 a 1.7 se abonaron con 50 kg/ha de N en cada primavera y se les aplicó un sistema de pastoreo similar al que se venía haciendo en los últimos años, en el que se permitía acumulación de pasto viejo en la primavera, para ser utilizado en pastoreos posteriores. 7) *Abonado PK de acuerdo con análisis de suelo*: A partir del invierno 1999/2000, las dosis anuales (kg/ha) oscilaron entre 0 y 75 de P_2O_5 y entre 0 y 35 de K_2O , dependiendo de los análisis de suelo.

Finca Arqueixal

La granja Arqueixal (Finca 24 del proyecto EFFECT) se asienta sobre suelos areno limosos derivados de granitos. Se eligieron dos parcelas: Nabal de Sorribas (09-NS) y Castro Carpintero (22-CC). Antes de aplicar los tratamientos, en otoño de 1998 (Tabla 2), en NS había una pradera de larga duración en la que predominaba raigrás inglés, raigrás híbrido, holco, dactilo, agrostis y algo de trébol, mientras que en CC había una pradera de raigrás inglés, raigrás híbrido con un poco de trébol violeta y de trébol blanco, sembrada en 1997, tras cultivo de maíz. La pradera de CC era muy poco densa, situación casi ideal para la siembra en superficie, mientras que la de NS era algo más densa. El 9 de octubre de 1998 se sembraron las dos parcelas con una mezcla de raigrás inglés cv. 'Brigantia' (6 kg/ha), trébol blanco de hoja ancha cv. 'Aran' (3 kg/ha) y trébol blanco de hoja intermedia cv. 'Aberhearld' (3 kg/ha). Se utilizó la sembradora Vertikator, que hizo un buen trabajo porque la densidad de plantas de las praderas era baja. Antes de sembrar se pastoreó intensamente, para reducir la competencia inicial de la vegetación existente sobre las nuevas plántulas. La semilla de trébol estaba inoculada con *Rhizobium* y peletizado. El pH al comienzo era de 5,6 en NS y 6,1 en CC y la riqueza del suelo en fósforo y potasio muy alta. Desde el inicio de la demostración no se utilizaron fertilizantes minerales, solamente se aplicó 1 t/ha de calizas molidas en NS para corregir el pH y, anualmente, purín de la explotación en las dos parcelas. El aprovechamiento de la hierba se hizo mediante pastoreo con ganado vacuno de leche en CC y en pastoreo con un corte para ensilar en primavera en NS.

Toma de datos

En el Marco da Curra, por ser una finca experimental, se tomaron datos sobre la evolución del contenido en trébol, producción de hierba en toda la superficie de pastoreo de las ovejas y crecimiento de los animales. En la Granja Arqueixal, por el contrario, solamente se tomaron datos sobre la evolución del contenido en trébol de las dos parcelas seleccionadas para las demostraciones de trébol blanco. Por otro lado, tanto en el Marco da Curra como en Arqueixal se hizo un seguimiento anual de

nivel de fertilidad en el suelo y de las producciones y consumos de los animales. En ésta comunicación se abordan solamente los aspectos relativos a la evolución del trébol, lo que se completa con otras dos comunicaciones citadas más arriba. En las fechas indicadas en las Tabla 1 y 2 se hicieron estimaciones visuales del porcentaje de superficie cubierta por trébol blanco, para lo que se recorrieron las parcelas en líneas distantes unos 20 pasos, haciendo una lectura cada 20 pasos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Marco da Curra (Tabla 1) se observa una mejora del trébol incluso en las parcelas de *manejo anterior* (parcelas 1.), que se beneficiaron también del efecto favorable del desbroce y encalado. Se observan también diferencias importantes entre parcelas dentro de cada tipo de manejo, que son en parte reflejo del estado del trébol al comienzo de los ensayos. Aquellas parcelas que tenían más trébol al comienzo, como es el caso de las parcelas 1.3 y 2.7, siguieron siendo las de mayor contenido a lo largo del período experimental dentro de su correspondiente modo de manejo, si bien la 2.2 llegó a alcanzar la 2.7 a pesar de la diferencia inicial. Dentro de las parcelas de *manejo trébol* (parcelas 2.) hay que destacar el escaso progreso de la 2.6, que quedó sin encalar porque tiene una altísima pendiente.

En el conjunto destaca el gran efecto del manejo sobre la evolución del contenido en trébol, con diferencias significativas en todas las evaluaciones realizadas (Tabla 1: manejo anterior vs. manejo trébol). Por el contrario, no ha habido mejora como consecuencia de la siembra en superficie dentro de las parcelas de manejo trébol (Tabla 1: áreas no sembradas vs. áreas sembradas), salvo una pequeña mejora inicial que no llegó a ser significativa. Esta recuperación del trébol sin necesidad de siembra es consecuencia de la multiplicación vegetativa de las pequeñas plantas existentes en cuanto las condiciones de manejo se hacen favorables y del establecimiento de nuevas plantas procedentes del banco de semillas del suelo, que se activa cuando hay una labor superficial como ha sido la del paso de la Vertikator vacía, que actuó como grada de púas. Esto fue observado también por Muto y Martín (2000) cuando compararon diversos modos de implantación de trébol en praderas establecidas.

En Arqueixal, con un diseño más simple que no permite el análisis estadístico, se observa la misma tendencia (Tabla 2), si bien hay una diferencia a favor de la parte sembrada (parcela 22-CC) durante un período más prolongado, consecuencia probablemente de un menor banco de semillas en el suelo, por haber estado sembrado con cultivos forrajeros anuales antes de la siembra de la pradera. Con el tiempo, parte sembrada y no sembrada tendieron a igualarse. La parcela 9-NS mostró un mayor recubrimiento por el trébol en la última estimación a pesar de que siempre hubo un corte para ensilar en la primavera, lo que se atribuye a que está en un suelo con mejores condiciones de humedad durante el verano.

Tabla 1. Finca Marco da Curra: Superficie de las parcelas, fechas de siembra del trébol y de aplicación de herbicida, y evolución del porcentaje de superficie cubierta por trébol blanco.

Parcela	Siembra de trébol	Herbicida	Fecha siembra	Area (ha)	Contenido en trébol blanco (% de superficie cubierta)				
					9/98	9/00	4/01	6/01	10/01
Parcelas con "manejo anterior"(parcelas 1.)									
1.1	No sembrado	No	No	1,0	1	9	14	8	10
1.2	No sembrado	No	No	1,6	1	6	06	7	10
1.3	No sembrado	No	No	1,5	10	19	22	16	20
1.4	No sembrado	No	No	1,7	1	8	6	8	7
1.5	No sembrado	No	No	1,2	1	5	2	5	6
1.6	No sembrado	No	No	1,2	5	10	10	8	11
1.7	No sembrado	No	No	0,9	1	7	12	13	8
Parcelas con "manejo trébol"(parcelas 2.)									
2.1	No sembrado	No	No	1,8	5	18	16	22	24
2.2	Área no sembrada	No	No	0,1	1	20	26	32	41
2.2	Área sembrada	No	07.10.99	0,6	1	17	25	29	35
2.3	Área no sembrada	No	No	0,2	5	17	26	18	24
2.3	Área sembrada	No	14.06.99	1,0	5	23	27	23	26
2.4	Área no sembrada	No	No	0,3	1	18	29	32	25
2.4	Área sembrada	No	08.10.99	1,0	1	22	31	28	25
2.5	Área no sembrada	No	No	0,4	1	17	20	19	19
2.5	Área sembrada ¹	No	28.10.99	0,9	1	18	20	22	21
2.6	No sembrado	No	No	1,2	1		11	15	10
2.7	Área no sembrada	No	No	0,2	10	23	25	40	40
2.7	Área sembrada	No	08.10.99	0,6	10	30	31	42	45
2.7	Área no sembrada	Si ²		0,2	10	24	19		38
2.7	Área sembrada	Si ²	08.10	0,6	10	26	26		47
Medias y significación estadística									
Manejo trébol: Áreas no sembradas ³					3,6	19,0	25,2	28,2	29,8
Manejo trébol: Áreas sembradas ³					3,6	22,0	26,8	28,8	30,4
<i>Diferencia</i>					<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Manejo anterior ⁴					2,9	9,1	10,3	9,3	10,3
Manejo trébol ⁵					3,4	18,4	22,0	25,0	26,4
<i>Diferencia</i>					<i>ns</i>	***	**	***	***

1) Sembrado a mano porque es muy pendiente. Siembra muy tardía.

2) Se aplicaron 2 L/ha de gramoxone plus (paraquat+diquat) 9 días antes de la siembra

En todos los campos se dio un pase con la Vertikator vacía a principios de octubre de 1999, antes de la siembra para abrir el césped, en todos los campos, excepto en 2.5 y 2.6, que son muy pendientes.

3) Media de las parcelas 2.2,2.3,2.4,2.5 y 2.7 sin herbicida

4) Media de las parcelas 1.1,1.2,1.3,1.4,1.5,1.6,1.7

5) Media de de las medias de áreas sembradas y no sembradas de las parcelas 2.1,2.2,2.3,2.4,2.5,2.6 y 2.7 sin herbicida

ns = diferencias no significativas; ** = p < 0,01; *** = p < 0,001

Tabla 2. Granja Arqueixal: Superficie de las parcelas, fechas de siembra del trébol, y evolución del porcentaje de superficie cubierta por trébol blanco

Parcela	Siembra de trébol	Fecha Siembra	Area (ha)	Contenido en trébol blanco (% de superficie cubierta)				
				9/98	10/99	10/00	6/01	10/01
09-NS	Sembrado	9.10.98	1,02	4	23	27	25	40
22-CC	Área no sembrada	No	0,10	2	8	18	22	28
22-CC	Área sembrada	9.10.98	0,74	2	17	22	27	32

Parcelas: 09-CC = Nabal de Sorribas, 22-CC = Castro Carpintero,

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que el manejo es claramente más importante que la siembra en superficie para la recuperación del trébol blanco en praderas establecidas, sobre todo cuando hay algunas plantas de trébol en la pradera y semillas en el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBEYTO, F., 2000. A intensificación das explotacións leiteiras galegas: intensificación técnica vs intensificación económica. En: *Cuadernillo de Divulgación Técnica*, 2-9. Separable de *Cooperación Galega*, **50**, Revista da Asociación Galega de Cooperativas Agrarias.
- BARBEYTO, F.; CASTRO, J.; DÍAZ, N.; PIÑEIRO, J., 2000. Producción de leche de vacuno en la granja Arqueixal: Análisis económico del proceso de conversión a producción ecológica. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*. Lleida (España). (En prensa)
- BÉRANGER, C., 1983. Introduction aux journées A.F.P.F. sur l'interêt du trèfle blanc. *Fourrages*, **94**, 5-8.
- CASTRO, J.; NOVOA, R.; BLÁZQUEZ, R.; DÍAZ, N.; BARBEYTO, F.; PIÑEIRO, J., 2002. Seguimiento de la fertilidad del suelo en una granja de vacuno de leche en proceso de conversión a ecológica. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*. Lleida (España).
- DAVIES, W. Seeds mixtures. En: *The grass crop, its development, use and maintenance*, 218-243. Second edition, revised and enlarged. Spon Agricultural Books. Londres (UK).
- BÉRANGER, C., 1983. Introduction aux journées A.F.P.F. sur l'interêt du trèfle blanc. *Fourrages*, **94**, 5-8.
- FRAME, J.; BAKER, R.D.; HENDERSEON, A.R., 1995. Advances in grassland technology over the past fifty years. *Pastos*, **XXV**(2), 155-192.
- LAISSUS, R., 1983. Synthèse des exposés présentés sur le thème: Interêt du trèfle blanc. *Fourrages*, **95**, 221-227.
- MUTO, P.J.; MARTIN, R.C., 2000. Effects of pre-treatment, renovation procedure and cultivar on the growth of white clover sown into a permanent pasture under both grazing and mowing regimes. *Grass and Forage Science*, **55**, 59-68.
- TOMSON, D.J., 1984. The nutritive value of white clover. En: *Forage legumes*, 78-92. Ed. D.J. TOMSON. Occasional Symposium, **16**. British Grassland Society. Hurley (RU)
- WILKINSON, J.M., 1984. Forage legumes now and in the future. En: *Forage legumes*, 230-234. Ed. D.J. TOMSON. Occasional Symposium, **16**. British Grassland Society. Hurley (RU)

EFFECT OF SURFACE SEEDING AND MANAGEMENT ON CLOVER CONTENT

SUMMARY

The evolution of white clover content was monitored in meadows with low content, as a result of a white clover recovery program, based on surface seeding and management. The highest initial white clover cover content was of 10 % and raised up to more than 30 % in most cases where the management favored clover. It is concluded that management is more relevant than surface seeding for clover recovery, at least in the meadows with some clover content and stock of seeds in the soil.

Key words: no tillage, *Trifolium repens*.

EVALUACIÓN DE LA APTITUD FORRAJERA DE VARIEDADES COMERCIALES DE MAÍZ (*ZEA MAYS* L.) DE CICLO FAO 700 CULTIVADAS EN REGADÍO, EN EL NORDESTE DE ESPAÑA

J. SERRA GIRONELLA¹, J. SALVIA FUENTES¹, M. ARAGAY BENERIA² Y M.A. PUIGDOMÈNECH CANTÓ²

¹ Àrea de Conreus Extensius. IRTA- Fundació Mas Badia. Estació Experimental Agrícola Mas Badia. 17134 La Tallada d'Empordà (Girona). ² Laboratori Agroalimentari de Cabrils. Carretera de Vilassar de Mar a Cabrils, s/n. 08348 Cabrils (Barcelona)

RESUMEN

Durante los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001 se ha evaluado la aptitud forrajera de seis híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) cv 'Acoval', 'Agrisuper', 'Eleonora', 'Genio', 'Oropesa' y 'Pegaso', en la Estació Experimental Agrícola Mas Badia situada en La Tallada d'Empordà (Girona). Se han observado diferencias en la producción de forraje seco entre variedades (p-valor=0,0495), destacando 'Oropesa' como la más productiva, aunque con producciones que no difieren significativamente de las de 'Genio' y 'Agrisuper'. No se ha observado una correlación significativa ($r=0,11$) entre el contenido de mazorca y la producción de materia seca. En muestras de cada genotipo, se ha analizado la composición del forraje determinando el contenido en proteína bruta, almidón y azúcares solubles, fibra bruta, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente y lignina, obteniéndose diferencias principalmente en el contenido de proteína bruta. Éstas no han repercutido en una variación significativa de la digestibilidad, entre los híbridos. La producción de materia orgánica digestible por unidad de superficie se ha visto más influenciada por la capacidad de producción de cada uno de los genotipos que por su digestibilidad.

Palabras clave: ensayo de variedades, híbrido, producción de forraje, calidad, digestibilidad.

INTRODUCCIÓN

El maíz forrajero ocupa, en las provincias de Girona y de Barcelona, una superficie de cultivo superior a las 9000 ha (Gabinet Tècnic del DARP, 1999), constituyendo la base de la alimentación del ganado en muchas explotaciones de vacuno para leche. Una parte destacable de esta superficie se concentra en los regadíos de algunas comarcas de Girona donde se cultivan principalmente variedades semitardías (ciclo FAO 700).

Es conocida la existencia de diferencias en la capacidad de producción de forraje y en la calidad, entre híbridos comerciales de maíz. En ensayos comparativos de variedades de maíz para forraje (Bosch *et al.*, 1992; Galdúroz y Saez, 2000; Roth, 1994) se han encontrado diferencias considerables de producción de materia seca entre híbridos, superiores en muchas ocasiones a tres o cuatro toneladas por hectárea. El comportamiento productivo de los híbridos varía dependiendo del año y de la localidad de ensayo, por lo que es deseable ensayarlos en un mínimo de 20 ambientes en dos o tres campañas (Seglar y Mahanna, 1998) para poder asegurar que las diferencias productivas o nutricionales son debidas a la genética de las variedades.

La calidad del maíz para forraje está influenciada simultáneamente por el contenido en grano y por la digestibilidad del resto de la planta (Deinum y Bakker, 1981; Vattikonda y Hunter, 1983). El grano de maíz está formado principalmente por almidón que presenta unos valores altos y constantes de digestibilidad. Por el contrario, en el resto de la planta se encuentran los componentes con una peor digestibilidad.

Las variedades de maíz utilizadas en la actualidad por los agricultores para la producción de forraje corresponden, en la mayoría de los casos, a variedades seleccionadas para la producción de grano que, por diversas razones, se han introducido en el mercado del maíz forrajero. En estos casos se asume que la producción de forraje y la calidad vienen determinados por la producción de grano y por el ratio entre el contenido en grano y el resto de la planta. Sin embargo, varios estudios indican que esta relación no es satisfactoria en muchas ocasiones (Grant *et al.*, 1994; Vattikonda y Hunter, 1983), observándose casos en que las variedades con mayor contenido de grano no son las que presentan mayores producciones de forraje ni una mayor digestibilidad. En este sentido, en un trabajo realizado por Barrière y Émile (1990) se concluye que el ideotipo de maíz forrajero podría ser una planta con un contenido en grano inferior entre cinco y 10 puntos al de los híbridos cultivados en aquel momento, pero con una buena digestibilidad de la planta entera.

La oferta que reciben los agricultores de nuevas variedades de maíz es constante y, muchas veces, sin información contrastada sobre su aptitud forrajera. Desde la campaña 1996, el centro IRTA-Estació Experimental Agrícola Mas Badia está realizando ensayos comparativos de variedades comerciales de maíz con el objetivo de determinar su interés desde un punto de vista forrajero, tanto teniendo en cuenta su capacidad de producción como su calidad. En la presente comunicación se presentan los resultados de seis de las variedades evaluadas durante un período de cinco años.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se han realizado en la Estació Experimental Agrícola Mas Badia situada en La Tallada d'Empordà (Baix Empordà), en la provincia de Girona (nordeste de España), durante los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001, en condiciones de clima mediterráneo litoral.

Se han evaluado seis variedades de maíz (Tabla 1), entre las que se encuentran las más utilizadas por los agricultores de la zona. El diseño de los ensayos ha sido en bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de la parcela elemental ha sido de 15 m², correspondientes a cuatro hileras de maíz de cinco metros de longitud, separadas 0,75 m. Los controles se han efectuado en las dos hileras centrales de cada parcela.

Tabla 1.- Variedades incluidas en los ensayos realizados durante los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001, en la Estació Experimental Mas Badia (La Tallada d'Empordà - Girona), para evaluar la aptitud forrajera de híbridos comerciales de maíz.

Variedad	Tipo de híbrido	Ciclo FAO	Empresa comercializadora
Acoval	Híbrido simple	700	Arlesa Semillas
Agrisuper	Híbrido simple	700	Procasa
Eleonora	Híbrido simple	700	Pioneer Hi-Bred
Genio	Híbrido simple	700	K.W.S.
Oropesa	Híbrido simple	700	Semillas Fitó
Pegaso	Híbrido simple	700	Advanta

La siembra se ha realizado durante la primera quincena del mes de abril a una densidad variable entre 80 000 y 95 000 semillas ha⁻¹, en todos los ensayos. El maíz se ha cultivado en regadío, con un número de riegos por superficie que ha variado entre cinco y siete dependiendo del año. El aprovechamiento forrajero se ha efectuado en una fecha distinta para cada variedad, en la segunda quincena del mes de agosto, en función del momento en que se ha alcanzado un contenido de materia

seca de la planta entera comprendido entre el 30 y el 35 %. El resto de las prácticas culturales han sido las habituales para el cultivo del maíz en la zona objeto de los ensayos.

Se ha determinado, en todas las parcelas, la producción de forraje verde y de materia seca, el porcentaje de materia seca de la planta entera (mediante el secado en una estufa de aire forzado a 60° C), el ratio entre el contenido de mazorca (grano y zuro) respecto al total de la planta y la altura de la planta y del nudo de inserción de la mazorca principal. Las determinaciones de calidad, para cada variedad, se han realizado en una muestra compuesta obtenida a partir de las submuestras de cada bloque. El contenido en proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra ácido detergente (FAD) y lignina se han determinado por espectrofotometría en el infrarrojo cercano (NIRS) en el Laboratori Agroalimentari de Cabrils (Barcelona). En el mismo laboratorio también se han determinado el contenido en fibra neutro detergente (FND) (Van Soest *et al.*, 1991) y la digestibilidad enzimática por el método FND-celulasa (DCEL) (Rivéros y Argamentería, 1987). El contenido en almidón y azúcares solubles, la digestibilidad de la materia orgánica según el método propuesto por Aufrère (1982) (DAUF) y la digestibilidad de la fracción sin almidón y azúcares solubles o DINAG (Argillier *et al.*, 1996) se han obtenido por NIRS, en el Laboratorio de Limagrain Genetics de Riom (Francia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción media de forraje verde de todos los ensayos ha sido de 77,6 Mg ha⁻¹, equivalentes a 26,2 Mg ha⁻¹ de materia seca. Los valores del contenido de materia seca de la planta, en el momento en que se ha cortado el maíz, han oscilado en un 80 % de los casos, entre el 30 y el 37 %. Se han observado diferencias estadísticamente significativas en la producción de forraje seco entre variedades (Tabla 2), destacando 'Oropesa' como la más productiva, aunque con producciones que no difieren de las de 'Genio' y 'Agrisuper'. Las variedades menos productivas han sido 'Acoval' y 'Pegaso', con rendimientos inferiores, en aproximadamente 3 Mg ha⁻¹, respecto a los de 'Oropesa'. Las diferencias de producción entre variedades han sido parecidas a las observadas por Bosch *et al.* (1992), en condiciones similares.

La variedad 'Pegaso', a pesar de ser una de las menos productivas, es la que presenta un mayor contenido de mazorca. Tal como indican algunos autores (Grant *et al.*, 1994; Vattikonda y Hunter, 1983), no se ha observado una correlación positiva significativa (p -valor=0,5702, r =0,11) entre el contenido de mazorca y la producción de materia seca. Sin embargo, las variedades más productivas están entre las que han presentado un mayor desarrollo vegetativo. En el caso de las variedades ensayadas, todas ellas con un alto potencial para la producción de grano, la producción de materia seca procedente de la parte vegetativa de la planta ha presentado una mayor variación que la procedente de la mazorca, con una desviación estándar 1,6 veces superior y ha tenido, en consecuencia, una mayor incidencia sobre las diferencias entre genotipos en la producción total de materia seca. No se han observado diferencias estadísticamente significativas en la altura de la planta entre variedades, pero sí en la altura de inserción de la mazorca principal, destacando 'Acoval', 'Oropesa' y 'Agrisuper' con valores significativamente superiores a los del resto.

El valor medio del contenido en PB de todos los ensayos ha sido del 7,8 %. Se han observado diferencias estadísticamente significativas entre variedades (Tabla 3), correspondiendo los valores más altos a 'Genio', 'Eleonora' y 'Acoval'. Se ha obtenido una correlación significativa positiva entre el contenido de mazorca y el de almidón y azúcares solubles (p -valor<0,0001, r =0,71), debido a la mayor proporción de almidón, que se encuentra casi en su totalidad en el grano. No se han obtenido diferencias estadísticamente significativas debidas a los genotipos, en la mayoría de los parámetros indicadores del contenido en paredes celulares vegetales (FB, FAD y lignina). Los mayores valores de estos parámetros han correspondido, en todos los casos, a la variedad 'Acoval' y los más bajos a 'Pegaso'. Las diferencias en el contenido en FND entre variedades han sido estadísticamente significativas, tal como también había observado Bosch *et al.* (1992) y en contraposición con los resultados obtenidos por Roth (1994).

Tabla 2.- Producción de forraje, contenido de mazorca y altura de las variedades incluidas en los ensayos realizados durante los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001, en la Estació Experimental Agrícola Mas Badia (La Tallada d'Empordà – Girona), para evaluar la aptitud forrajera de híbridos comerciales de maíz.

Variedad	Producción de forraje verde (Mg ha ⁻¹)	Materia seca (%)	Producción de materia seca (Mg ha ⁻¹)	Contenido de mazorca (%)	Altura de la planta (m)	Altura de inserción de la mazorca (m)
Acoval	73,9 a	33,9	25,0 b	51,5 b	2,82	1,33 a
Agrisuper	79,9 a	33,4	26,7 a b	51,0 b	2,83	1,22 b
Eleonora	76,9 a	33,2	25,5 b	52,4 b	2,77	1,03 d
Genio	79,4 a	33,8	26,8 a b	51,5 b	2,86	1,13 c
Oropesa	80,8 a	34,9	28,1 a	51,8 b	2,83	1,26 a b
Pegaso	74,4 a	33,8	25,1 b	58,2 a	2,77	1,08 c d
Variedad (p-valor)	0,0452	0,6209	0,0495	0,0004	0,1952	<0,0001
Interacción variedad por año (p-valor)	0,5570	0,0295	0,1625	0,1442	0,2085	0,1569

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según test de Tukey ($\alpha=0,05$).

Tabla 3.- Composición de la planta de las variedades incluidas en los ensayos realizados durante los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001, en la Estació Experimental Agrícola Mas Badia (La Tallada d'Empordà – Girona), para evaluar la aptitud forrajera de híbridos comerciales de maíz.

Variedad	Contenido en PB* (% s.m.s)	Contenido en almidón y azúcares solubles (% s.m.s.)	Contenido en FND* (% s.m.s.)	Contenido en FAD* (% s.m.s.)	Contenido en FB* (% s.m.s.)	Contenido en lignina (% s.m.s.)
Acoval	7,69 a b c	33,3	49,1 a	26,5	22,0	3,34
Agrisuper	7,64 b c	34,6	49,1 a	25,5	21,3	3,26
Eleonora	8,16 a b	34,4	45,8 a	24,6	20,7	3,02
Genio	8,26 a	34,2	48,6 a	25,3	21,3	3,14
Oropesa	7,50 c	35,9	46,9 a	25,6	21,5	3,24
Pegaso	7,56 c	38,4	45,2 a	23,8	20,1	3,02
Variedad (p-valor)	0,0013	0,0623	0,0313	0,2063	0,2004	0,2358

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente distintos según test de Tukey ($\alpha=0,05$).

* PB: Proteína bruta; FND: Fibra neutro detergente; FAD: Fibra ácido detergente; FB: Fibra bruta.

La DCEL y la DAUF no han variado de forma significativa entre variedades (Tabla 4). Existe una correlación significativa positiva entre los valores de las digestibilidades obtenidas por los dos métodos (p -valor=0,0028; $r=0,59$), siendo en ambos casos la variedad 'Pegaso' la que ha mostrado unos valores más altos. Tampoco se han observado diferencias estadísticamente significativas entre genotipos en los valores del DINAG a pesar de ser considerado un parámetro mucho más influenciado por el genotipo y más estable en distintos ambientes que la digestibilidad de la materia seca (Argillier *et al.*, 1996). Por el contrario, el DINAG ha variado de forma significativa dependiendo del año de ensayo (p -valor<0,0001).

Tabla 4.- Digestibilidad, valor energético y producción de materia orgánica digestible y de unidades forrajeras leche de las variedades incluidas en los ensayos realizados los años 1997, 1998, 1999, 2000 y 2001, en la Estació Experimental Agrícola Mas Badia (La Tallada d'Empordà – Girona), para evaluar la aptitud forrajera de híbridos de maíz.

Variedad	Digestibilidad enzimática FND-celulasa (% s.m.o)	Digestibilidad Aufrère (% s.m.o)	DINAG Aufrère (%)	Unidades forrajeras leche (UFL* kg ⁻¹)	Producción de materia orgánica digestible (Mg ha ⁻¹)	Producción de unidades forrajeras leche (UFL* ha ⁻¹)
Acoval	62,7	72,3	53,4	0,90	17,3	21.196
Agrisuper	62,6	72,0	52,4	0,92	18,4	23.329
Eleonora	64,3	72,5	53,5	0,93	17,7	22.719
Genio	62,5	72,3	52,7	0,92	18,6	23.553
Oropesa	65,7	71,9	52,2	0,92	19,5	24.646
Pegaso	67,4	72,7	51,9	0,95	17,6	22.527
Variedad (p-valor)	0,1659	0,8878	0,5506	0,1592	0,1510	0,1573

*UFL: Unidades forrajeras leche.

La producción de materia orgánica digestible y de unidades forrajeras leche por unidad de superficie se ha visto más influenciada por la producción de materia seca que por los valores de DAUF y de unidades forrajeras leche por kilogramo de materia seca (UFL), en parte debido a la menor variación de estos últimos. Los genotipos con mayores producciones de materia seca ('Oropesa', 'Genio' y 'Agrisuper') son también los que han presentado las producciones de materia orgánica digestible y de unidades forrajeras leche por unidad de superficie más altas, a pesar de poseer unos valores de DAUF y de UFL inferiores a los de otras variedades menos productivas.

CONCLUSIONES

La producción de materia seca varía de forma significativa dependiendo del híbrido cultivado destacando las variedades 'Oropesa' y 'Pegaso' como la más y menos productiva, respectivamente. Las variedades más productivas están entre las que presentan un mayor desarrollo vegetativo y altura de la planta.

La composición de la planta difiere dependiendo del genotipo, observándose diferencias importantes en el contenido de proteína bruta y, en menor medida, en el de almidones y azúcares solubles y en el de fibra neutro detergente.

No se aprecian diferencias de digestibilidad (FND-celulasa y Aufrère) y del DINAG entre variedades. La producción de materia orgánica digestible y de unidades forrajeras leche por unidad de superficie es más dependiente de la producción de forraje, que de la digestibilidad y del contenido de unidades forrajeras leche por kilogramo de materia seca, debido a una menor variabilidad de éstos últimos parámetros.

AGRADECIMIENTOS

Los ensayos han sido parcialmente financiados por la Asociación de Frisona de Girona (AFRIGI), en virtud del convenio de colaboración de dicha entidad con el Servei de Millora i Extensió Ramadera (SEMEGA) y la Fundació Mas Badia, en el marco del Campus Agroalimentari de Girona. También han colaborado en su financiación las empresas comercializadoras de semillas de las variedades ensayadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUFRÈRE, J., 1982. Étude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zootech.*, **31**, 111-130.
- ARGILLIER, O; BARRIÈRE, Y.; HÉBERT, Y., 1996. DINAG, une estimation de la qualité de la partie non-grain du maïs ensilage sur des échantillons de plante entière. En: *Colloque maïs ensilage*, 447-448. Nantes (Francia).
- BARRIÈRE, Y.; ÉMILE, J.C., 1990. Effect des teneurs en grain de la variabilité génétique sur la valeur énergétique du maïs ensilage mesurée par des vaches laitières. *Agronomie*, **10**, 201-212.
- BOSCH, L.; MUÑOZ, F.; CASAÑAS, F.; SÁNCHEZ, E; NUEZ, F., 1992. Valoración forrajera de 24 híbridos comerciales de maíz de ciclo largo: parámetros de producción de biomasa y de calidad nutritiva. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, **7(2)**, 129-142.
- DEINUM, B.; BAKER, J.J., 1981. Genetic differences in digestibility of forage maize hybrids. *Neth. J. Agric. Sci.*, **29**, 92-98.
- GABINET TÈCNIC DEL DARP, 1999. *Estadístiques Agràries i pesqueres de Catalunya. Any 1997*. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca, 263 pp. Barcelona (España).
- GALDÚROZ, G.; SAEZ, J.L., 2000. Nuevos enfoques de la valoración energética del maíz forrajero. *Navarra Agraria*, **121**, 28-37.
- GRANT, J.; RUSSELL, P.; BRUCE, R., 1994. Silage corn. En: *Specialty Corns*, 305-339. Ed. A. R. HALLAUER. CRC Press. Boca Ratón Florida (EEUU).
- 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.
- ROTH, G. W., 1994. Hybrid quality and yield differences for corn silage in Pennsylvania. *J. Prod. Agric.*, **7**, 50-54.
- SEGLAR, B.; MAHANNA, B., 1998. Corn silage hybrid selection. *Nutritional Insights*, **8(3)**, 1-8.
- 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.
- VATTIKONDA, M.R.; HUNTER R.B., 1983. Comparison of grain yield and whole-plant silage production of recommended corn hybrids. *Can. J. Plant Sci.*, **63**, 601-609.

FORAGE APTITUDE EVALUATION OF SIX FAO 700 COMMERCIAL VARIETIES OF MAIZE (*Zea mays* L.) UNDER IRRIGATION, IN THE NORTHEAST OF SPAIN

SUMMARY

Different experiments aimed to evaluate forage aptitude of six commercial hybrids of maize (*Zea mays* L.) cv 'Acoval', 'Agrisuper', 'Eleonora', 'Genio', 'Oropesa' and 'Pegaso' were carried out for five years (1997, 1998, 1999, 2000 and 2001) at the Estació Experimental Agrícola Mas Badia in La Tallada d'Empordà (Girona). Differences among varieties have been found for dry matter yield (p-value=0,0495). 'Oropesa' was the most productive hybrid, although its production was not significantly different from those of 'Genio' and 'Agrisuper'. There was not a significant relationship ($r=0,11$) between dry matter yield and ear content. For each variety, forage quality variables (crude protein, starch and soluble sugars, crude fibre, acid detergent fibre, neutral detergent fibre and lignin contents) were determined. Crude protein showed the most significant differences among varieties. However, these differences have not resulted on changes on digestibility parameters. Digestible organic matter yield was more influenced by dry matter yield of each genotype than by its digestibility.

Key words: variety-trials, hybrid, forage yield, quality, digestibility.

RELACIÓN DE LA DOSIS DE SIEMBRA CON LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MAÍZ PARA USO FORRAJERO CULTIVADO BAJO SISTEMA ECOLÓGICO

J.M. MANGADO URDANIZ

I.T.G. Ganadero. Edificio El Sario, carretera del Sadar s/nº. 31006 Pamplona

RESUMEN

Este trabajo, desarrollado en 2001, tiene por objetivo evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre la producción y calidad del cultivo de maíz forrajero en el secano húmedo de la Navarra Atlántica bajo los criterios de producción ecológica. Se concluye que la densidad de siembra recomendable está entre 80 000 y 95 000 plantas por hectárea y que la pérdida de plantas por no nascencia se encuentra en un 5-10 % de la dosis de siembra.

La calidad del forraje, medida como porcentaje de almidón y de proteína bruta sobre materia seca en la planta entera y en sus fracciones "mazorca" y "planta sin mazorca", se ve afectada por la baja absorción de N para acumular reservas. En cultivo ecológico de maíz forrajero deben realizarse prácticas culturales concretas para favorecer la presencia de N en forma fácilmente absorbible en el suelo, de forma que no sea un factor limitante en su producción y calidad. Así mismo, el control de las malas hierbas exige la lucha mecánica con labores en la entrecalle hasta un estado de desarrollo suficiente de las plántulas de maíz.

Palabras clave: maíz forrajero, dosis de siembra, cultivo ecológico, labores, calidad.

INTRODUCCIÓN

A partir de 1993 se ha producido en las explotaciones de vacuno de leche de la Navarra atlántica un proceso continuado de intensificación de las producciones por vaca y por UTH y un incremento de la carga ganadera (ITG ganadero, 2001).

Dada la estructura de la propiedad y la naturaleza propia del terreno, la posibilidad de incrementar la base territorial de las explotaciones es pequeña, por lo que esta intensificación conlleva una dependencia mayor de alimentos comprados en el exterior y otro tipo de problemas (gestión de residuos, etc.) (Mangado, 2001). Para disminuir esta dependencia muchas explotaciones optan por intensificar la producción forrajera propia en base, entre otras, a la producción de maíz forrajero, dada la adaptación de su cultivo a las condiciones edafoclimáticas de la Cornisa, su alto valor energético, fácil mecanización y costes de producción razonables (Galduroz y Sáez, 2000).

El valor nutritivo del maíz forrajero se basa en su valor energético, concentrado en la mazorca por su alto contenido en almidón, y en su digestibilidad, siendo más de un 40 % superior en mazorca que en el resto de la planta (Suárez *et al.*, 2001). El peso de la mazorca y el estado de maduración de los granos está relacionado con la densidad de plantas.

En Europa, la producción agraria ecológica es un sistema emergente, que adolece de experiencia y resultados de investigación suficientes como para establecer pautas de actuación en los procesos productivos. La producción forrajera ecológica no es sinónimo de "todo hierba"

(Ballandonne, 2001) sino que la clave es la rotación de cultivos para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos y en el control de plagas, enfermedades y malas hierbas.

En este trabajo se pretende evaluar el efecto de la dosis de siembra de maíz sobre la producción y calidad del forraje, al mismo tiempo que obtener información acerca de estos mismos conceptos en un sistema de producción ecológico (bio).

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en el verano de 2001 en la finca experimental de OSKOTZ (Navarra), en ambiente subatlántico (5,4-10,9-17,4-12,6 °C, 429-296-178-319 mm. en 1º, 2º, 3º y 4º trimestre) sobre suelos arcillo limosos, profundos, pH 6,5, C/N 9 y niveles altos de P y K. Toda la finca se encuentra en su primer año de conversión hacia producción ecológica. Sobre una pradera natural se aportó en presiembra 18,5 t/ha de estiércol, volteo de 25 cm y refinado superficial. La siembra se realizó el 23 de Mayo. La variedad utilizada fue ANJOU-285 (FAO 200), de acuerdo con los resultados de ensayos de variedades en la misma localidad (Galduroz y Sáez, 2000) y su adaptación a las fechas de siembra y cosecha previstas. Se utilizó semilla comercial (tratada) al no existir en el mercado semilla de producción ecológica. Los tratamientos consistieron en ocho "dosis de siembra" y su planteamiento se presenta en la Tabla 1

Tabla 1.- Dosis de siembra, plantas por metro lineal y distancia intralineal (interlíneas 70 cm)

Plantas/ha	Plantas/metro lineal	Distancia intralineal (cm)
75 000	5,25	19,05
80 000	5,6	17,86
85 000	5,95	16,81
90 000	6,3	15,88
95 000	6,65	15,04
100 000	7	14,29
105 000	7,35	13,61
110 000	7,7	12,99

El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela elemental consistió en cinco líneas separadas 70 cm., cinco metros por línea y pasillos entre bloques y entre parcelas de un metro de anchura. Siembra manual. No se llevaron a cabo riegos ni abonados en cobertera ni tratamientos biocidas.

La cosecha se efectuó el 21 de Septiembre (121 días siembra-recogida), grano en estado pastoso-vítreo y línea de leche a 1/3 del ápice. Se realizaron cuatro conteos de plantas por parcela, en un metro lineal elegido al azar en los tres metros centrales de las líneas interiores. El control de producción se hizo sobre la línea central de cada parcela, en un metro lineal de su parte central elegido al azar, cortando a 27 cm del suelo simulando la altura media de corte de los equipos de cosecha. Se pesaron en verde las plantas enteras y sus fracciones "mazorca" (con las espigas) y "resto de planta". Se picaron por separado las tres fracciones y se tomaron muestras para el análisis de calidad.

Los parámetros analizados fueron porcentaje de materia seca, cenizas (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), almidón, fibra ácido detergente modificada (FADM), fibra neutro detergente (FND), fósforo (P) y calcio (Ca). Las determinaciones se realizaron en el Laboratorio Agrario de Navarra. El tratamiento de los datos obtenidos se lleva a cabo utilizando el programa estadístico Statgraphics plus 5.0.

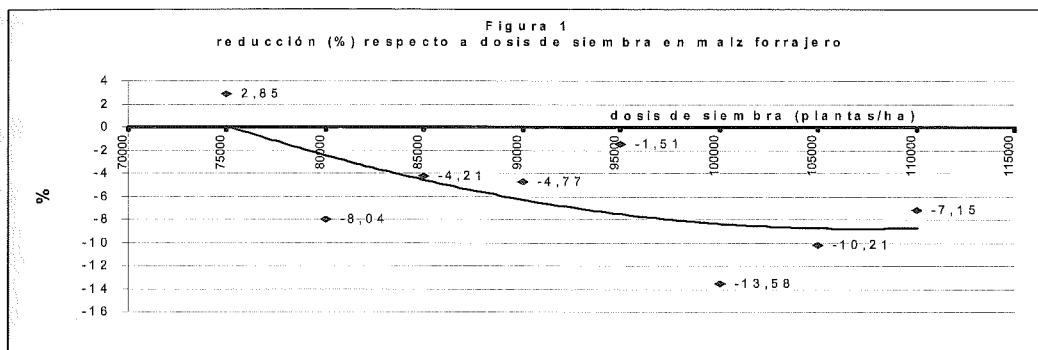
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Malas hierbas

Al no realizarse tratamientos (mecánicos o químicos) contra malas hierbas su presencia (*Amarantus sp.*, *Chenopodium sp.* fundamentalmente) en cosecha en las entrecalles era notable, pero dado el tipo de laboreo y la profundidad de siembra, unido a una ausencia total de lluvia en los 40 días posteriores a ella, hizo que la germinación de las malas hierbas encontrara las plántulas de maíz en un estado de 6-8 hojas, estado a partir del que la germinación de adventicias no penaliza el rendimiento del maíz (Ballandonne, 2001). No obstante, en sistemas de producción ecológica de maíz forrajero es imprescindible el control de las malas hierbas mediante el gradeo y bina de las entrecalles o por otros métodos compatibles con este sistema de producción (combustión, etc.).

Número de plantas

En la Figura 1 se presenta el % de disminución de plantas en cosecha respecto a la dosis sembrada y su tendencia. Esta disminución puede deberse a fallos de germinación o pérdidas de grano por pájaros, roedores o insectos recolectadores, no por plantas caídas, dado que no se dio un solo caso en toda la experiencia. Puede considerarse un rango de variación medio del 5 – 10 % de la dosis de siembra, inferior al citado por algunos autores (Pendleton, 1979, Llanos, 1984).



Producción

Materia seca planta entera

Las producciones se recogen en la Tabla 2

Tabla 2.- Producción de maíz forrajero (t ms/ha) según dosis de siembra

Densidad (pl / ha)	75 000	80 000	85 000	90 000	95 000	100 000	105 000	110 000
Producción	15,09	16,62	17,91	15,12	16,26	12,96	12,74	15,02
	(100)	(110)	(118)	(100)	(107)	(86)	(84)	(99)

No se detectan diferencias significativas (5 %) entre las medias de valores de producción. LSD (5 %) = 5,97

Aportación de la mazorca

La proporción que supone la mazorca y espigas en verde en cosecha, se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3.- Maíz forrajero, proporción de mazorca y espigas sobre producción total (materia verde)

Densidad (pl / ha)	75 000	80 000	85 000	90 000	95 000	100 000	105 000	110 000
Mazorca (%)	58,8	59,6	60,7	59,0	54,3	56,5	59,5	55,9
	100	101	103	100	92	96	101	95

No se detectan diferencias significativas (5 %) entre las medias de valores de producción. LSD (5 %) = 7,7 Aunque no se dan diferencias significativas entre medias en ambos casos, se observan tendencias hacia mayores producciones y mayor aportación de la mazorca en el bloque de dosis de siembra de 75.000 a 90.000 plantas/ha, frente al bloque 95.000 a 110.000, con un máximo en la dosis de 85.000 plantas/ha.

Materia seca

Las proporciones de materia seca en cosecha de planta entera y de sus fracciones (mazorca+espigas y planta sin mazorca) se recogen en la Tabla 4

Tabla 4.- Maiz forrajero, proporción de ms planta entera, mazorca, planta s/ mazorca

Densidad (pl / ha)	75 000	80 000	85 000	90 000	95 000	100 000	105 000	110 000	LSD (5%)
Planta entera (%)	32,1 ^a	33,0 ^a	32,1 ^a	31,1 ^a	32,7 ^a	32,0 ^a	30,1 ^a	32,2 ^a	3,5
Mazorca (%)	45,9 ^{ab}	49,7 ^b	47,1 ^{ab}	46,9 ^{ab}	43,3 ^a	45,2 ^{ab}	46,8 ^{ab}	45,9 ^{ab}	5,9
Planta s/maz. (%)	26,0 ^a	26,5 ^a	25,2 ^a	26,2 ^a	25,4 ^a	26,6 ^a	26,6 ^a	26,6 ^a	2,5

En cada línea valores afectados por letras diferentes difieren significativamente ($p < 0,05$)

Dada la homogeneidad de estos valores se puede concluir que el contenido en materia seca de la planta entera o de sus fracciones no es un criterio a considerar en la decisión de la dosis de siembra.

Contenido en almidón

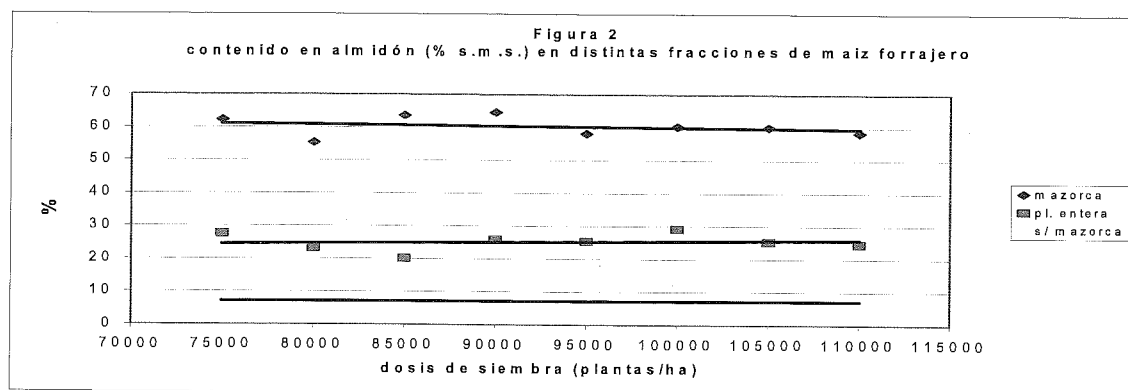
Los contenidos en almidón, planta entera y sus fracciones, se recogen en la Tabla 5

Tabla 5.- Maiz forrajero, contenido en almidón (% s.m.s.) en planta entera, mazorca, planta s/ mazorca

Densidad (pl / ha)	75 000	80 000	85 000	90 000	95 000	100 000	105 000	110 000	LSD (5%)
Planta entera (%)	27,62 ^a	23,19 ^{ab}	20,05 ^b	25,81 ^{ab}	25,33 ^{ab}	29,17 ^a	25,28 ^{ab}	24,63 ^{ab}	7,08
Mazorca (%)	62,13 ^{ab}	55,25 ^a	63,56 ^{ab}	64,51 ^b	58,12 ^{ab}	60,29 ^{ab}	60,07 ^{ab}	58,39 ^{ab}	8,90
Planta s/maz. (%)	5,78 ^a	7,95 ^{ab}	7,72 ^{ab}	6,61 ^{ab}	4,59 ^a	13,30 ^b	5,34 ^a	5,81 ^a	7,24

En cada línea valores afectados por letras diferentes difieren significativamente ($p < 0,05$)

Los contenidos en almidón en planta entera son bajos, estando 0,7 puntos porcentuales por debajo de los obtenidos por Martínez *et al.* (1999) en Asturias para la misma variedad y tres y dos puntos porcentuales por debajo de los obtenidos por Galduroz y Sáez (2000) y Mangado (2001) en localización similar y con la misma y similar variedad en ciclo respectivamente. La tendencia de un mayor % de contenido en almidón en mazorca a menor dosis de siembra (bloque de 75 000 a 90 000 plantas, salvo dosis de 80 000 plantas) no tiene reflejo con el contenido en almidón en la planta entera, donde la tendencia, débil, es en el sentido contrario (Figura 2).



Proteína bruta

Aunque desde el punto de vista de racionamiento alimenticio el contenido proteico del maiz forrajero no es de gran importancia, sí es un parámetro de calidad que puede estar correlacionado con las técnicas de cultivo, por ello se recogen en Tabla 6 los contenidos de proteína bruta (PB) en % sobre materia seca (% s.m.s.) de la planta entera y de sus fracciones.

Los contenidos en PB en planta entera quedan dos puntos porcentuales (75 %) por debajo de los valores encontrados por diversos autores para planta entera de maiz forrajero de ciclo 200 en la Cornisa Cantábrica (Galduroz y Sáez, 2000) (Martínez *et al.*, 1999). Esto puede ser consecuencia de un bajo contenido de N en el suelo a disposición de la planta. El contenido en N del suelo ha sido suficiente para el desarrollo vegetativo de la planta dado que no han presentado síntomas de carencia

(raquitismo, enanismo, clorosis), pero puede que no lo haya sido como para cubrir la absorción suplementaria para constituir las reservas proteicas del grano.

Tabla 6.- Maíz forrajero, contenido en proteína bruta (PB) (% s.m.s.) en planta entera, mazorca y planta s/ mazorca

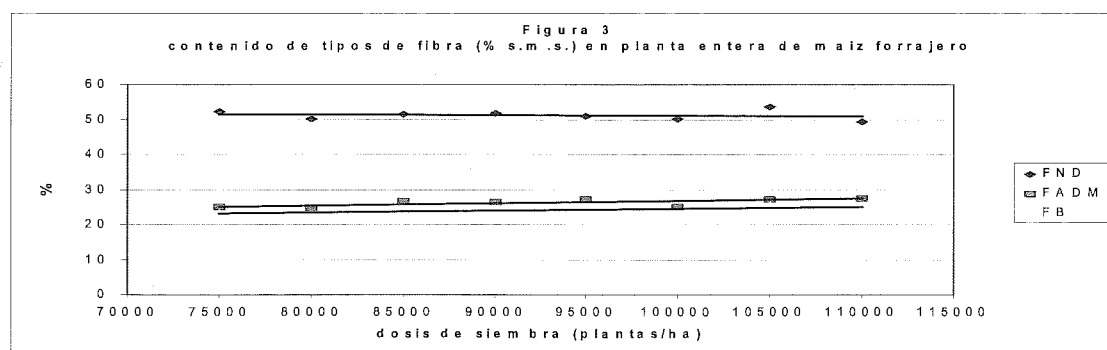
Densidad (pl / ha)	75 000	80 000	85 000	90 000	95 000	100 000	105 000	110 000	LSD (5%)
Planta entera (%)	5,78 ^b	5,94 ^b	5,41 ^{ab}	5,64 ^{ab}	4,73 ^a	5,77 ^b	5,14 ^{ab}	5,02 ^{ab}	0,99
Mazorca (%)	7,63 ^a	7,55 ^a	7,33 ^a	7,49 ^a	7,20 ^a	7,47 ^a	7,33 ^a	7,35 ^a	0,82
Planta s/maz. (%)	4,86 ^a	5,04 ^a	4,70 ^a	4,76 ^a	4,02 ^a	4,90 ^a	4,26 ^a	3,82 ^a	1,35

En cada línea valores afectados por letras diferentes difieren significativamente ($p < 0,05$)

En términos generales la fracción de N inmediatamente aprovechable por las plantas, de entre el aportado por un estercolado en presiembra en primavera, no supera el 50 % del contenido N total del estiércol (Iglesias, 1995). En este caso el N directamente aprovechable por el cultivo de maíz, procedente del estercolado de presiembra, alcanzaría los 50 kg/ha. Por otra parte, el volteo y enterrado de restos vegetales previo a la siembra ha podido provocar el “secuestro” de una parte del N disponible para la planta. La consecuencia de esta conjunción de factores puede ser la baja disponibilidad de N para su absorción por la planta y el bajo contenido proteico de sus órganos de acumulación.

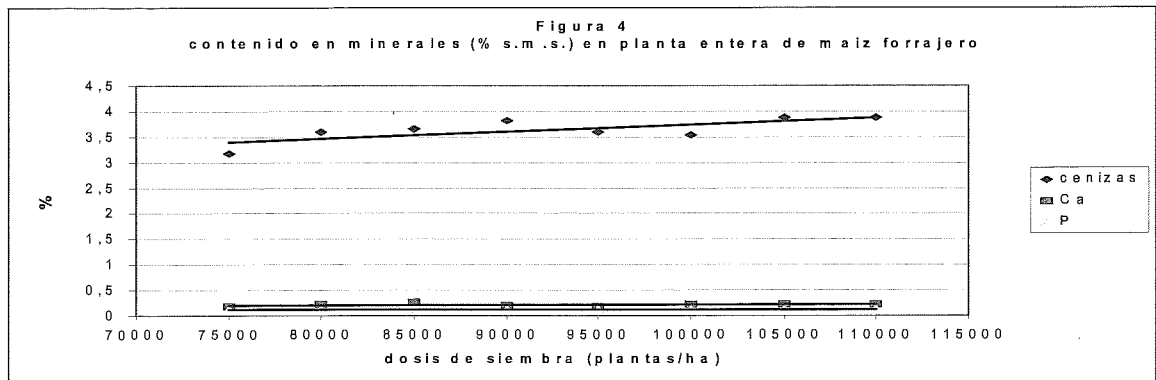
Fibras

Los resultados de los parámetros “fibra bruta” (FB), “fibra ácido detergente modificada” (FADM), “fibra neutro detergente” (FND), para planta entera, se recogen gráficamente en la Figura 3. Aun no habiendo diferencias significativas entre diferentes densidades de siembra, sí se observa una tendencia a incrementarse la proporción de carbohidratos estructurales (celulosa, lignina) conforme se incrementa la densidad de siembra. Esto puede deberse a que, al haber más competencia por nutrientes y radiación al aumentar la densidad de siembra, disminuye la acumulación de materia orgánica soluble en la planta, incrementándose por ello la proporción de carbohidratos estructurales.



Minerales

En la Figura 4 se recogen los contenidos de cenizas (MM), fósforo (P) y calcio (Ca) en planta entera, siendo muy estables respecto a la dosis de siembra los dos últimos y con una tendencia ascendente el primero. No se observa la correlación positiva entre absorción mineral y contenido PB encontrada por Corneloup *et al.* (2001) analizando los datos de los resultados de ensayos de variedades de maíz forrajero para inscripción en el catálogo oficial francés. Su explicación puede ser la baja absorción de N por las causas apuntadas en el apartado “proteína bruta”.



CONCLUSIONES

No se observan tendencias claras hacia una densidad de siembra de maíz forrajero que optimice su producción y calidad. La horquilla más adecuada, a salvo de mayor información, puede estar entre 80 000 y 95 000 plantas por hectárea. La densidad real de plantas por hectárea se encuentra entre un 5 y un 10 % inferior a la de siembra.

En cultivo ecológico de maíz forrajero es imprescindible dotar a la planta de N directamente utilizable mediante prácticas de cultivo (barbechado, abonados "en verde") y/o aportaciones de materiales orgánicos de alta eficacia en la aportación de N (purín de porcino, gallinaza). De no hacerlo, puede limitarse la absorción de nutrientes y, en consecuencia, disminuir los contenidos de la planta en almidón y proteína.

En cultivo ecológico, es necesario el control de malas hierbas por laboreo de la entrecalle u otros métodos hasta el estado de 6 – 8 hojas de la planta de maíz.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realiza dentro del Proyecto de Investigación RTA01-144-C5-4 cofinanciado por I.N.I.A. y Gobierno de Navarra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLANDONNE, J.C., 2001. Du maïs-fourrage conduit en bio. *France Agricole*, **2887**, 31
- CORNELOUP, F.; AIZAC, B.; ANDRIEU, J.; MICHALET-DOREAU, B., 2001. Facteurs de variation de la teneur en MAT du maïs fourrage à la récolte. *Actes des 8^{èmes} Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, 281-283. Paris
- GALDUROZ OYARZUN, G.; SAEZ ISTILART, J., 2000. Nuevos enfoques de la valoración energética del maíz forrajero. *Navarra Agraria*, **121**, 28-37
- IGLESIAS MARTINEZ, L., 1995. El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente. *Hoja divulgadora*, **1/94 HD**. MAPA (Madrid)
- I.T.G. GANADERO, 2001. Vacuno leche 2000. *Resultados técnico-económicos de las diferentes actividades ganaderas*. Pamplona
- LLANOS COMPANY, M., 1984. *El maíz. Su cultivo y aprovechamiento*. Ediciones Mundi-Prensa, 318 pp. Madrid.
- MANGADO URDANIZ, J.M., 2001. Maíz forrajero. Costes de producción en los secanos húmedos de la Navarra Atlántica. *Navarra Agraria*, **129**, 42-49

MARTINEZ, A.; DE LA ROZA, B.; MARTINEZ, A., 1999. Comportamiento agronómico de variedades comerciales de maíz empleadas para forraje en distintas zonas edafoclimáticas de Asturias. *Actas de la XXXIX Reunión de la SEEP*, 233-238. Almería

PENDLETON, J.W., 1979. Cropping practices. *Maize*, 18-21. Ed. Ciba-Geigy Ltd., Basle (Suiza)

SUAREZ VAZQUEZ, R.; ANDRES ARES, J.L.; PIÑEIRO ANDION, J., 2001. Producción y calidad del maíz forrajero en Galicia. *Actas de XLI Reunión de la SEEP*, 547-553. Alicante

RELATIONSHIPS AMONG SOWING DENSITY AND PRODUCTION AND QUALITY OF FORAGE CORN GROWN IN A ORGANIC SYSTEM

SUMMARY

In 2001, we look for relationships among sowing density and productive and nutritive traits in organic forage corn grown under dry farming in the moist area of Navarra. Best production values are reached when sowing densities are around 80 000-95 000 plants.ha⁻¹. In this case, plant losses in the seedling stage average 5-10 % of the sowing density.

Quality was measured as starch percentage and percentage of crude protein in total plant dry matter, as well as in "corn cob" and in "plant without cob". The low N uptake seemed to greatly affect forage corn quality. Management practices that favour assimilable N forms in the soil are needed in order to avoid productive and nutritive constraints in organic forage corn husbandry. Eventually, ploughing between lanes till a good development of corn seedlings is needed to ensure an effective weed control.

Key words: forage maize, sowing density, organic crop, husbandry, quality.

PRIMEROS AÑOS DE SIEMBRA DIRECTA DE MAÍZ PARA ENSILAR

A. MARTÍNEZ MARTÍNEZ¹, J. PIÑEIRO ANDIÓN^{2,3}

¹Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.33820. Apartado 13. Grado. Asturias (España). ciatgrado@princast.es. ²Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080. A Coruña (España). ³Departamento de Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. 27002 Lugo (España)

RESUMEN

Los trabajos se llevaron a cabo en un total de 10 fincas situadas en varias localidades de Asturias (Cornisa Cantábrica) durante los años 1998 al 2001 y su objetivo fue comparar la siembra directa, en los primeros años, con el laboreo convencional en la producción de maíz para ensilar.

El número de plantas cosechadas en las parcelas de siembra directa fue sensiblemente inferior al de las de laboreo convencional (74% frente al 85%). Aunque las diferencias fueron menores que en el parámetro anterior, la siembra directa tendió a dar lugar a plantas más pequeñas (203 frente a 208 cm), menos peso verde (2,1 t/ha de diferencia) y a un 5% menos de producción en materia seca (14,6 frente a 15,3 t MS/ha) que el laboreo convencional. El número de plantas caídas fue similar en los dos sistemas y el porcentaje de mazorca en el peso seco total fue algo superior (2%) en la siembra directa.

Los resultados en las parcelas de siembra directa variaron fuertemente con el tipo de suelo y con la cantidad de lluvia caída en los momentos posteriores a la siembra. La combinación de suelos pesados con escasa lluvia dio lugar a los peores resultados, mientras que los suelos más ligeros dieron los mejores, independientemente de la lluvia caída.

Palabras clave: densidad y altura de plantas, peso verde, producción.

INTRODUCCIÓN

El aumento del número de vacas que se está produciendo durante los últimos años en las explotaciones de leche de la Cornisa Cantábrica, al igual de lo que ocurre en el resto de la Comunidad Europea, además de llevar consigo la necesidad de intensificar las producciones forrajeras de la propia explotación para intentar que la compra de alimentos fuera de la misma sea la menor posible, está provocando que la mano de obra sea, en muchos casos, un factor limitante a la hora de realizar las labores necesarias para la implantación de cultivos anuales, con un nivel productivo importante, pero que exigen más labores, como es el caso del maíz para ensilar, y compiten con el tiempo necesario para atender adecuadamente al ganado.

La aparición de nuevos sistemas de implantación de forrajes, como la siembra directa, que representa un importante ahorro de tiempo de trabajo frente a los sistemas convencionales (Mangado, 1990; Piñeiro, 1997), pueden ayudar a paliar la situación de escasez de este factor en las explotaciones. Sin embargo, estos sistemas no están todavía suficientemente, contrastados como para realizar una recomendación generalizada de su uso, a pesar de que se ya se vienen utilizando en bastantes explotaciones, con buenos resultados en bastantes casos.

Con el objetivo de subsanar esta falta de información, se plantearon una serie de ensayos y demostraciones en Asturias en los que se compara el laboreo convencional con la siembra directa para

el establecimiento de maíz para ensilar. En este trabajo se resumen los resultados obtenidos en los primeros años de aplicación de esta técnica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los trabajos se llevaron a cabo en las localidades asturianas especificadas en la Tabla 1, en la que también figuran varias características de cada tipo de siembra utilizada. Los resultados aquí presentados son fruto por una parte de una serie de ensayos realizados al amparo de dos proyectos financiados por el INIA y de otra por una serie de campos de demostración de las técnicas de siembra directa en las que se realizaron los pertinentes controles. En todos los casos se compararon las características del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) para ensilar, habiendo sido implantado con laboreo convencional o con siembra directa tras el cultivo invernal de raigrás italiano anual (*Lolium multiflorum* Lam.)

El laboreo convencional (LC) siempre consistió en un pase de rotovator, una vez cortado el raigrás para silo de primavera, seguido de arado, abonado, pase de rotovator para incorporar el abono, aplicación de insecticida para el control de gusanos de suelo y un último pase de rotovator antes de la siembra del maíz (manual en los campos de ensayo y con maquina de siembra en líneas en los de demostración) y la aplicación de herbicida de preemergencia a base de alacloro + atrazina (seis l/ha de producto comercial).

La siembra directa (SD) siempre consistió en la aplicación de herbicida a base de glifosato (seis l/ha de producto comercial) sobre el rebrote de unos 10 cm de altura del raigrás previamente cortado, seguido de la siembra propiamente dicha 10-15 días más tarde, cuando el efecto del marchitamiento de la hierba provocado por el herbicida era claro. La labor de siembra se realizó con los tipos de máquinas especificados para cada finca en la Tabla 1, siendo todas ellas de cuatro surcos y realizando el abonado localizado (en el mismo surco y debajo de la semilla en el caso de la Semeato o en un surco paralelo a cinco cm de distancia y a un nivel inferior al de la semilla en el caso de la Tantum o la Exacta), así como la aplicación del mismo tipo de insecticida y herbicida de preemergencia a igual dosis que en el especificado en el laboreo convencional.

Tabla 1. Localidad, año de siembra, días de lluvia (D.lluvia) y pluviometría (Pluv) registrados en los 45 días siguientes a la fecha de siembra, textura del suelo y máquinas utilizadas en la siembra directa (SD)

<u>Localidad</u>	<u>Año</u>	<u>D.lluvia</u>	<u>Pluv</u>	<u>Textura</u>	<u>Sembradora</u>	<u>Años SD (1)</u>
<i>Campos de ensayo</i>						
Grado	1998	11	36,1	Arcillosa	Semeato	0
Grado	1999	16	50,5	Arcillosa	Semeato	1
Grado	2000	10	30,3	Arcillosa	Semeato	2
Barcia	2001	7	45,5	Franca	Tantum	0
Barcia	2001	7	45,5	Franca	Tantum	0
<i>Campos de demostración</i>						
Navia	1998	13	43,8	Arenosa	Semeato	1
Otur	2000	17	48,5	Arétillosa	Tantum	1
Canero	2000	13	36,1	Arcillosa	Tantum	1
Tapia	2000	15	43,8	Franca	Tantum	1
Tapia	2001	7	45,5	Franca	Exacta	2

(1) Número de años anteriores en que se realizó siembra directa en cada parcela.

A pesar de que las aportaciones de fertilizantes, cultivares usados y densidades de siembra variaron de finca a finca, entendemos que la comparación entre sistemas de laboreo es válida porque los mecanismos siembra de las máquinas utilizadas en siembra directa son bastante similares. Los abonados oscilaron entre los 180 - 210 kg/ha de N, 115 - 130 de P_2O_5 y 200 - 230 de K_2O , los cultivares fueron de ciclo FAO 200 (Clarica, Atribute, Barbara, Belonia y DK 281) y las densidades de siembra oscilaron entre las 80 000 y 115 000 plantas/ha.

No obstante, hubo diferencias entre los dos tipos de campos (ensayo y demostración) en la disposición de los tratamientos y forma de ejecutar los controles. Mientras en los cinco campos de ensayo el diseño fue de bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo la parcela principal de 8,6 x 20,0 m² (12 líneas, para controlar las 10 interiores), en los cinco de demostración se dividieron las parcelas, de aproximadamente una hectárea, en dos zonas en las que se aplicaron los tratamientos, para más tarde controlar de forma aleatoria cuatro rectángulos en cada una de ellas de 1,4 m de ancho (dos líneas de maíz) x 10 m de largo.

En todas las superficies controladas, se contó el número total de plantas recogidas y el porcentaje de plantas caídas (plantas inclinadas o tronchadas por debajo de la mazorca en un ángulo superior a 45 °). La recolección se hizo cuando el estado medio del grano era pastoso-víteo (línea de leche situada entre 1/3 y 1/2 del ápice del grano). En campo se pesó la producción en verde y se tomó una muestra de 10 plantas, escogidas al azar, que se trasladó al laboratorio. En el laboratorio se midió su altura, desde el corte hasta la hoja bandera, y se separó la mazorca del follaje (tallos, hojas y espigas), picando estas dos fracciones por separado antes del secado de una muestra de cada una de ellas en estufa de aire forzado a 60°C durante 17 horas con el fin de calcular la producción de materia seca y el porcentaje en peso seco que representó la mazorca en cada uno de los tratamientos.

Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan los resultados conseguidos en los campos de ensayo, en los de demostración, así como la media de los 10 campos estudiados.

A pesar de que en el presente trabajo no se pretende realizar un estudio comparativo entre los resultados de los campos de ensayo y los de demostración, cómo se mencionó anteriormente, en la tabla se exponen los resultados de forma diferenciada con el fin de mostrar las tendencias presentadas en uno y otro tipo de campos, dado que en todo trabajo con maquinaria pesada y voluminosa en parcelas de tamaño reducido, como es el caso de los ensayos, pudiera haber ciertos efectos que enmascaren de alguna forma los resultados, porque no siempre se consigue que las máquinas funcionen en régimen normalizado a causa de las frecuentes paradas en tramos relativamente cortos. A pesar de ello, en la Tabla 2 se puede comprobar que las tendencias de los resultados es similar en los dos tipos de campos, siendo atribuibles las diferencias en valores absolutos al efecto del tipo de suelo y climatología de cada una de las fincas utilizadas, como se comentará más adelante.

El número de plantas recogidas por hectárea, habiendo sido utilizada la misma dosis de siembra, fue significativamente inferior ($P < 0,05$), para la SD que para el LC. Mientras la primera obtuvo un 74% de plantas respecto a las semillas sembradas, el segundo presentó un 85%. Esta tendencia fue seguida en los dos tipos de campos y en sólo una finca la SD consiguió igualar al LC, mientras que en el otro extremo se llegó a registrar un 34% de diferencia de número de plantas entre los dos sistemas. En este sentido, también cabe resaltar que la germinación de la semilla en las parcelas de LC fue más homogénea en el tiempo que en las de SD, donde en algunos casos (sobre todo en terrenos pedregosos o mal nivelados) hubo diferencias de hasta 8-10 días entre las primeras plantas y las últimas en nacer.

La altura de las plantas que se sembraron con SD fue algo inferior a la de las que lo hicieron con LC (203 frente a 208 cm), con sólo dos de las diez fincas estudiadas donde las plantas fueron más altas en SD. Los porcentajes de SD/LC oscilaron entre 107 y 90.

El porcentaje de plantas caídas no presentó diferencias sustanciales entre los dos sistemas de siembra, siendo algo más alto en SD que en LC, pero muy bajo en los dos casos y en todas las fincas, derivado en parte de que las variedades utilizadas fueron de ciclo corto y resistentes al encamado.

La media de la producción en verde fue 2,1 t/ha inferior en SD que en LC, lo que equivale a un 5%. Esta producción inferior ocurrió en siete de las diez fincas con un mínimo de un 20% menos, frente a una en la que se igualaron los dos sistemas y sólo dos donde la SD fue superior al LC, con un máximo de 11% más de t/ha.

La producción media final fue de 15,3 t MS/ha para las parcelas de LC y de 14,6 para las de SD, lo que representa un 5% menos en estas últimas. Respecto a la variabilidad entre las distintas fincas, de las diez estudiadas en cinco la producción fue inferior en SD situándose el nivel mínimo en un 16% menor que el LC en las mismas condiciones, en dos se igualó la producción y en tres las t MS/ha fueron superiores en SD con un máximo del 7% por encima del LC.

En los trabajos realizados también en zonas húmedas durante los años 1994 – 95 (Bordegaray *et al*, 1996) la producción media de la SD fue un 15% inferior a la del LC, que es superior a la encontrada en los resultados aquí expuestos. Ello pudo deberse al tipo de máquina de SD utilizada entonces, que no realizaba el abonado de forma localizada sino que se distribuía en superficie y las raíces tenían más dificultades para aprovecharlo eficientemente. En trabajos posteriores (López Cedrón *et al*, 2001), realizados en zonas similares a los anteriores en 1998, las diferencias de producción entre los dos sistemas se situaron en el 7 % a favor del LC frente a la SD, que está en la línea de los presentados en el presente documento.

El porcentaje de mazorca en el peso seco total del forraje fue un 2% superior en SD que en LC, dado que no hubo diferencias en la producción de mazorcas pero la producción total fue inferior en SD.

La variabilidad encontrada en las distintas fincas muestran que los peores resultados (menor número de plantas germinadas, altura, peso verde y producción seca) se dieron en fincas donde confluyeron de forma conjunta un tipo de suelo con textura pesada y una escasa pluviometría en los momentos posteriores a la siembra y las mejores donde el suelo presentó una textura más ligera con cierta independencia de la pluviometría registrada. Los suelos con textura arcillosa dificultan las labores de implantación con SD dado que es difícil encontrar un tempero de trabajo adecuado y por tanto buenas condiciones para la nascencia de las plantas, necesitando no sólo una buena pluviometría en los momentos siguientes a la siembra, sino que esta esté bien distribuida. Por el contrario en los suelos con textura más arenosa o franca, el trabajo de las máquinas es más esmerado y los resultados también son mejores.

Como indicación final del trabajo y haciendo referencia al título del mismo cabe decir que es necesario contrastar los resultados de estos primeros años de aplicación de la SD con los que se puedan conseguir tras una serie de años de utilización de esta técnica de forma continuada sobre la misma finca, porque puede que la diferencia entre laboreo convencional y siembra directa aumente con el paso del tiempo a favor de la siembra convencional, como ya se ha detectado en ensayos realizados en Galicia (Piñeiro y Pérez, 2000) en los que la reducción debida a la siembra directa fue del 14 % en el primer año, del 17 % en el 3º y del 24 % en el 4º, como consecuencia, probablemente de la compactación creciente del suelo.

Tabla 2. Número de plantas por ha a la siembra (SIE) y a la cosecha (COS), altura de las plantas en cm (APL), porcentaje de plantas caídas (PCA), producción en t/ha de materia verde (PMV) y materia seca (PMS) y porcentaje de mazorca sobre materia seca (MAZ) en los distintos campos de trabajo.

	SIE	COS	APL	PCA	PMV	PMS	MAZ
<i>LABOREO CONVENCIONAL</i>							
<i>Campos de ensayo</i>							
Grado 98	95	67	193	0	32,3	13,7	59
Grado 99	115	111	134	0	17,2	8,1	58
Grado 00	102	91	177	0	25,6	12,8	59
Barcía 01	87	84	219	0	50,3	18,4	58
Barcía 01	87	85	209	0	45,1	17,1	60
Media	97	88	186	0	34,1	14,0	59
<i>Campos de demostración</i>							
Navia 98	80	70	242	5	60,4	16,7	57
Otur 00	100	92	243	0	53,9	16,3	54
Canero 00	85	71	225	0	55,4	17,3	51
Tapia 00	95	89	214	0	60,1	18,3	48
Tapia 01	95	88	220	1	39,8	13,9	53
Media	91	82	229	1	53,9	16,5	53
MEDIA TOTAL	94	85	208	1	44,0	15,3	56
<i>SIEMBRA DIRECTA</i>							
<i>Campos de ensayo</i>							
Grado 98	95	63	177	0	30,2	11,8	59
Grado 99	115	78	132	0	16,1	8,1	62
Grado 00	102	60	173	0	25,0	10,8	62
Barcía 01	87	73	217	0	44,8	18,4	61
Barcía 01	87	69	194	0	36,2	14,7	64
Media	97	69	179	0	30,5	12,8	62
% SD/LC	100	78	96	100	89	91	105
<i>Campos de demostración</i>							
Navia 98	80	64	236	6	60,5	16,7	57
Otur 00	100	91	261	0	60,0	17,2	49
Canero 00	85	67	202	0	49,7	15,6	51
Tapia 00	95	85	227	0	62,4	19,6	50
Tapia 01	95	88	210	6	33,9	12,6	55
Media	91	79	227	2	53,3	16,3	52
% SD/LC	100	96	99	200	99	99	100
MEDIA TOTAL	94	74	203	1	41,9	14,6	57
% SD/LC	100	87	98	100	95	95	102
Significaciones	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS

CONCLUSIONES

La siembra directa presentó un significativo menor número de plantas recogidas que el laboreo convencional, habiendo sembrado la misma dosis de semilla.

Sin llegar a ser las diferencias estadísticamente significativas, la siembra directa tendió a dar plantas más bajas, menor peso verde, menor producción seca, igual porcentaje de plantas caídas y mayor porcentaje de mazorca que el laboreo convencional.

Los peores resultados en siembra directa se encontraron en donde confluyeron a la vez terrenos pesados y escasa pluviometría en los momentos posteriores a la siembra, y los mejores en terrenos ligeros independientemente de la pluviometría registrada.

AGRADECIMIENTOS

Se quiere agradecer al INIA la financiación de los proyectos SC97-077-C5-2 y RTA01-144-C5-2 que son la base de los trabajos aquí presentados, así como a los técnicos de cooperativas y ganaderos que participaron en los campos demostrativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORDEGARAY, I.; RODRIGUEZ, M.; CRUZADO, P.; MANGADO, J.; MARTÍNEZ, A.; ZARRABEITIA, J.V.; PIÑEIRO, J., 1996. Siembra directa en las rotaciones forrajeras de raigrás italiano-maíz en la Cornisa Cantábrica. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 273-278.

LÓPEZ CEDRÓN, F.X.; RUIZ NOGUEIRA, B.; PIÑEIRO, J.; SAU, F., 2001. Rotaciones forrajeras intensivas en Galicia: Resultados de tres años de experiencias. *Actas de la XLI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos y I Foro Iberoamericano de Pastos*, 629-634.

MANGADO URDÁNIZ, J.M., 1990. Resiembra de praderas. *Navarra Agraria*, 65-79.

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M., 2000. Direct drilling of forage maize, sorghum x Sudan grass and Italian ryegrass. *Grasslands Science in Europe*, 5, 131-133.

PIÑEIRO ANDIÓN, J., 1997. Implantación de praderas en siembra directa en la zona húmeda de España. *Actas del Congreso Nacional Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales*, 89-97. Asociación Española de Laboreo de Conservación/Suelos Vivos. Burgos (España).

EARLY YEARS OF FORAGE MAIZE DIRECT DRILLING

SUMMARY

The trials were established in 10 farms located in Asturias (Cornisa Cantábrica, NW Spain) from 1998 to 2001 to compare the early years of direct drilling (DD) with conventional tillage (CT) in forage maize production. The number of plants cropped in DD plots was lower than in CT plots (74 % vs 85 %), being the establishment phase more heterogeneous and longer in time within a given field. Although the differences were lower than in the previous parameter, the trend in DD plots was to give smaller plants (203 vs 208 cm) and lower green (a difference of 2.1 t/ha) and dry matter (DM) (14.6 vs 15.3 t/ha) yield, higher (2 %) cob content in the DM and similar degree of lodging. The DD plots results varied greatly according with type of soil and rainfall after sowing. The combination of heavy soils with scarce rainfall gave the worst results, while the lighter soils gave the best results, independently of the rainfall.

Key words: density and height of plants, green and dry yield.

ELECCIÓN DE VARIEDADES DE MAÍZ FORRAJERO EN GALICIA

R. SUAREZ VAZQUEZ¹ Y J. PIÑEIRO ANDION^{1,2}

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña. (España). ²Escola Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. 27002 Lugo (España)

RESUMEN

Con objeto de encontrar un modo de presentación que permita una fácil elección de la variedad más adecuada para una explotación determinada, se trabajó con los datos de producción y calidad de 50 variedades, obtenidos en cuatro localidades de Galicia durante los años 1999 y 2000, que se ajustaron por mínimos cuadrados para disponer de un solo dato para cada uno de los parámetros estudiados en cada variedad.

Se concluye que la presentación básica debe hacerse en forma de tabla, en la que se incluyan los datos siguientes: nombre, días entre siembra y recolección, encamado, contenido en proteína, rendimiento en materia orgánica digestible por hectárea, un índice de producción, la digestibilidad de la materia orgánica y el número de ensayos, que debe complementarse con una presentación gráfica en la que se combine la producción de materia orgánica digestible con la de la digestibilidad de la materia orgánica. La información gráfica facilitará la elección del conjunto de las mejores variedades para después entrar en la información detallada de la tabla, con objeto de elegir la variedad más adecuada para una explotación determinada, en función de su situación y de su intervalo siembra-recolección.

Palabras clave: valor agronómico, digestibilidad, *Zea mays*.

INTRODUCCIÓN

El sector productor de leche de vacuno experimentó un proceso de intensificación en los últimos años en Galicia, que se apoyó, entre otros factores, en el incremento de las superficies dedicadas a cultivos forrajeros anuales, entre los que destaca el maíz, sobre todo en las explotaciones que adoptaron el "cero pastoreo" como sistema de manejo y que representan nada menos que el 30 % de las explotaciones integradas en el Programa de Gestión Técnico-económica de la Consellería de Política Agroalimentaria y Desarrollo Rural (CPADR) de Galicia (Barbeyto, 2001). El maíz forrajero juega un papel importante en estas explotaciones porque ocupa, de media, el 31 % de su superficie forrajera. Esta situación ha generado un desarrollo importante del mercado de semilla de maíz, en el que se ofertan un número elevado de variedades sobre las que escasea información sobre su valor forrajero en Galicia, porque, a pesar de que desde hace más de 30 años, se vienen haciendo estudios de valor agronómico de nuevas variedades de los ciclos FAO 300 a 500, dirigidos por la Oficina Española de Variedades Vegetales, los trabajos están orientados al registro de variedades para grano, y esta información no es suficiente para la elección de variedades para forraje en la actualidad, como se verá más adelante.

Con objeto de resolver este problema de falta de información, se estableció una red experimental de evaluación de maíz forrajero, que inició sus trabajos en 1999 indicando los primeros resultados que la diferencia entre los rendimientos en materia seca entre variedades de un mismo ciclo FAO de madurez puede alcanzar 4 t/ha, aparte de diferir en su calidad (Suárez *et al.*, 2001) convirtiéndose, por ello, la elección de la variedad más apropiada en una decisión importante para una

explotación ganadera, porque puede influir decisivamente en los resultados económicos de la misma (Galdúroz y Sáez, 2000).

Los datos disponibles, hasta este momento, se han venido presentado en forma de tabla en la que figuran las características que definen el valor agronómico (Tabla 1). En algunas ocasiones, en lugar de la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) se presenta la concentración energética en forma de energía metabolizable (EM) o de unidades forrajeras leche (UFL) por kg de materia seca.

Tal profusión de datos puede hacer difícil la elección entre las variedades presentes, por eso, en esta comunicación se propone hacer una presentación gráfica, lo más simple posible, que ayude a elegir las mejores variedades, antes de entrar en una tabla simplificada, que también se propone, para ver sus características en detalle.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 30 variedades de maíz (*Zea mays* L.) en 1999 y 36 en 2000, de las cuales 16 se sembraron los dos años, en cuatro localidades de Galicia, todas ellas enclavadas en zonas con una importante producción lechera: 1) *Costa norte*: localidad de Ribadeo (Lugo), a 6 m de altitud; 2) *Interior de la provincia de Lugo*: localidad de Sarria, a 520 m; 3) *Interior provincia de La Coruña*: localidades de Tordoia y Pontecarreira, 340 m; 4) *Interior de la provincia de Pontevedra*: localidad de Silleda, 400 m.

La densidad de planta utilizada fue de 90 000 p/ha en parcelas de 6,5 m x 1,8 m, cosechándose en estado de grano pastoso-vítreo y analizando por separado la paja (tallo+hojas+espatas) y la mazorca (zuro+grano). La metodología detallada figura en Suárez *et al.* (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los dos años y de las cuatro localidades se integraron estadísticamente mediante el método de mínimos cuadrados, lo que permite comparar todas las variedades entre sí. En la Tabla 1 se indica la relación de los datos disponibles.

Una relación tan detallada para las 50 variedades estudiadas hace que sea muy difícil su interpretación para la elección de las mejores, lo que indica la necesidad de agrupar y simplificar su presentación.

Precocidad

La precocidad de la variedad a elegir es la primera decisión a tomar, sobre todo cuando el maíz forma parte de una rotación con raigrás italiano alternativo. En este caso, la variedad debe alcanzar el estado de línea de leche a 1/2-1/3 del ápice en el mes de septiembre porque el terreno debe quedar libre para la siembra del raigrás, antes de las lluvias de otoño.

Aunque habitualmente se utiliza el ciclo FAO, que agrupa las variedades en 10 grupos, según la integral térmica necesaria para alcanzar la madurez fisiológica (Fernández de Gorostiza, 1990), la realidad es que esta clasificación resulta poco precisa a nivel local, porque dentro del ciclo 200, por ejemplo, hay una diferencia de 14 días entre la más precoz y la más tardía en el intervalo que va de siembra a la recolección (Días SR), resultando además que algunas variedades del ciclo 300 son más precoces que las más tardías del 200 (Tabla 1). Se propone, por tanto, utilizar los "días SR" como índice de precocidad, porque es una medida directa del tiempo en que la variedad debe estar sobre el terreno, desde la siembra a la recolección, y no necesita ningún tipo de interpretación. Con el tiempo, a medida que vaya habiendo más datos se podrá hacer un índice "días SR" para cada localidad, ajustado por mínimos cuadrados, que permitirá ser más preciso en la elección.

Tabla 1. Ejemplo de síntesis por mínimos cuadrados de datos de variedades de maíz forrajero procedentes de ensayos realizados en 4 localidades de Galicia (1999 y 2000).

Variedad	Días	Altura	Enc.	PV	MAZ	PS	PB	CNET	FAD	DMO
Ciclo FAO 200 (35 variedades)	SR	cm	%	t/ha	%	t/ha	%	%	%	%
1.LG22.65	117	239	3	49,2	57	18,5	7,53	44,27	20,80	74,90
...
Valor mínimo	115	223	0	40,3	49	15,4	7,19	36,31	20,80	69,71
Valor máximo	129	262	23	62,3	61	22,6	8,61	44,63	25,69	74,90
Valor medio	119	241	6	52,2	55	19,7	7,83	41,30	22,76	72,01
Ciclo FAO 300 (15 variedades)										
1.Durandal	130	246	1	63,4	57	19,3	8,17	40,58	21,82	74,29
...
Valor mínimo	125	235	0	48,6	49	16,9	7,46	35,52	21,82	67,30
Valor máximo	134	279	21	66,4	58	21,4	8,17	42,15	26,43	74,29
Valor medio	130	253	5	60,7	54	19,7	7,85	38,67	23,92	70,59
DMS (5%)	7,0	11,6	11,3	5,4	4,7	2,1	0,51	4,25	2,21	2,29
C.V. (%)	3,0	3,4	120,4	7,1	6,3	7,8	4,7	7,6	6,7	2,3

Días SR:días entre siembra y recolección.Enc.:plantas encamadas (inclinadas más de 45° o caídas).PV:rendimiento en materia verde.PS:rendimiento en materia seca.MAZ:proporción de materia seca de mazorca sobre materia seca de planta entera.PB:proteína bruta sobre materia seca.CNET:carbohidratos no estructurales totales sobre materia seca.FAD:fibra soluble en detergente en medio ácido sobre materia seca.DMO:digestibilidad de la materia orgánica, expresada sobre materia orgánica.DMS:mínima diferencia significativa con el 95% de probabilidad.CV:coeficiente de variación.

Producción

En el pasado, cuando los métodos analíticos eran sólo posibles por vía húmeda, era difícil disponer de indicadores de calidad para un elevado número de variedades, por lo que la producción en materia seca era, en muchos casos, el único dato disponible junto con el porcentaje de mazorca en la planta, que se podría utilizar como índice de calidad por su elevada concentración energética. Quizá por eso, llegó a asumirse en esos momentos que un buen maíz para grano era también un buen maíz para forraje, pero esto ya no es válido en la actualidad, dada la importancia de la paja en la formación del rendimiento y el mayor rango de variación de su digestibilidad (Suárez *et al.*, 2001; Brichette *et al.*, 2000). Además, la correlación encontrada entre el % de mazorca y la digestibilidad de la planta entera es muy escasa (Figura 1).

Figura 1. Correlación entre porcentaje de mazorca (%ms) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO)

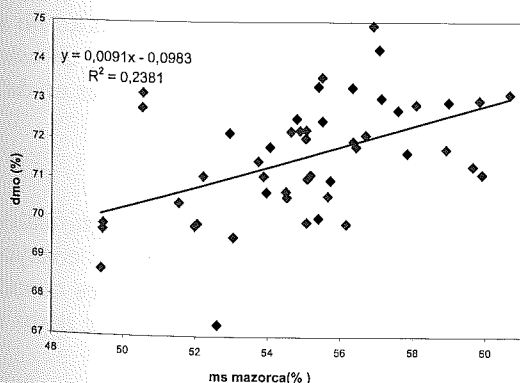
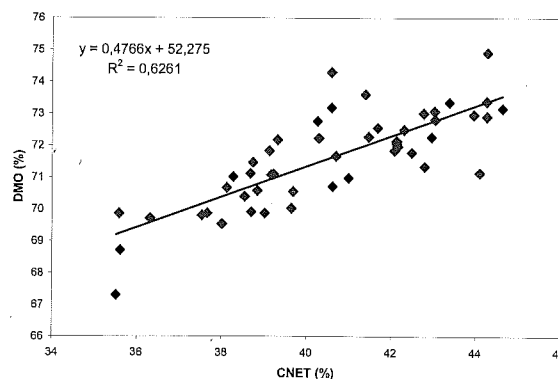


Figura 2. Correlación entre carbohidratos no estructurales (CNET) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO)



Producción y calidad

Energía y concentración energética

La producción, en el sentido de rendimiento por hectárea, habitualmente viene expresándose como toneladas de materia verde o de materia seca. En el momento actual sería más lógico expresarla como materia orgánica porque es en ella donde está la energía, pero si se dispone de la DMO lo recomendable sería presentarla como materia orgánica digestible (MOD), porque en ella reside la energía que van a utilizar los animales. Para facilitar la lectura e integrar la variación interanual e interzonal, se propone la presentación de la MOD (t/ha) en forma de índice en el que el valor 100 corresponda a la media de tres o cuatro variedades de referencia.

Pero esto no sería suficiente porque no tendríamos en cuenta el efecto de la concentración energética, es decir de la digestibilidad sobre la producción animal, que influye positivamente en la ingestión (Gallais *et al.*, 1975), debiendo indicarse también la DMO (o, en su caso, otra forma de expresar la concentración energética, según las necesidades del usuario, que podría ser bien la EM, bien las UFL por kg de materia seca).

Proteína

A pesar de que el maíz es un cultivo eminentemente energético porque su contenido en proteína es bajo, hay una cierta variabilidad, que no debe ignorarse al elegir una variedad. Dentro de las variedades elegidas en el apartado anterior, deberían seleccionarse aquellas que tengan una mayor riqueza en proteína.

Carbohidratos no estructurales

Los carbohidratos no estructurales (CNET) incluyen los azúcares solubles y el almidón, los componentes más digestibles. El contenido en almidón del maíz suele tomarse como un índice de calidad porque se asocia con alta concentración energética, lo que podría hacerse extensivo a los CNET porque los azúcares solubles son también muy digestibles. Por otro lado, la variación en CNET explica el 63 % de la variación de la DMO, entre las que existe una correlación positiva (Figura 2). A pesar de que algunos usuarios piden explícitamente el contenido en almidón para utilizarlo como índice de calidad, parece más lógico que se pidiese CNET, puesto que integra los azúcares solubles, o mejor aún la DMO, porque integra la calidad proporcionada por el almidón, los azúcares solubles y otras estructuras de la planta.

Se propone, por tanto, la DMO como único índice de concentración energética, aunque también podrían utilizarse EM o UFL en el caso de que resultasen más familiares para los usuarios.

Datos complementarios de cultivo

Resistencia al encamado

Es un carácter difícil de medir porque es muy dependiente de las condiciones meteorológicas del año y de la localidad en que la variedad haya sido ensayada. En un método de evaluación, como el que se comenta, en que no todas las variedades se siembran todos los años, resultan poco precisos los datos disponibles para ajustarlos por mínimos cuadrados porque en algunos años y localidades no se produce encamado, resultando favorecidas las variedades que se hayan ensayado solamente en estos años frente a las que han sido ensayadas solamente en años menos favorables. En todo caso, es un dato que debe tenerse en cuenta en zonas expuestas al viento, a pesar de su escasa precisión.

Número de ensayos

De la información disponible hasta el momento se puede decir que la Diferencia Significativa Mínima es de 1740 o 1310, kg de MOD/ha para variedades incluidas en 3 o 7 ensayos, respectivamente, lo que indica que los datos disponibles sobre cada variedad son más fiables cuando proceden de un número alto de ensayos. Por ello, se sugiere que en la tabla de presentación de datos se indique el número de ensayos en que la variedad estuvo incluida.

Propuestas de presentación de la información

Propuesta básica

Con base en todo lo anteriormente comentado, se propone una presentación de los resultados en forma de tabla en la que figuren los datos siguientes: nombre de la variedad, días siembra-recolección, encamado, producción en t/ha de materia orgánica digestible, índice con base 100, contenido en proteína bruta, DMO o sus equivalentes EM o UFL por kg de materia seca, y número de ensayos (Tabla 2)

Tabla 2. Propuesta de presentación de datos en forma de tabla

Variedad	Días	Enc.	MOD	Índice	PB	DMO	Número de ensayos
	SR	%	t/ha	(100=X)	%	%	
Variedad1	111	4	13,5	110	7,55	70,5	7

Días SR:días entre siembra y recolección.Enc.:plantas encamadas (caídas o inclinadas más de 45°).MOD:Materia orgánica digestible. Índice: tomando el valor 100 como media de producción de materia orgánica digestible por hectárea de las variedades testigo (X).PB:proteína bruta en % sobre materia seca.DMO:digestibilidad de la materia orgánica, expresada sobre materia orgánica.

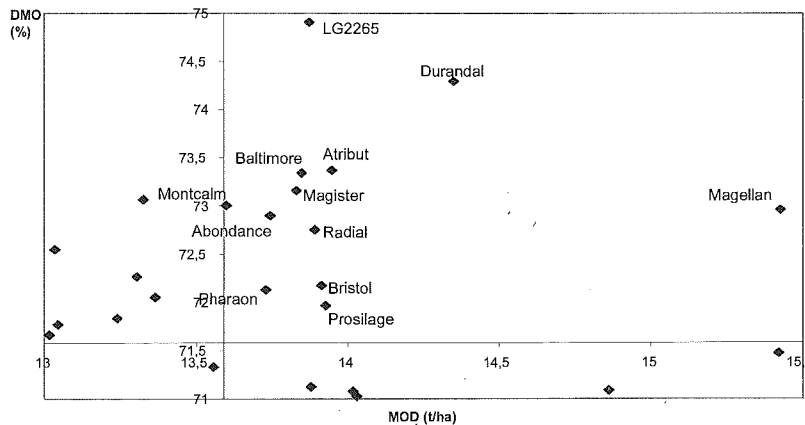
Propuesta complementaria

Para facilitar la lectura de la tabla anterior, se propone también una presentación complementaria en forma gráfica (Figura 3), de modo que en el eje de las x esté representada la producción en MOD y el de las y la DMO, señalando a su vez las rectas perpendiculares a los ejes que corten a estos en el valor medio para MOD y DMO del conjunto de variedades estudiadas. Asumiendo como mejores variedades las que superan a la media, tanto en producción de materia orgánica digestible como en digestibilidad de la materia orgánica, resultarían seleccionadas las del 1^{er} cuadrante de la Figura 3. Entendemos que esta sería una forma sencilla de elegir las variedades más recomendables desde el punto de vista productivo y de concentración energética. Como en este grupo de variedades seleccionadas hay gran variación en la precocidad, dentro de ellas podría elegirse la que más convenga en la explotación.

Comarcalización de la información

De momento hay pocos datos como para abordar el tratamiento de la información a escala comarcal, por ser estar en el comienzo del programa. Por eso, se presenta la información para la Comunidad Autónoma, ajustando por mínimos cuadrados los datos de todos los años y de todas las localidades. A medida que se vaya disponiendo de más información se intentará trabajar de forma comarcal, utilizando los criterios aquí expuestos.

Figura 3. Variedades más productivas (MOD, t/ha) y con mayor concentración energética (DMO)



Comentario sobre el intervalo siembra-recolección

El intervalo siembra-recolección (días siembra-recolección) ha variado con la localidad. De momento se asume, con base en la escasa información disponible, que en la costa norte está cinco días por debajo de la media y en las zonas más frías del interior cinco días por encima de la media.

CONCLUSIONES

Los datos deben presentarse en una tabla simplificada que incluya nombre, días entre siembra y recolección, encamado, producción de materia orgánica digestible por hectárea, índice productivo, digestibilidad de la materia orgánica y número de ensayos, que debe complementarse con una figura en la que se combine la producción con la calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBEYTO, F., 2000. *A intensificación das explotacións leiteiras galegas: intensificación técnica vs intensificación económica*. En: Cuadernillo de Divulgación Técnica, 2-9. *Separable de Cooperación Galega*, nº 50, Revista AGACA
- FERNÁNDEZ DE GOROSTIZA, 1990. *Elección de variedades*. En: Vademecum del maíz, 84-90. Ed. C. DE LIÑAN. Madrid (España)
- GALDÚROZ, G.; SÁEZ, J.L., 2000. Maíz forrajero: nuevos enfoques de la valoración energética. *Navarra Agraria*, 121, 28-37.
- BRICHETTE, I.; CASTRO, P.; LÓPEZ, A.; MORENO-GONZÁLEZ, J., 2000. Determinación de la variabilidad de 395 ecotipos de maíz forrajero para la digestibilidad de la materia orgánica mediante NIRS. En: *I Seminario de mejora genética vegetal*, 55-56. Ed. M. DE RON y M. SANTALLA. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago. Santiago (España)
- GALLAIS, A.; POLLACSEK, M.; HUGUET, L., 1975. Possibilités de sélection du maïs en tant que plante fourragère. 8^o Réunion Eucarpia de la Section Maïs-Sorgho. 15-17 septembre 1975. Versailles (Francia)
- SUÁREZ, R.; ANDRÉS, J.L.; PIÑEIRO, J., 2001. Producción y calidad del maíz forrajero en Galicia. *Actas de la XLI Reunión Científica de la SEEP*, 547-553.

CHOOSING FORAGE MAIZE VARIETIES IN GALICIA (NW SPAIN)

SUMMARY

In order to find a simple way to show the variety testing data of a group of 50 forage maize varieties, and make easy the decision to choose the best variety for a given farm, the production and quality data of these varieties tested in four sites in Galicia for 1999 and 2000 were used. The data were adjusted using the minimum squares method in order to have a single value for each parameter and variety. It is concluded that a basic table with information on variety name, sowing-harvesting interval, lodging, digestible organic matter (MOD) yield, index comparing with reference varieties, crude protein content, dry matter digestibility (DMO) and number of trials, should be used. A figure combining MOD yield with DMO should complement the table in order to find the group of the best varieties. After having this group identified, the table would be used to identify the best variety for a given farm, taking into account the geographic location and its sowing-harvesting interval.

Key words: value for cultivation and use, digestibility, *Zea mays*.

MEZCLAS CEREAL – LEGUMINOSA COMO FORRAJE INVERNAL EN ZONAS HÚMEDAS

A. MARTÍNEZ; A. ARGAMENTERÍA; B. DE LA ROZA Y A. MARTÍNEZ

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Consejería de Medio Rural y Pesca. 33820. Grado. Asturias. (España). Ciatagrado@princast.es

RESUMEN

Este trabajo se localizó en Grado (Asturias, Cornisa Cantábrica) en el año 2001 y su objetivo fue determinar el comportamiento productivo forrajero y el contenido en principios nutritivos de distintas mezclas cereal – leguminosa en las condiciones de zonas húmedas. Se sembraron dos cereales: avena y triticale en combinación con cuatro leguminosas: veza, guisante, alverjón y haboncillo.

Las mezclas con triticale, con respecto a las realizadas con avena, presentaron una menor altura de las plantas de cereal (64 cm frente a 98), una producción de materia seca similar (10,8 y 10,9 t MS/ha) y mayores contenidos sobre MS de proteína bruta (10,25 % frente a 9,37) y azúcares solubles (22,25 % frente a 16,17). Las mezclas con guisante o con haboncillo fueron más productivas que las sembradas con veza o con alverjones (10,9; 10,9; 8,1 y 7,9 t MS/ha respectivamente), además de presentar una tendencia hacia un mayor contenido de proteína bruta. La mezcla triticale – haboncillo fue de las más productivas con 10,9 t MS/ha (el máximo resultó 11,0 t MS/ha, para la avena – guisante) y mostró los mayores contenidos sobre MS en proteína bruta (10,67 %) y azúcares solubles (21,45 %).

Palabras clave: avena, triticale, veza, guisante, alverjón, haboncillo.

INTRODUCCIÓN

La conocida evolución hacia un aumento del número de vacas por explotación, ha provocado en la Cornisa Cantábrica la necesidad de maximizar la producción de forraje propio, para intentar reducir al mínimo las compras de alimentos foráneos. Este hecho está llevando en estos últimos años a un uso masivo de las rotaciones anuales de cultivos cuando las condiciones del suelo (posibilidades de mecanización, escasa pedregosidad, etc) lo permiten. La rotación más empleada es la de maíz (*Zea mays* L.) como cultivo de verano y raigrás italiano (*Lolium multiflorum* L.) como invernada, que se viene repitiendo de forma continuada en el mismo terreno en algunos casos hasta 10 – 15 años.

Debido a la necesidad de romper dicha dinámica, por el cansancio del suelo provocado, se plantea la introducción de nuevos cultivos, como son las mezclas cereal – leguminosa para forraje invernada. A este respecto existe información sobre mezclas avena – veza (Castro García *et al*, 1998) o avena – guisante (Mangado Urganiz *et al*, 2000), pero no sobre otras especies que pueden ser interesantes.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo forrajero y el contenido en principios nutritivos de distintas mezclas cereal – leguminosa en zonas húmedas de la Cornisa Cantábrica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en 2001 en Grado (Asturias), situado a 50 m de altitud, en suelos profundos y de alta fertilidad, con pH en H₂O de 5,7. En la Tabla 1 se presentan los valores termoplumiométricos para el período de cultivo.

Tabla 1: Temperatura media y precipitación mensual durante el ciclo del cultivo.

	Nov/00	Dic/00	Ene/01	Feb/01	Mar/01	Abr/01	May/01
Tª media (°C)	11,5	10,6	9,9	8,9	13,4	11,8	14,4
Precip. (mm)	155,2	96,9	127,9	54,0	125,4	67,9	56,0

Se evaluaron dos cereales: avena (*Avena sativa* L.) y triticale (x *Triticosecale* Wittm.), que se combinaron con cuatro leguminosas: veza (*Vicia sativa* L.), guisante forrajero (*Pisum sativum* L.), alverjón (*Vicia narbonensis* L.) y haboncillo (*Vicia faba* L.), con los cultivares y dosis de siembra especificados en la Tabla 2.

Tabla 2: Mezclas, variedades, dosis de siembra (semillas/m²) de cereal (CS) y leguminosa (LS) y estado fenológico de cada especie a la recogida.

Mezcla	Variedades	CS	LS	CE	LS
AVENA + GUISANTE	Previsión + Acisreina	150	100	IE	FF
	Previsión + Forrimax	150	100	IE	F
Avena + Alverjón	Previsión + *	150	75	IE	FV
Avena + Haboncillo	Previsión + Rutabon	150	25	IE	VG
Triticale + Veza	Senatrit + Acisreina	150	100	GL	FF
	Senatrit + Forrimax	150	100	GL	F
	Senatrit + *	150	75	GL	FV
Triticale + Haboncillo	Senatrit + Rutabon	150	25	GL	VG

IE: Inicio de espigado; GL: Grano lechoso; FF: Final de floración; F: Floración;

FV: Principio de formación de vainas; VG: Vainas con granos formados

*: Cultivo a recuperar y no hay variedades catalogadas

El diseño experimental fue el de parcela subdividida, en que la parcela principal (1,5 x 10 m²) era el cereal y la subparcela la leguminosa, combinándose para distribuir al azar las ocho mezclas distintas. Se realizaron cuatro repeticiones por mezcla.

Las labores de siembra fueron las de alzado, pase de rotovator, aplicación de fertilizantes, pase de rotovator, siembra a voleo (29/11/00), enterrado de la semilla con un pase muy superficial de rotovator y posterior pase de rulo compactador. El abonado consistió en la aplicación en el momento de la siembra de 125 kg/ha de P₂O₅ y de K₂O y de 40 kg de N el 15/2/01, cuando era notorio el inicio del crecimiento tras la parada vegetativa invernal.

Este tipo de mezclas cereal-leguminosa han de encajarse en la explotación en una rotación de cultivos, que por regla general tiene al maíz como componente de verano. Por este motivo, han de recogerse en fechas que permitan las labores necesarias para la implantación posterior de este forraje, que además es considerado como núcleo de la rotación por su capacidad productiva, sensiblemente superior a la que pueden ofrecer los cultivos invernales. En base a este hecho, se tomó la decisión de cortar todas las parcelas el 15/5/01, ya que el retrasar esta fecha podría suponer en la práctica comprometer en gran medida una buena implantación y desarrollo del maíz. Esto trajo como consecuencia el cosechar con distintos estados fenológicos, que se especifican para cada especie en la Tabla 2.

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 en cada especie, y, el corte con segadora pendular a ocho cm del suelo de un rectángulo de 0,90 x 9,10 (8,19 m²) dentro de cada parcela elemental, midiendo peso verde. Una alícuota del mismo se desecó a 60°C en estufa de aire forzado para determinación de materia seca y posterior análisis florístico, separando los componentes como CS (cereal sembrado) y LS (leguminosa sembrada). Posteriormente, se molió a 0,75 mm esta muestra previamente desecada, determinando en ella materia seca final y cenizas (Van Es y Van Der Meer, 1983), proteína bruta (PB) como N Keldahl x 6,25 según TECATOR (1995), fibra neutro detergente (FND) según Van Soest *et al* (1991) y estimando la digestibilidad in vivo de la materia orgánica (Dovivo) en función de la digestibilidad enzimática de la misma, empleando el método FND - celulasa (Riveros y Argamenteria, 1987). Considerando los valores obtenidos, se predijo el contenido en energía metabolizable (EM), según M.A.F.F. (1984). Por último, también se realizó la determinación del contenido en azúcares solubles según Hoffman (1937).

RESULTADOS

Parámetros productivos

Los resultados se presentan en la Tabla 3. Una de las características más importantes a la hora de emplear un forraje en las explotaciones es que no se encame. En el presente trabajo no se realizaron mediciones de este aspecto, ya que las condiciones climatológicas (lluvias bien distribuidas y escasa presencia de viento) propiciaron que no hubiera plantas tumbadas en ninguna de las mezclas estudiadas. No obstante, cabe resaltar, teniendo en cuenta las variedades utilizadas, que la mayor altura media de las plantas de avena (98 cm) frente a las del triticale (64 cm) ($p > 0,01$) pudiera dar lugar a una mayor exposición al viento y, por tanto, a un mayor riesgo de encamado en el caso de que las condiciones climatológicas hubiesen sido diferentes. En este sentido, también es interesante resaltar que, dentro de las leguminosas utilizadas, los haboncillos son los que presentaron una menor altura de plantas (71 y 75 cm) y unos tallos más fuertes que en principio le proporcionan una buena resistencia, independientemente de no tener zarcillos para unirse al cereal y así facilitar el mantenerse de pie.

Las medias de producción en verde según cereales no difirieron significativamente. Pero, si en cuanto a según leguminosas, siendo las mezclas con guisante forrajero las que más peso obtuvieron (54,1 t/ha), seguido de las de los haboncillos, veza y alverjón, con cantidades respectivas de 46,3; 38,4 y 32,3 t/ha.

El porcentaje de materia seca de cada mezcla, muestra lo comentado anteriormente acerca del distinto estado fenológico a la recolección. Así, el triticale, al estar en estado de grano lechoso indujo mayor contenido que la avena, que se encontraba al inicio del espigado. Según leguminosas, también hubo diferencias, dándose el máximo valor para las mezclas con alverjones, derivado más del envejecimiento de tallos y hojas que de su estado de maduración. Es decir que, aunque estaba menos avanzado que el de los haboncillos, éstos consiguieron mantenerse más verdes. Las mezclas con guisantes fueron las que presentaron un estado de maduración más precoz y un menor porcentaje de materia seca.

En la producción final de materia seca no hubo diferencias según tutores utilizados. Así, las mezclas con avena produjeron una media de 9,4 t MS/ha que sólo fue 0,1 t MS/ha menor que la de las mezclas con triticale. Según leguminosas, al igual que ocurrió con el peso verde, se dieron producciones diferentes. Las mezclas con guisante forrajero y con haboncillo consiguieron la misma producción media (10,9 t MS/ha), que fue superior ($p > 0,05$) a las que se dieron con veza o con alverjones (8,1 y 7,9 t MS/ha respectivamente).

Tabla 3: Altura de las plantas (cm), peso verde (t/ha) (P.V.), porcentaje de materia seca (% MS), producción (t MS/ha) (Prod) y porcentajes sobre la misma de cereal sembrado (CS) y de leguminosa sembrada (LS) de las distintas mezclas.

	CS	LS	P.V.	% MS	Prod	% sobre producción	
						CS	LS
+ Veza	91	89	39,7	19,68	7,8	49	51
+ Guisante	107	115	55,2	19,98	11,0	37	63
+ Alverjón	97	90	35,0	23,41	8,2	45	55
+ Haboncillo	97	71	47,9	22,56	10,8	46	54
Media	98	91	44,5	21,40	9,4	44	56
DMS (5%)(1) (1)	NS	18	10,9	2,44	2,0	NS	NS
+ Veza	64	91	37,1	23,14	8,5	55	45
+ Guisante	63	120	53,0	20,44	10,7	27	73
+ Alverjón	63	83	29,5	25,78	7,6	43	57
+ Haboncillo	67	75	44,8	24,39	10,9	41	59
Media	64	92	41,1	23,44	9,5	42	58
DMS (5%)(1) (1)	NS	15	10,8	2,86	2,3	NS	NS
Sig Cereal (2)	**	NS	NS	**	NS	NS	NS
<i>Veza</i>	77	90	38,4	21,41	8,1	52	48
Guisante	85	117	54,1	20,19	10,9	32	68
Alverjón	80	86	32,3	24,60	7,9	44	56
Haboncillo	82	73	46,3	23,47	10,9	43	57
DMS (5%)(1) (1)	NS	17	10,5	3,15	2,0	17	17

(1) Diferencia mínima significativa al 5 %.

(2) Significación estadística entre los cereales: NS: no significativo, **: significativo al 1%

El porcentaje de cereal y leguminosa sobre el total de la producción de las parcelas fue similar para las mezclas con avena (44 y 56 % respectivamente) que para las realizadas con triticale (42 y 58 %). La leguminosa que obtuvo más participación en la producción fue el guisante forrajero (con un 68 % de media), seguido de los haboncillos y alverjones con un porcentaje similar (57 y 56 % respectivamente) y por último la veza con un 48 %. La única mezcla en la que la participación en la producción de la leguminosa fue inferior al 50 % fue la de triticale con veza.

Principios nutritivos

Los resultados se presentan en la Tabla 4. Las medias de las mezclas con triticale presentaron mayor porcentaje de PB ($p > 0,05$) que las sembradas con avena (10,25 vs 9,37% MS respectivamente). Las medias según leguminosas no difirieron significativamente. No obstante, las mezclas con haboncillos son las que presentaron el mayor valor, con un 10,67% MS, seguido de cerca de las realizadas con guisante forrajero, (10,28% MS) y a un poco más de distancia las ejecutadas con alverjones y veza, (9,26 y 9,04% MS respectivamente). En todos los casos, estos porcentajes son más bajos que los presentados y publicados en otros trabajos (Castro *et al*, 1998; Aizpurúa *et al*, 2001), lo que se atribuye a un bajo porcentaje de participación de las distintas leguminosas en la producción total (Tabla 3), que rondó el 57 %, mientras que los trabajos de Castro *et al*, (1998) señalan la necesidad de conseguir unos contenidos entre el 60 y 70 % para lograr un porcentaje de proteína bruta del orden del 12 %.

Tabla 4: Porcentajes sobre materia seca de proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND) y azúcares solubles (AZS) y estimaciones de digestibilidad in vivo de la materia orgánica (Dovivo,) y energía metabolizable (EM, MJ/kgMS).

	PB	FND	AZS	Dovivo	EM
+ Veza	8,04	62,19	16,91	61,45	9,35
+ Guisante	9,66	61,93	12,54	61,90	9,42
+ Alverjón	10,27	55,89	16,31	63,81	9,74
+ Haboncillo	9,52	56,39	16,93	62,86	9,62
Media	9,37	59,10	16,17	62,50	9,53
DMS (5%)(1) (1)	NS	NS	NS	NS	NS
+ Veza	10,05	51,89	21,93	62,16	9,44
+ Guisante	10,90	50,88	19,15	62,85	9,58
+ Alverjón	8,25	53,22	23,93	63,62	9,76
+ Haboncillo	11,82	46,07	23,98	65,20	9,96
Media	10,25	50,52	22,25	63,46	9,68
DMS (5%)(1) (1)	0,71	5,60	3,88	NS	NS
Sig Cereal (2)	*	***	***	NS	NS
<i>Veza</i>	9,04	57,04	19,42	61,80	9,39
Guisante	10,28	56,41	15,85	62,37	9,50
Alverjón	9,26	54,55	20,12	63,72	9,75
Haboncillo	10,67	51,23	21,45	64,03	9,79
DMS (5%)(1) (1)	NS	NS	NS	NS	NS

(1) Diferencia mínima significativa al 5 %.

(2) Significación estadística entre los cereales: NS: no significativo, **: significativo al 1%

A pesar de que el porcentaje de FND fue inferior ($p > 0,001$) en las mezclas con triticale que con avena (50,52 vs 59,10 %MS), no se tradujo en una diferencia clara en la Dovivo estimada, que sólo fue un 0,96 % superior y no estadísticamente diferente. Las diferencias entre las medias según con leguminosas tampoco llegaron a ser estadísticamente significativas ni para los porcentajes de FND ni para los de Dovivo, presentado el valor mínimo para FND y máximo para Dovivo las mezclas con haboncillos. Las realizadas con veza fueron las de menor Dovivo predicha.

La energía metabolizable estimada (MJ/kg MS), no presentó diferencias ni teniendo en cuenta el tipo de cereal ni el de leguminosa empleados, debido a lo anterior y a mínimas diferencias en el contenido en cenizas.

El porcentaje de azúcares solubles fue superior ($p > 0,001$) en la media de las mezclas con triticale que con avena, con una diferencia entre ambos de 6,08 puntos, superándose en los dos casos el nivel del 15 %MS. En las medias según leguminosas hubo escasas diferencias, habiendo sido las realizadas con haboncillos las que tendieron a dar unos porcentajes más elevados. El máximo valor fue conseguido por la mezcla triticale - haboncillo, con un 23,98 % y el mínimo por la avena - guisante, con un 12,54 %.

CONCLUSIONES

Con las variedades empleadas, el triticale frente a la avena presentó una menor altura de plantas, que le confiere una menor exposición a los vientos y por tanto menor riesgo de encamado. La producción fue similar según ambos cereales, aunque el triticale proporcionó un mayor contenido en proteína bruta y azúcares solubles.

Las mezclas con guisante forrajero y haboncillo fueron más productivas y presentaron una tendencia hacia un mayor contenido en proteína bruta que las realizadas con veza o con alverjones.

La mezcla triticale - haboncillo fue de las más productivas y mostró los mayores contenidos en proteína bruta y azúcares solubles.

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. En: *Actas de la XLI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. I Foro Iberoamericano de Pastos*, 539 – 545. Alicante (España).
- CASTRO GARCÍA, M.P. y PIÑEIRO ANDIÓN, 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. En: *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 173 – 176. Soria (España).
- HOFFMAN, W. S., 1937. A rapid photoelectric method for the determination of glucose in blood and urine. *J. Biol. Chem.*, **120**, 51-55.
- M. A. F. F., 1984. Energy allowances and feeding systems for ruminants. Reference Book 433. Her Majesty's Stationery Office. London (U.K). pp 71.
- MANGADO URGANIZ, J.M.; AMEZTOY JUSTE, J.M., 2000. Alternativas forrajeras intensivas en la Navarra húmeda. Análisis económico. *III Reunión Iberica de Pastos y Forrajes*, 755-761
- RIVEROS, E.; ARGAMENTERÍA, A., 1987. Métodos enzimáticos para la predicción de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de forrajes. I. Forrajes verdes. II. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, **12**, 49-75.
- TECATOR, 1995. The determination of nitrogen according to Kjeldahl using block digestion and steam distillation. *Perstop Analytical*. Application note, AN 300.
- VAN ES, A. J. H.; VAN DER MEER, J. M., 1980. Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals. Institute for Livestock Feeding and Nutrition Research Delystad. The Netherlands 6-74.
- 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.

CEREAL-LEGUME MIXTURES AS A WINTER FORAGE IN ATLANTIC AREA

SUMMARY

This work was carried out in 2001 in Grado (Asturias, North Spain, Atlantic Area), with the objective to evaluate yield profit and chemical composition of eight cereal-legume forage mixtures in this climatic area: The cereals compared were oat and triticale sown with common vetch, field pea, narbonne vetch of field bean as legumes.

The height of triticale plants were lower than cereal plants height (64 vs 98 cm), with similar dry matter yield (10.8 vs 10.9 t DM/ha), and more crude protein and water soluble carbohydrates (10.3 vs 9.4 % and 22.3 vs 16.2 % respectively), on dry matter basis.

The forage mixtures field profit with field pea or field bean were higher than those with common vetch or narbonne vetch (10.9; 10.9; 8.1 and 7.9 t DM/ha, respectively). In addition, those mixtures showed a trend to improve their crude protein content.

The triticale-field bean mixture had one of the larger field profit with 10.9 t DM/ha (the best result was for oat-field pea with 11.0 t DM/ha), and also had the higher crude protein (10.67%) and water soluble carbohydrates (21.45%) on dry matter basis.

Key words: oat, triticale, common vetch, field pea, narbonne vetch, field bean.

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

J. A. OLIVEIRA¹, E. GONZÁLEZ², P. CASTRO² Y L. COSTAL²

¹Dpto. de Biología de Organismos y Sistemas. Área de Producción Vegetal. Universidad de Oviedo. C/ Catedrático Rodrigo Uría s/n. 33071 Oviedo. E-mail: oliveira@correo.uniovi.es. ²Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña. España. E-mail: ernesto.gonzalez.arraez@mail.xunta.es; ciala011@igatel.igape.es; ciala007@igatel.igape.es.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la respuesta en producción de materia seca y el valor nutritivo de dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa del hongo endofito *Neotyphodium lolii* y los mismos genotipos no infectados. Los genotipos infectados (EI) se obtuvieron por cruzamiento independiente entre una planta infectada con dos plantas no infectadas, recogiendo la semilla en la planta infectada. Los genotipos no infectados (EF) se obtuvieron recogiendo la semilla en las plantas no infectadas. En el tercer año de ensayo, el efecto genotipo de raigrás inglés no fue significativo para ninguno de los caracteres estudiados. Sin embargo, la presencia de hongo endofito aumentó significativamente ($P < 0,05$) la producción de materia seca anual (11,4 t/ha en EI respecto a 10,6 t/ha en EF) y la digestibilidad *in vitro* media anual (769 g/kg en EI respecto a 747 g/kg en EF) en Mabegondo. En cambio, en Puebla de Brollón, el hongo endofito no influyó significativamente ($P > 0,05$) en ninguno de los caracteres estudiados.

Palabras clave: ensayos agronómicos, estreses ambientales, *Lolium perenne*, *Neotyphodium lolii*, NIRS.

INTRODUCCIÓN

En poblaciones de raigrás inglés (*Lolium perenne* L.) recogidas en el Norte de España se ha comprobado la existencia del hongo endofito *Neotyphodium lolii* (Oliveira y Castro, 1998), de manera similar a lo ocurrido en poblaciones de raigrás inglés recogidas en otros países europeos (Lewis *et al.*, 1997). Varios estudios europeos han mostrado que la presencia de los hongos endofitos parece aportar alguna ventaja al raigrás inglés en zonas con estreses (sequía, temperaturas altas en verano, déficits hídricos, etc.), en ausencia de ataques claros de insectos (Ravel *et al.*, 1995; Oliveira *et al.*, 1997). Algunos estudios también han mostrado que los pastos infectados con dichos hongos pueden causar problemas de salud en herbívoros (Fletcher *et al.*, 1993).

En las condiciones climáticas gallegas se comprobó que las poblaciones infectadas con los hongos *Neotyphodium* producen los alcaloides lolitreno B y ergovalina (Oliveira *et al.*, 1997; Oliveira *et al.*, 2000).

Los efectos beneficiosos del hongo son el resultado de interacciones específicas entre las plantas que albergan el hongo, la cepa del hongo y las condiciones ambientales (Lewis, 1990). En la mayoría de los ensayos, los tratamientos con endofito y sin endofito consisten en genotipos (o cultivares) con sus endofitos naturales y los mismos genotipos sin endofitos. Este tipo de material hace muy difícil separar los efectos de los genotipos de la planta y del hongo.

Debido a esto, se planteó este estudio para investigar los efectos de la infección con una cepa de un hongo endofito en el comportamiento agronómico y el valor nutritivo de dos genotipos de raigrás inglés en dos localidades de Galicia, con condiciones de clima y suelo diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se inició en otoño de 1998, estableciéndose en dos lugares de Galicia: Mabegondo (A Coruña), a 150 m de altitud, y Puebla de Brollón (Lugo), a 400 m de altitud. En el año 2001, Puebla de Brollón mostró un mayor estrés climático que Mabegondo ya que se caracterizó por mayores temperaturas medias de máximas y por temperaturas medias mínimas y precipitaciones más bajas que Mabegondo (19,3 °C frente a 19,1 °C, 8,2 °C frente a 8,5 °C y 864 mm frente a 1100 mm, respectivamente). Estas condiciones limitaron el crecimiento del raigrás inglés y el número de cortes durante el año en Puebla de Brollón.

Para obtener los dos genotipos de raigrás inglés infectados con el hongo endofito se hicieron dos cruzamientos diferentes, uno por genotipo, entre dos plantas no infectadas con una infectada naturalmente, para lo cual se situaron en un campo protegido por una barrera de cereal, ocho tallos de la planta infectada y otros ocho de la no infectada. Esto se repitió en otro lugar y en las mismas condiciones de aislamiento, realizándose el otro cruzamiento.

Se obtuvieron en cada planta semilla de dos versiones de cada genotipo, infectada y no infectada, lo cual se comprobó mediante el análisis microscópico de 100 semillas, obteniéndose porcentajes del 81 y 98% para los genotipos infectados y del 0% para los no infectados.

Todas las versiones se sembraron en parcelas de 6,5 m² a una dosis de semilla de 25 kg/ha según un diseño experimental de bloques al azar, con cinco repeticiones en Puebla de Brollón y cuatro en Mabegondo.

Previo al establecimiento del ensayo se aportaron 150 kg/ha de P₂O₅ y K₂O y 50 kg/ha de N. Como abonado de mantenimiento se aplicaron 100 kg/ha de P₂O₅ en ambos campos, 200 kg/ha de K₂O en Mabegondo y 100 kg/ha en Puebla de Brollón. La cantidad de Nitrógeno aportada varió entre 100 kg/ha cuando se hicieron tres-cuatro cortes y 200 kg/ha cuando se hicieron cinco-seis. En Mabegondo se hicieron seis cortes en el primer año que siguió a la siembra y cinco en los dos siguientes. En Puebla de Brollón se hicieron cuatro en el primero y tres en los dos siguientes. En cada corte se hicieron controles de rendimiento en el campo con motosegadora, cogiéndose una muestra para determinación de materia seca en estufa de aire forzado a 80 °C durante 17 horas. Posteriormente las muestras ya secas se molieron en molino Christy-Norris provisto de un tamiz de un mm para la determinación en el espectrofotómetro de infrarrojo próximo (NIRS) y siguiendo las ecuaciones actualizadas por Castro y Oliveira (1996) de la digestibilidad "in vitro" (IVOMD), proteína bruta (PB) y contenido en carbohidratos solubles en agua (CSA).

Se comprobó que el nivel de infección de cada versión de los genotipos de raigrás seguía siendo lo esperado (alrededor del 100% en las EI y 0% en las EF), al recoger en las parcelas al menos 50 tallos por versión de cada genotipo en cada localidad en el verano del 2001 y realizar su examen microscópico.

Los datos obtenidos en el 2001, se analizaron de manera independiente en cada localidad, mediante un análisis de varianza con los efectos principales bloque, genotipo, versión de endofito y la interacción genotipo por versión de endofito. En ausencia de interacción significativa, las medias del efecto principal "versión de endofito" se compararon con el método de Bonferroni (SAS, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se puede observar que el efecto genotipo del raigrás inglés no resultó significativo para ninguno de los caracteres ($P > 0,05$), lo que nos indica, que los efectos de la cepa del endofito en la producción de materia seca y valor nutritivo no dependen del genotipo de la planta. En cambio, el efecto versión de endofito (presencia o ausencia de hongo endofito) resultó significativo para la producción de materia seca anual y la digestibilidad *in vitro* media anual en Mabegondo ($P < 0,05$) y no significativo para ningún carácter en Puebla de Brollón. Se encontró una interacción entre el efecto genotipo del raigrás inglés y la versión de endofito en el contenido en proteína bruta en Mabegondo. Este resultado sugiere una cierta especificidad de la asociación entre el efecto genotipo de raigrás inglés y el hongo endofito, por la cual, la presencia de la cepa del endofito en los genotipos de raigrás inglés no siempre tiene una influencia significativa en el contenido en proteína bruta, sino que depende del genotipo del raigrás. La comparación de medias (Tabla 2) mostró que, en el caso de los caracteres significativos, las versiones infectadas (EI) sobrepasaban a las no infectadas (EF), en un 7,5% y en un 2,9% en producción de materia seca y en digestibilidad *in vitro*, respectivamente. Ya que en este trabajo sólo se utilizó una cepa de endofito, las diferencias observadas son válidas únicamente para los genotipos de la planta y el hongo estudiados.

Es bien conocido que la fertilización nitrogenada aumenta la producción de forraje en las gramíneas. Cheplick *et al.* (1989) analizaron los efectos de los endofitos en la producción de materia seca en plántulas de festuca alta y raigrás inglés con diferentes niveles de fertilización. En ambas especies infectadas con el hongo endofito, la producción de materia seca fue mayor con niveles de fertilización altos, respecto a las mismas especies no infectadas. Sin embargo, a niveles de fertilización limitados, no encontraron diferencias en la producción de materia seca.

Tabla 1. Análisis de varianza de la producción de materia seca (MS = producción de materia seca en t/ha) y valor nutritivo (PB = proteína bruta en g/kg MS, CSA = carbohidratos solubles en agua en g/kg MS e IVOMD = digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en g/kg MO) en dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endofito y los mismos genotipos no infectados en el tercer año de estudio. Ge = genotipos de raigrás inglés; En = versiones de endofitos; Ge*En, es la interacción. *, **, *, NS = Test F significativo al nivel $P < 0,05$, $0,01$ y $0,001$ y no significativo ($P > 0,05$), respectivamente.**

		Cuadrados Medios			
		Ge	En	Ge*En	Error
Mabegondo	MS	0,02NS	2,31*	0,03NS	0,40
	PB	2,89NS	126,56NS	362,27*	57,33
	CSA	10,03NS	200,22NS	30,25NS	132,25
	IVOMD	89,14NS	1935,27*	0,04NS	228,71
Puebla	MS	0,63NS	0,02NS	0,04NS	0,45
	PB	1,09NS	5,00NS	3,75NS	85,16
	CSA	152,35NS	8,62NS	16,44NS	212,41
	IVOMD	285,26NS	345,56NS	0,02NS	77,43

La ausencia de efectos de la infección con endofitos en la producción de materia seca en Puebla de Brollón se puede deber a la fertilización nitrogenada más limitada en esta zona (100 kg/ha de N) respecto a la aplicada en Mabegondo (200 kg/ha de N).

Las gramíneas infectadas con los hongos endofitos toleran mejor los déficits hídricos al reducir la transpiración pero eso no significa que tengan una mayor producción de materia seca que las gramíneas no infectadas (Eerens *et al.*, 1998). Esto también podría explicar el porqué en Puebla de Brollón, al tener unos déficits hídricos mayores que en Mabegondo, la producción de materia seca no haya sido superior en los genotipos de raigrás inglés infectados respecto a los no infectados. Para

comprobar si hay una mayor tolerancia a la sequía en los genotipos infectados se realizará en el 2003 una anotación de la persistencia de las plantas en ambas localidades.

Tabla 2. Valores medios y errores estándar (e.s.) de la producción de materia seca (MS = producción de materia seca en t/ha) y valor nutritivo (PB = proteína bruta en g/kg MS, CSA = carbohidratos solubles en agua en g/kg MS e IVOMD = digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica en g/kg MO) en dos genotipos de raigrás inglés infectados con una cepa de hongo endofito (EI) y los mismos genotipos no infectados (EF) en el tercer año de ensayo. Medias seguidas por diferentes letras en las filas difieren significativamente al nivel 5% de probabilidad según el test T de Bonferroni.

		EI	EF	e.s.
Mabegondo	MS	11,4a	10,6b	0,64
	PB	130	135	7,57
	CSA	208	201	11,50
	IVOMD	769a	747b	15,12
Puebla	MS	8,8	8,7	0,67
	PB	140	141	9,22
	CSA	215	217	14,57
	IVOMD	834	826	8,80

El hecho de encontrar un efecto positivo de la infección con el hongo endofito en la digestibilidad *in vitro* de los genotipos de raigrás inglés sólo en Mabegondo y no en Puebla se puede deber también al hecho de haber aplicado una fertilización nitrogenada más alta en Mabegondo según mostraron Vázquez-de-Aldana *et al.* (2000) en plantas de *Festuca arundinacea* cultivadas en invernadero.

El estudio del valor nutritivo se está completando con la determinación del contenido en alcaloides tóxicos que puedan tener las plantas infectadas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos durante el tercer año de evaluación muestran un efecto positivo de una cepa de hongo endofito en la producción de materia seca de dos genotipos de raigrás inglés en una zona de Galicia (Mabegondo) con buenas condiciones para la producción forrajera y con una fertilización nitrogenada alta. En el mismo sentido, el valor nutritivo de los genotipos de raigrás inglés infectados con el endofito, expresado mediante la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica, resultó superior al de las plantas no infectadas en Mabegondo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha podido realizar gracias a la financiación concedida en el proyecto RF95-017-C2-1 del programa de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTRO, P.; OLIVEIRA, J.A., 1996. Breeding for quality: analysis of perennial ryegrass by NIRS. En: *Proceedings of the 16th European Grassland Federation Meeting: Grassland and land use systems*, 41-42. Ed. G. PARENTE. Grado (Italia).
- CHEPLICK, G.P.; CLAY, K.; MARKS, S., 1989. Interactions between infection by endophytic fungi and nutrient limitation in the grasses *Lolium perenne* and *Festuca arundinacea*. *New Phytologist*, **111**, 89-97

- EERENS, J.P.J.; LUCAS, R.J.; EASTON, H.S.; WHITE, J.G.H., 1998. Influence of the endophyte (*Neotyphodium lolii*) on morphology, physiology, and alkaloid synthesis of perennial ryegrass during high temperature and water stress. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **41**, 219-226.
- FLETCHER, L.R.; GARTHWAITE, I.; TOWERS, N.R., 1993. Ryegrass staggers in the absence of lolitrem B. En: *Proceedings of the Second International Symposium on Acremonium/Grass Interactions*, 119-121. Ed. C.E.
- LEWIS, G.C., 1990. Herbage yield of nine genotypes of perennial ryegrass with and without infection by ryegrass endophyte. *Annals of Applied Biology*, **116**, 108-109.
- LEWIS, G.C.; RAVEL C.; NAFFAA, W.; ASTIER, C.; CHARMET, G., 1997. Occurrence of *Acremonium* endophytes in wild populations of *Lolium spp.* in European countries and a relationship between level of infection and climate in France. *Annals of Applied Biology*, **130**, 227-238.
- OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.E.; COLLAR, J.; CASTRO, P., 1997. The perennial ryegrass endophyte in Galicia (Northwest Spain). *Journal of Agricultural Science*, **129**, 173-177.
- OLIVEIRA, J.A.; CASTRO, V., 1998. Incidence of *Neotyphodium* endophytes in Spanish perennial ryegrass (*Lolium perenne L.*) accessions. *Plant Genetic Resources Newsletter*, **113**, 1-3.
- OLIVEIRA, J.A.; ROTTINGHAUS, G.; PREGO, C., 2000. Endophytic fungi and alkaloid production in grass seeds in Northern Spain. En: *Book of Abstracts of the Grassland Conference 2000: 4th International Neotyphodium/Grass Interactions Symposium*, 130. Ed. University of Paderborn, Soest (Alemania).
- 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. En: *Actas de la XLI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos y I Foro Iberoamericano de Pastos*, 569-573.
- RAVEL, C.; CHARMET, G.; BALFOURIER, F., 1995. Influence of the fungal endophyte *Acremonium lolii* on agronomic traits of perennial ryegrass in France. *Grass Forage Science*, **50**, 75-80.
- SAS, 1994. SAS/STAT procedures. SAS Technical Report. SAS Institute Inc., Carry, NC, (Estados Unidos).
- VAZQUEZ-DE-ALDANA, B.R.; GARCIA-CIUDAD, A.; ZABALGOGEAZCOA, I.; GARCIA-CRIADO, B., 2000. Effect of fungal endophyte infection on nutritional quality in *Festuca arundinacea*. En: *Grassland Science in Europe*, Vol. **5**, 176-178. Ed. K. SOEGAARD, C. OHLSSON, J. SEHESTED, N.J. HUTCHINGS, T. KRISTENSEN. Aalborg (Dinamarca).

DRY MATTER YIELD AND HERBAGE QUALITY IN TWO PERENNIAL RYEGRASS ENDOPHYTE INFECTED ON THE THIRD YEAR AFTER SOWING IN GALICIA

SUMMARY

The objective of this study was to determine the influence on yield and herbage quality of two endophyte-infected (EI) perennial ryegrass with the same endophyte and the same genotypes without endophyte (EF). Infected genotypes were obtained by crossing one naturally infected plant with two non-infected plants. On the third year, perennial ryegrass genotype effect was non significant for the characters studied. However, endophyte fungus significantly improved ($P < 0,05$) dry matter yield (11,4 t/ha in EI versus 10,6 t/ha in EF) and *in vitro* organic matter digestibility (769 g/kg in EI versus 747 g/kg in EF) at Mabegondo. At Puebla de Brollón, non significant differences were found ($P > 0,05$) in any of the characters studied.

Key words: environmental stress, *Lolium perenne*, *Neotyphodium lolii*, NIRS, trials.

ACCIÓN DEL ABONADO NITROGENADO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA MOVILIZACIÓN DE RESERVAS NITROGENADAS DE LA ALFALFA

I. DELGADO, N. MARTINEZ, D. ANDUEZA Y F. MUÑOZ

Servicio de Investigación Agroalimentaria, Diputación General de Aragón. Apartado 727, 50080 Zaragoza.

RESUMEN

Recientes estudios han mostrado que la alfalfa (*Medicago sativa* L.) moviliza las reservas nitrogenadas acumuladas en las raíces para formar el nuevo rebrote tras el corte, y que la aportación de abono nitrogenado mineral contribuye a la formación del rebrote y a la movilización de dichas reservas. La evolución que siguen las reservas de la raíz y corona se estudia en la alfalfa cv. 'Aragón', en condiciones de campo, cuando se aportan 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno mineral en el momento del corte. Los resultados muestran un descenso de las reservas nitrogenadas de la raíz hasta dos semanas después del corte, luego las reservas se recuperan. La movilización de las reservas de la corona queda enmascarada por el incremento de peso de la misma. La aportación de nitrógeno mineral después del corte incrementa la movilización de reservas de la raíz, pero no mejora el vigor inicial ni la producción total de materia seca o de proteína bruta.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., producción de forraje, proteína bruta, regadío, fertilización.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) acumula en las raíces y corona el exceso de sustancias nutritivas producidas durante la fotosíntesis en forma de carbohidratos y polipéptidos, los cuales son movilizados tras el corte para formar un nuevo rebrote. La utilización que hace la planta de las reservas de carbohidratos de la raíz ha sido extensamente estudiada (Cooper y Watson, 1968); sin embargo, sólo recientemente se ha investigado la evolución de las reservas nitrogenadas (Lemaire *et al.*, 1992; Barber *et al.*, 1996; Skinner *et al.*, 1999).

Los estudios fueron iniciados por Vance *et al.* (1979), los cuales constataron que la fijación simbiótica del nitrógeno decrecía rápidamente después del corte y permanecía baja durante 10 a 14 días. La planta no cubría suficientemente sus necesidades de nitrógeno a través de la actividad simbiótica o la mineralización del nitrógeno del suelo, por lo que sugirieron que debían utilizarse otras fuentes de aprovisionamiento. Lemaire *et al.* (1992) establecieron en 40 kg de N ha⁻¹, el aporte de las raíces a la formación del nuevo rebrote. Barber *et al.* (1996) comprobaron, en condiciones de cultivo hidropónico, que 10 días después del corte la planta había movilizado el 25% de sus reservas nitrogenadas totales en raíces y corona y el 35% del nitrógeno mineral enriquecido (N¹⁵), aportado como fertilizante en el momento del corte. Skinner *et al.* (1999) observaron que la movilización del nitrógeno de las raíces se incrementaba con la fertilización mineral.

El presente trabajo pretende estudiar la acción del abonado nitrogenado mineral, aportado en el momento del corte, sobre la evolución de las reservas nitrogenadas de la raíz y de la corona, y si aquel podría contribuir a mejorar el vigor inicial de crecimiento de la planta tras el corte, en condiciones de campo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo sobre el cultivar 'Aragón', en el Servicio de Investigación Agroalimentaria de la Diputación General de Aragón, en Montañana (Zaragoza), durante el periodo febrero-septiembre de 2000.

Para realizar el estudio, se utilizaron contenedores de plástico de 50 L de capacidad, de 50 cm de altura x 35 cm de diámetro (0,11 m² de superficie de cultivo), constituyendo el contenedor la parcela elemental. La finalidad del uso de contenedores era doble, por una parte controlar la distribución de abono nitrogenado en las parcelas y, por la otra, facilitar el muestreo de las raíces mediante el vaciado de los contenedores.

Los contenedores se rellenaron de tierra de cultivo procedente de un alfalfar alzado el año anterior. Las características edafológicas del campo correspondían a un suelo aluvial de textura franca; pH de 8,20 (agua); no salino; 2,50% de materia orgánica; 32,60 ppm de nitrógeno mineral en forma de nitratos; 11,52 ppm de fósforo (Olsen); 218,0 ppm de potasio (en acetato amónico); 0,45 ppm de boro y 2,30 meq 100 g⁻¹ de suelo de magnesio.

Cada contenedor se sembró con 22 semillas germinantes (200 semillas m⁻²), que se recubrieron con una fina capa de una mezcla de arena y turba. La siembra se efectuó el 4 de febrero de 2000. El riego se realizó por goteo hasta saturación de la capacidad de campo. Para ello, se aplicó la misma cantidad de agua a todos los contenedores: 2-3 L por contenedor (180-270 m³ ha⁻¹), distribuida mediante un riego semanal en primavera y dos riegos semanales en verano.

El experimento consistió en la aportación de 50 kg de nitrógeno ha⁻¹ en forma de nitrógeno nítrico-amoniaco del 33,5% de riqueza, a la mitad de los contenedores, después de cada corte. Para ello, los contenedores, en número de 128, se distribuyeron en ocho filas alternativas, abonadas y sin abonar.

El estudio se llevó a cabo a lo largo del cuarto y quinto ciclos productivos. Los tres primeros ciclos fueron de establecimiento y formación de reservas nutritivas de las plantas. Los cortes de los tres primeros ciclos se practicaron el 16 de mayo, 16 de junio y 10 de julio, cuando se iniciaba el nuevo brote en las plantas en el primero y el 50 % de los tallos estaban floridos en el segundo y tercero.

El experimento se inició a partir del 10 de julio, coincidiendo con el tercer corte, mediante el vaciado manual de tres contenedores por tratamiento cada tres o cuatro días. Las plantas obtenidas en cada contenedor se recogían conjuntamente y se trasladaban al laboratorio para su estudio. El cuarto corte se realizó el 7 de agosto y el vaciado continuó hasta el 4 de septiembre, fecha en la que las plantas ya estaban floridas y concluyó el experimento.

En el laboratorio se llevaron a cabo las siguientes anotaciones: altura de las plantas (cm), medida desde la corona hasta donde confluyen la mayoría de los tallos; número de tallos por planta; peso de materia seca (MS) de las fracciones: hojas, tallos, raíces y coronas por cada contenedor, secadas en estufa ventilada a 60 °C hasta humedad constante; y porcentaje de proteína bruta (PB) de 76 muestras representativas de las fracciones anteriormente citadas (AOAC, 1990). Estos valores de PB fueron utilizados para obtener una ecuación de calibración NIRS con la que se predijeron el resto de las muestras. El coeficiente de determinación y el error estándar de validación cruzada fueron 0,99 y 1,03, respectivamente.

El diseño estadístico consistía en un split-split-plot, donde orden de corte y abonado eran las parcelas principales y el vaciado de los tres contenedores cada 3-4 días las parcelas divididas. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante el procedimiento ANOVA o GLM (cuando faltaba algún dato) del paquete estadístico SAS (SAS, 1998). Cuando el valor de F fue significativo ($P \leq 0,05$), se realizó la comparación de medias mediante el test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la fertilización nitrogenada sobre los diferentes parámetros y fracciones de la planta: altura, número de tallos por planta, peso de MS de las distintas fracciones (hojas, tallos, raíces y coronas) y porcentaje de PB de las mismas, en los dos cortes estudiados, 4º y 5º, se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Efecto de la fertilización nitrogenada y del número de corte sobre la altura, número de tallos por planta, producción de materia seca (MS) y contenido en proteína bruta (PB) en alfalfa.

	Altura cm	Tallos nº/pl.	Hojas		Tallos		Raíces		Corona	
			MS (g/m ²)	PB (%)	MS (g/m ²)	PB (%)	MS (g/m ²)	PB (%)	MS (g/m ²)	PB (%)
Significación										
Nº de corte	NS	NS	**	NS	*	**	*	NS	**	NS
Fertilización	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
Interacción	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Media										
<i>Nº de corte</i>										
4º corte	30,4	4,1	165,6	33,37	115,4	15,50	578,6	12,42	182,0	10,21
5º corte	31,1	3,9	181,9	33,72	132,3	14,29	642,4	12,09	232,6	9,98
<i>Fertilización</i>										
0N ha ⁻¹	30,4	3,9	172,1	33,50	123,4	14,76	610,6	12,58	206,2	9,83
50N ha ⁻¹ corte ⁻¹	31,1	4,2	175,5	33,60	124,4	14,99	610,4	11,92	208,3	10,35

No se apreciaron diferencias significativas ($P > 0,05$) atribuibles a la fertilización nitrogenada en la altura, número de tallos por planta, producción de MS de las diferentes fracciones y porcentaje de PB de la parte aérea. El efecto de la fertilización sobre los porcentajes de PB de raíces y corona fue significativa ($P < 0,05$), pero con resultado dispar, dicho porcentaje se redujo en las raíces, como consecuencia del abonado nitrogenado, y aumentó en la corona. El número de corte afectó a la producción de MS, que fue mayor en el 5º corte en todas las fracciones de la planta, con diferentes grados de significación, y al porcentaje de PB de los tallos que fue mayor en el 4º corte ($P < 0,01$). No hubo interacción significativa ($P > 0,05$) entre la fertilización y el número de corte.

La evolución de los diferentes parámetros, medidos en los sucesivos arranques habidos a lo largo de los ciclos del 4º y 5º cortes, se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Evolución de la altura, producción de materia seca (MS) y contenido en proteína bruta (PB) en la alfalfa, en función de la fertilización nitrogenada, 0 ó 50 Kg de N ha⁻¹ corte-1, en los cortes cuarto y quinto.

Corte	Días	Altura (cm)		MS Hojas (g/m ²)		MS Tallos (g/m ²)		MS Raíces (g/m ²)		MS Corona (g/m ²)		PB Hojas (%)		PB Tallos (%)		PB Raíces (%)		PB Corona (%)			
		0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50		
4 ^o	0 (corte)	58,7	56,3	293,9	272,7	318,2	251,5	675,7	557,5	142,4	151,5	26,78	25,99	9,39	8,34	13,13	12,53	0	0	50	8,19
	3	1,0	1,0	-	-	-	-	601,2	552,7	150,3	134,8	-	-	-	-	13,03	13,38	0	0	50	11,69
	7	9,7	8,3	45,5	47,5	3,3	6,9	546,7	575,5	156,4	166,0	42,05	43,74	-	-	12,87	11,56	0	0	50	11,79
	10	21,3	25,7	72,1	95,1	31,5	31,2	413,9	442,4	136,6	165,5	40,76	40,77	26,32	27,39	11,39	10,69	0	0	50	10,87
	14	26,3	28,7	121,5	146,6	96,4	78,2	548,8	506,6	201,8	169,1	35,76	35,03	23,75	21,04	11,81	11,21	0	0	50	11,83
	17	33,0	41,3	191,2	190,0	126,0	123,9	590,9	553,0	202,4	211,8	33,06	32,77	15,31	13,47	12,60	12,20	0	0	50	8,20
	21	45,0	46,0	196,9	218,7	139,6	163,6	552,1	619,1	183,6	205,7	30,59	29,76	10,69	11,16	13,31	12,83	0	0	50	9,90
	24	49,0	47,0	244,2	212,4	181,2	171,2	711,2	632,1	210,0	209,6	30,56	29,86	10,24	10,44	13,11	11,79	0	0	50	9,15
28	52,7	50,3	262,4	274,5	221,5	234,2	655,2	756,4	197,3	210,0	26,40	25,21	9,37	8,93	14,16	12,70	0	0	50	9,48	
Significación MDS (5%)	4,86	4,71	22,85	21,43	19,82	28,46	84,97	97,77	27,66	25,78	1,138	1,684	2,365	1,555	1,510	1,069	0,917	1,491	1,491	1,491	9,48
5 ^o	0 (corte)	52,7	50,3	262,4	274,5	221,5	234,2	655,2	756,4	197,3	210,0	26,40	25,21	9,37	8,93	14,16	12,70	0	0	50	13,62
	3	1,0	1,0	-	-	-	-	664,5	694,2	209,1	210,6	-	-	-	-	14,15	13,31	0	0	50	10,79
	7	12,7	13,0	52,7	56,0	6,4	7,9	621,2	642,4	201,8	203,0	41,95	44,26	-	-	13,07	12,71	0	0	50	10,32
	10	22,7	23,7	103,0	104,6	52,1	54,9	511,5	564,5	195,5	210,4	40,02	40,56	25,02	26,24	12,83	11,69	0	0	50	9,11
	14	35,3	34,0	190,6	176,1	134,5	125,8	608,2	489,4	247,0	227,3	34,71	34,04	15,69	14,31	11,28	10,80	0	0	50	9,56
	17	40,0	40,7	196,7	204,5	142,4	153,0	568,2	602,4	227,9	252,2	32,19	32,42	12,17	13,17	11,71	11,08	0	0	50	9,31
	21	42,3	42,7	215,1	244,3	157,9	195,8	541,2	749,7	204,9	224,9	30,62	29,96	11,42	11,57	11,59	11,94	0	0	50	9,52
	24	47,0	47,3	248,5	235,8	197,9	183,9	726,4	599,7	257,6	238,8	29,68	29,46	9,89	9,84	11,86	11,45	0	0	50	10,65
28	48,0	46,3	269,4	250,0	228,2	211,2	888,5	786,4	318,5	292,4	26,30	25,87	11,14	11,00	12,56	11,39	0	0	50	10,65	
Significación MDS (5%)	4,95	3,75	36,33	21,06	34,24	17,13	133,38	79,86	43,32	34,49	1,278	1,222	1,122	1,313	0,736	0,972	1,208	1,709	1,709	1,709	10,65

MDS = Mínima diferencia significativa; NS = P>0,05; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001

Algunas evoluciones que se presentan, como el crecimiento de la planta en forma de sigmoide o la reducción del porcentaje de PB de hojas y tallos, como consecuencia del envejecimiento de la planta, están suficientemente documentadas.

La evolución del peso y porcentaje de PB de la raíz fue descendente a lo largo del 4º ciclo hasta el día décimo siguiente al corte, a partir del cual se inició su recuperación que se completó en los siete días siguientes. En dicho periodo, el peso se redujo de 675,7 a 413,9 g de MS m⁻² y la PB de 13,13 a 11,39 %, en las parcelas no fertilizadas, y de 557,5 a 442,4 g de MS m⁻² y de 12,53 a 10,69 % de PB en las fertilizadas. Este proceso se repitió de forma similar durante el 5º ciclo, pero la recuperación de las reservas fue más lenta y no se llevó a cabo hasta el final del ciclo. El descenso fue significativamente mayor ($P < 0,05$) en las raíces de las parcelas que no recibieron fertilización nitrogenada.

La evolución del peso y porcentaje de proteína bruta de la corona fue diferente. El peso de la MS fue siempre en aumento, de 142,4 g de MS m⁻² al inicio del 4º ciclo, hasta 318,5 g de MS m⁻² al final del 5º ciclo, en las parcelas no fertilizadas, y de 151,5 a 292,4 g de MS m⁻², en las parcelas fertilizadas. La evolución del porcentaje de PB aunque fue significativo ($P < 0,01$) en ambos ciclos, se debió únicamente al incremento que hubo al tercer día después del corte. Dicho incremento pudo no deberse a la movilización de las reservas de la corona, sino a la aparición de los nuevos rebrotes, que por su pequeño tamaño quedarían incluidos dentro del muestreo de la corona (Tabla 2).

La falta de respuesta a la fertilización nitrogenada que se aprecia en la producción de MS y en el contenido en PB de la parte aérea, pudo deberse a que el experimento se realizó sobre un cultivo establecido en condiciones de suelo favorable para una nodulación adecuada de las raíces, lo que ya ha sido puesto de manifiesto por otros autores (Hannaway y Shuler, 1993). Aunque en el estudio realizado no se evaluó la nodulación existente, por las dificultades que entraña su medición en condiciones de campo, el haber utilizado tierra de alfalfar, no salina y con pH básico, así como los resultados obtenidos, apuntan al éxito de la nodulación.

Los resultados obtenidos en lo que respecta a la evolución de las reservas nitrogenadas de la raíz fueron coincidentes con las aportaciones de los autores ya citados (Lemaire *et al.*, 1992; Barber *et al.*, 1996; Skinner *et al.*, 1999). Las reservas de PB de la raíz fueron utilizadas para la formación de los primeros tallos tras el corte y luego se recuperaron. La pérdida de MS llegó a suponer el 39 % del peso total de la raíz y el descenso en el porcentaje de PB, el 20 %.

La evolución del contenido en PB de la corona fue menos patente y no se sabe si atribuirlo a la movilización de las reservas o a los cambios que tienen lugar en la misma y que pueden alterar los resultados de los análisis químicos como la aparición de yemas y nuevos rebrotes, la muerte de la base de los tallos viejos que queda en forma de materia muerta, etc.

El mayor descenso ($P < 0,05$) del porcentaje de PB de las raíces de las parcelas fertilizadas podría atribuirse, de acuerdo con los resultados de Skinner *et al.* (1999), a la mayor movilización que tiene lugar en las plantas fertilizadas.

CONCLUSIONES

En las condiciones del experimento, la aportación de nitrógeno mineral después del corte incrementó la movilización de reservas nitrogenadas de la raíz, pero no mejoró el vigor inicial ni la producción total de materia seca o de proteína bruta. Dichas reservas descendieron hasta dos semanas después del corte, lo que se manifestó por una pérdida del peso de materia seca de la raíz de hasta 39 % y en el porcentaje de proteína bruta del 20 %. Las reservas se recuperaron en la semana siguiente. La movilización de las reservas de la corona no fue patente y quedó enmascarada por el incremento de peso de la misma.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado con cargo al Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Proyecto INIA SC98-043-C2-1.

Los autores agradecen a D. Juan Angel Tanco Salaverri y a D. Juan Perez Revuelto su colaboración técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*, 15 th ed. Arlington (EEUU).
- BARBER, L.D.; JOERN, B.C.; VOLENEC, J.J.; CUNNINGHAM, S.M., 1996. Supplemental nitrogen effects on alfalfa regrowth and nitrogen mobilization from roots. *Crop Sci.*, **36**, 1217-1223.
- COOPER, C.S.; WATSON C.A., 1968. Total available carbohydrates in roots of sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.) when grown under several management regimes. *Crop Sci.*, **8**, 83-85.
- HANNAWAY, D.B.; SHULER, P.E., 1993. Nitrogen fertilization in alfalfa production. *Journal of Production Agriculture*, **6**, 80-85.
- LEMAIRE, G.; KHAITY, M.; ONILLION, B.; ALLIRAND, J.M.; CHARTIER, M.; GOSSE, G., 1992. Dynamics of accumulation and partitioning of N in leaves, stems and roots of lucerne (*Medicago sativa* L.) in a dense canopy. *Ann. Bot. (Londres)*, **70**, 429-435.
- SAS, 1998. *Statistical Analysis System. User's guide. Vérsion 6.12*. Ed. SAS Institute Inc. Cary, EEUU.
- SKINNER, R.H.; MORGAN, J.A.; HANSON J.D., 1999. Carbon and nitrogen reserve mobilization following defoliation: nitrogen and elevated CO₂ effects. *Crop Sci.*, **39**, 1749-1756.
- VANCE, C.P.; HEICHEL, G.H.; BARNES, D.K.; BRYAN, J.W.; JOHNSON, L.E., 1979. Nitrogen fixation, nodule development, and vegetative regrowth of alfalfa (*Medicago sativa* L.) following harvest. *Plant Physiol.*, **64**, 1-8.

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON THE GROWTH AND NITROGEN RESERVES MOBILIZATION IN ALFALFA

SUMMARY

Recent studies have shown that alfalfa (*Medicago sativa* L.) mobilizes the nitrogen reserves accumulated in the roots in order to form the new regrowth after the cut. In addition, the mineral nitrogen supply helps to the formation of the regrowth and to the mobilization of those reserves. The evolution followed by these reserves in the root and crown when supplying 50 kg ha⁻¹ mineral nitrogen after cutting has been studied in alfalfa cv. 'Aragón' under field conditions. Results show a decrease of the nitrogen reserves in the root up to two weeks after the cut, later on, reserves are recovered. The mobilisation of the crown reserves was masked by its weight increase. Mineral nitrogen supply after the cut increases the mobilisation of the root reserves but does not improve the initial vigour nor the total dry matter or crude protein yield.

Key words: *Medicago sativa* L., forage production, crude protein, irrigation, fertilization.

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y DE LA APORTACIÓN DE BORO SOBRE UN CULTIVO DE ALFALFA

I. DELGADO, N. MARTINEZ, D. ANDUEZA Y F. MUÑOZ

Servicio de Investigación Agroalimentaria, Diputación General de Aragón. Apartado 727, 50080 Zaragoza.

RESUMEN

Los ensayos llevados a cabo en el valle medio del Ebro han puesto de manifiesto que la fertilización nitrogenada no incrementa la producción anual de forraje o lo hace de forma no económica. No obstante, los agricultores realizan habitualmente aportaciones nitrogenadas en forma mineral y, ocasionalmente, aplicaciones de abono en forma de aminoácidos y de boro+magnesio, en la convicción de que se incrementa la producción de forraje. Con el fin de contrastar estas afirmaciones, se ha realizado un ensayo comparativo previo, sobre un campo de alfalfa cv. 'Aragón' de segundo año, utilizando seis tratamientos: 0, 50, 100 y 300 kg de N ha⁻¹ en forma mineral, aplicación foliar de aminoácidos y aplicación foliar de boro. No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos en lo que respecta a la producción de materia seca, cuya media anual fue de 16 390 kg ha⁻¹, La fertilización mineral tampoco afectó a la altura del follaje ($P > 0,05$) ni al contenido en proteína bruta del forraje, concluyéndose que no es precisa la fertilización nitrogenada de mantenimiento mineral o foliar o la aplicación de boro en las condiciones del ensayo.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., producción de forraje, proteína bruta, regadío, abonado.

INTRODUCCIÓN

La fertilización nitrogenada de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una práctica generalmente cuestionada en cultivos establecidos, debido a que la planta asimila el nitrógeno atmosférico que la bacteria *Rhizobium meliloti* fija simbióticamente en los nódulos que se forman en las raíces, y su aplicación no incrementa al producción anual de forraje o lo hace de forma no económica (Lee y Smith, 1972). Los ensayos llevados a cabo en el valle medio del Ebro así lo han puesto de manifiesto, mostrando que el abonado nitrogenado no afecta a la producción de forraje (Hidalgo, 1969; Lorenzo y Labayen, 1973; Lloveras *et al.*, 2000) o foliar en base a aminoácidos (Miret y Santilari, 1988).

No obstante, según la encuesta efectuada por Ruiz *et al.* (1993) en Aragón, el 100 % de los agricultores realizan habitualmente aportaciones nitrogenadas en forma mineral, del orden de 50 unidades fertilizantes ha⁻¹ año⁻¹, y el 35 % fracciona dicha aportación en varios cortes. Asimismo, el 15 % de los agricultores encuestados llevó a cabo aplicaciones de abono foliar en forma de aminoácidos y de boro+magnesio, en número y cuantía no especificadas en las encuestas, en la convicción de que dichas aportaciones incrementan notablemente la producción de forraje

La práctica del abonado nitrogenado no sólo se ha reducido sino que, incluso, se ha incrementado en la actualidad, debido a la creciente intensificación del cultivo de la alfalfa destinada a la deshidratación (Ollé, 2001). Por ello, y debido a la escasez de información regional sobre el particular, se ha procedido al establecimiento de un ensayo comparativo previo, utilizando diferentes aportaciones y fraccionamientos de abono mineral nitrogenado y de abonos foliares, con el fin de comprobar la veracidad de dichas afirmaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo sobre un campo de alfalfa cv. 'Aragón', ubicado en la finca experimental de regadío "San Bruno" del Servicio de Investigación Agroalimentaria de la Diputación General de Aragón, en Montañana (Zaragoza).

El campo, de una hectárea, se estableció el 18 de noviembre de 1998, a la dosis de 25 kg de semilla ha⁻¹, aportando como abonado de fondo 600 kg ha⁻¹ del complejo 8-24-8. El estudio se realizó en el segundo año de cultivo, durante la campaña 1999/2000.

Las temperaturas mensuales medias de mínima y máxima, durante el periodo, fueron de -1,2 °C en enero y 33,1 °C en agosto, y la mínima extrema de -5,7 °C en enero. La precipitación total de la campaña fue de 328,5 mm.

Las características edafológicas del campo a 0-30 cm de profundidad correspondieron a un suelo aluvial de textura franco-arcillo-limosa; pH de 8,21 (agua); no salino; 2,19 % de materia orgánica; 24,38 ppm de fósforo (Olsen); 206,0 ppm de potasio (en acetato amónico); 0,47 ppm de boro y 2,13 meq 100 g⁻¹ de magnesio.

Sobre el campo se seleccionó una parcela aparentemente homogénea de 600 m², la cual se dividió en parcelas elementales de 25 m² (5 x 5 m), delimitadas por una franja de 10 cm, desherbada con glifosato. La subdivisión se realizó de manera que se constituyeran cuatro bloques de seis parcelas, sobre cada uno de los cuales se realizaron seis tratamientos distribuidos al azar:

1. Testigo, sin ningún tipo de aplicación nitrogenada.
2. 50 unidades fertilizantes de nitrógeno en forma nítrica-amoniacal del 33,5 % de riqueza, aportadas a la salida del invierno.
3. 50 unidades fertilizantes de nitrógeno en forma nítrica-amoniacal del 33,5 % de riqueza, aportadas a la salida del invierno y 50 unidades después del 2º corte.
4. 50 unidades fertilizantes de nitrógeno en forma nítrica-amoniacal del 33,5 % de riqueza, aportadas a la salida del invierno y 50 unidades después de cada uno de los cortes, salvo el último.
5. Aplicación de abono foliar (2,73% de nitrógeno total) sobre el cultivo en crecimiento, en los ciclos productivos primero y tercero, a la dosis de 4 litros ha⁻¹ tratamiento⁻¹ de producto comercial (Aminobull 13), diluidos en agua para su aplicación con mochila a razón de 160 litros ha⁻¹.
6. Aplicación foliar de quelato de boro (14 % p.v.-10 %p.p.) sobre el cultivo en crecimiento, en todos los ciclos productivos, a la dosis de 1,5 litros ha⁻¹ tratamiento⁻¹ de producto comercial (Magriboro), diluidos en agua para su aplicación con mochila a razón de 160 litros ha⁻¹.

Previamente a la aplicación de los tratamientos, el 3 de marzo se abonó toda la parcela con una aportación de 300 kg ha⁻¹ de superfosfato cálcico con 45 % de riqueza y 300 kg ha⁻¹ de sulfato potásico con 50% de riqueza.

Durante la campaña, el campo se regó por inundación, siguiendo el calendario habitual de la zona de uno o dos riegos mensuales, según la sequedad del terreno, con un caudal de 800-100 m³ riego⁻¹. No se aplicaron herbicidas al ensayo, únicamente un tratamiento fitosanitario a la salida del invierno contra orugas defoliadoras a base de malation, según la dosis recomendada al respecto.

Para la evaluación de la producción de forraje se tomaron dos cuadros de 0,25 m² parcela elemental⁻¹, al azar. El forraje se introdujo en bolsas de plástico y se trasladó al laboratorio para su desecación a 60 °C durante 48 horas y determinación del contenido en proteína bruta (PB) según las normas AOAC (1990). Al mismo tiempo, se tomaron dos alturas del follaje por parcela elemental.

Una vez concluido el muestreo, las parcelas se segaban y el forraje se henificaba según el método tradicional.

Se realizaron seis cortes en total, en las siguientes fechas: 24/4/00, 1/6/00, 30/6/00, 7/8/00, 22/9/00 y 15/12/00, con las plantas florecidas, salvo el primer y sexto cortes que no florecieron. En el primer corte, la siega se realizó con la aparición del nuevo rebrote y en el sexto, coincidiendo con las primeras heladas otoñales.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS (SAS, 1998). Cuando el valor de F fue significativo ($P \leq 0,05$), se realizó la comparación de medias mediante el test de DUNCAN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Altura del follaje, producción de materia seca (MS) y contenido en proteína bruta (PB) de un cultivo de alfalfa en función de diferentes aportaciones nitrogenadas y de boro

Tratamiento	Altura (cm)	Corte 1		Altura (cm)	Corte 2		Altura (cm)	Corte 3	
		MS (Kg/ha)	PB (%)		MS (Kg/ha)	PB (%)		MS Kg/ha	PB (%)
1. 0 Kg N/ha	56,1	3625	22,27	73,2	3734	23,47	79,4	2708	28,81
2. 50 Kg N/ha	53,6	3132	23,17	68,9	3703	23,57	78,6	2967	22,64
3. 100 Kg N/ha	55,2	3396	22,90	69,5	4110	22,06	75,4	2900	21,14
4. 300 Kg N/ha	55,0	3039	22,23	68,3	3892	22,72	78,5	2843	23,01
5. Abono foliar	56,1	3511	22,82	74,1	4040	25,08	80,6	2997	22,19
6. Boro	55,1	3485	22,82	71,5	3758	23,63	76,4	3201	22,03
Media	55,2	3364,8	22,70	70,9	3864,4	23,42	78,1	2936,0	23,28
Significación	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Tratamiento	Altura (cm)	Corte 4		Altura (cm)	Corte 5		Altura (cm)	Corte 6		Total año MS (Kg/ha)
		MS (Kg/ha)	PB (%)		MS (Kg/ha)	PB (%)		MS (Kg/ha)	PB (%)	
1. 0 Kg N/ha	69,0	2641	19,57 a	59,5	2322	24,01	36,0	1328	20,32	16357
2. 50 Kg N/ha	70,8	2519	19,66 a	58,1	2164	23,75	38,2	1328	20,37	15812
3. 100 Kg N/ha	74,4	2538	19,71 a	57,5	2306	23,93	34,3	1287	20,23	16537
4. 300 Kg N/ha	71,0	2529	19,26 a	58,7	2365	23,38	36,5	1178	19,14	15845
5. Abono foliar	72,0	2720	18,88 ab	59,1	2389	23,64	37,5	1286	19,66	16943
6. Boro	69,8	2500	18,03 b	58,3	2456	23,41	37,1	1444	20,25	16844
Media	71,1	2574,3	19,18	58,5	2333,4	23,69	36,6	1308,5	19,99	16389,7
Significación	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS, no significativo; * significativo al nivel de $P < 0,05$. Las cifras seguidas de igual letra dentro de cada columna no son significativas.

No se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos en lo que respecta a la producción de materia seca (MS), cuya media anual fue de 16 390 kg ha⁻¹, por lo que se confirma, coincidiendo con la bibliografía anteriormente citada (Hidalgo, 1969; Lorenzo y Labayen, 1973; Míret y Santilari, 1988; Lloveras *et al.*, 2000), que las aportaciones nitrogenadas minerales o foliares no tuvieron ningún efecto sobre la producción de forraje. El alfalfar se encontraba establecido en un campo de regadío de fertilidad media, en un área en la que tradicionalmente se ha venido cultivando alfalfa, es decir, en un área favorable para su cultivo, por lo que es de esperar una adecuada nodulación de las plantas. La respuesta al nitrógeno suele producirse en parcelas que nunca se han cultivado anteriormente con alfalfa, tienen problemas de drenaje, pH ácido o con suelos pobres (Hannaway y Shuler, 1993).

En lo que respecta a la aportación foliar de boro, tampoco se detectó respuesta al abonado. El análisis de suelo practicado presentó niveles de boro normales para el cultivo de la alfalfa, lo que explicaría la falta de respuesta a su aplicación. Según un estudio llevado a cabo recientemente por el

LAF (2000), la presencia de boro en el suelo es aceptable en la mayoría de los alfalfares del valle del Ebro, por lo que el citado trabajo no aconseja su aplicación salvo que se determinen deficiencias en los análisis de suelo previos.

La fertilización mineral no afectó a la altura del follaje. Ello es normal, si se tiene en cuenta que la altura está estrechamente relacionada con la producción de forraje (Portabella *et al.*, 1982), y ésta no fue significativa según se ha expresado en el párrafo anterior.

El contenido en PB del forraje tampoco estuvo afectado por la fertilización nitrogenada, al ser aquel un carácter muy ligado sobre todo a la especie, a la variedad y al estado fenológico de la planta (Demarquilly, 1968). Lee y Smith (1972) estudiaron la incidencia de diferentes aportaciones nitrogenadas y observaron que podía incrementarse ligeramente el contenido en nitrógeno de la planta, pero de la fracción no proteica, cuando se aportaban fertilizaciones nitrogenadas elevadas, comprendidas entre 448 y 896 kg de N ha⁻¹.

La nula respuesta observada a las aportaciones nitrogenadas en la producción de MS y en el contenido en PB de la alfalfa, sugiere no continuar con la investigación. Trabajos similares, continuados a lo largo de cinco años, mostraron que podían lograrse pequeños incrementos en la producción total de forraje, pero que no eran rentables económicamente, si se valoraba el coste del abono y de su aplicación en el campo (Raun *et al.*, 1999).

Al no detectarse diferencias significativas entre tratamientos, se presentan los resultados medios por corte en altura, MS y PB (Tabla 2).

Tabla 2. Altura del follaje, producción de materia seca (MS) y contenido en proteína bruta (PB) de un cultivo de alfalfa de segundo año, en los diferentes cortes

Corte	Altura (cm)	MS (Kg/ha)	PB (%)
1. 24/04/00	55.2 d	3364.8 b	22.70 ab
2. 01/06/00	70.9 b	3872.7 a	23.42 a
3. 30/06/00	78.1 a	2936.0 c	22.33 b
4. 7/8/00	71.1 b	2574.3 d	19.18 d
5. 22/9/00	58.4 c	2333.4 e	23.69 a
6. 15/12/00	36.6 e	1308.4 f	19.99 c
Sig. Corte	***	***	***

*** significativo al nivel de $P < 0,001$. Las cifras seguidas de igual letra dentro de cada columna no son significativas.

En ella, se muestran diferencias significativas ($P > 0,001$) entre cortes en todos los parámetros estudiados. Así, la altura de la planta presenta los valores más altos en los cortes tercero y cuarto del periodo estival, alcanzando los 78,1 y 71,1 cm, frente a los 55,2 y 58,4 cm del primero y quinto cortes, respectivamente (el último corte, sexto, no se considera por ser su crecimiento incompleto). La producción de MS presenta una tendencia decreciente de la producción de forraje a partir del segundo corte, de 3821 kg ha⁻¹ a 2333 kg ha⁻¹ en el quinto corte, como ya se había puesto de manifiesto en anteriores trabajos sobre el cultivo (Delgado, 1984). En lo que respecta al contenido en PB, éste muestra sus valores más altos en el primero y quinto cortes con 23,42 % y 23,69 %, y los más bajos en el cuarto y sexto cortes con 19,18% y 19,99%, respectivamente. El hecho de que en el Experimento los valores del sexto corte fueran de los más inferiores, a pesar de estar la planta en estado hojoso, se atribuyó al retraso en la ejecución del último corte, lo que favoreció los ataques de *Pseudopeziza medicaginis*, muy habituales en otoño en la zona y que provocan la caída de las hojas, afectando, por consiguiente, al contenido en PB.

CONCLUSIONES

Los tratamientos con abonado nitrogenado no afectaron a la producción de MS de la alfalfa, cuya media anual fue de 16 390 kg ha⁻¹. La fertilización nitrogenada tampoco afectó a la altura del follaje, ni al contenido en proteína bruta del forraje, concluyéndose que no es precisa la fertilización nitrogenada de mantenimiento mineral o foliar o la aplicación de boro, en las condiciones del ensayo.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado con cargo al Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Proyecto INIA SC98-043-C2-1.

Los autores agradecen a D. Juan Angel Tanco Salaverri su colaboración técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*, 15 th ed. Arlington (USA).
- DEMARQUILLY, C., 1968. Valeur alimentaire de la luzerne. *Fourrages*, **256**, 12-33.
- DELGADO, I., 1984. La alfalfa en pastoreo. En: *Cultivo de la alfalfa en los regadíos del Ebro y Duero*, 157-172. Ed. M.A.P.A., Madrid.
- HANNAWAY, D.B.; SHULER, P.E., 1993. Nitrogen fertilization in alfalfa production. *Journal of Production Agriculture*, **6**, 80-85.
- HIDALGO, F., 1969. *El abonado de la alfalfa*. Ed. Asociación de Investigación para la Mejora de la Alfalfa, 23 pp. Zaragoza.
- LEE, C.; SMITH, D., 1972. Influence of nitrogen fertilizer on stands, yields of herbage and protein, and nitrogenous fractions of field-grown alfalfa. *Agronomy Journal*, **64**, 527-530.
- LAF (Laboratori d'Anàlisi i Fertilitat de Sòls), 2000. *Estudio de caracterización de los niveles de nutrientes en los suelos de las parcelas de alfalfa de las zonas productoras de España*. Ed. AIFE, 47 pp. Lleida.
- LORENZO, J.; LABAYEN, J.M.; 1973. Ensayos de abonado en alfalfa. *Actas de la XIV Reunión Científica de SEEP, Provincias Vascongadas*, 8 pp.
- LLOVERAS, J.; SANTIVERI, P.; PONS, J.; FONT, C.; FERRÁN, J., 2000. Efecto del abonado nitrogenado invernal en la producción y calidad de la alfalfa en los regadíos del valle del Ebro. *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes, Bragança- A Coruña-Lugo*, 255-261.
- MIRET, F.; SANTILARI, M., 1988. Resultados de la aplicación de aminoácidos por vía foliar, sobre la producción de forraje en las especies raygrass italiano y alfalfa. *Actas de la XXVIII Reunión Científica de SEEP, Jaca (Huesca)*, 275-286
- OLLÉ, F., 2001. The evolution of fodder dehydration in Spain: Future prospects. *Options méditerranéennes, Serie A: Séminaires Méditerranéens*, **45**, 13-18.
- PORTABELLA, C.; CASAÑAS, F.; ALBOQUERS, J.; BOSCH, LL., 1982. Variabilidad en alfalfa. *Anales de Aula Dei*, **16 (1/2)**, 159-171.
- RAUN, W.R.; JOHNSON, G.V.; PHILLIPS S.B.; THOMASON, W.E.; DENNIS, J.L.; COSSEY, D.A., 1999. Alfalfa yield response to nitrogen applied after each cutting. *Soil Science Society American Journal*, **63**, 1237-1243.
- RUIZ, A.; VELILLA, G.; GIL, M., 1993. Comercio y producción de alfalfa en los regadíos de Aragón. *Informaciones Técnicas del Gobierno de Aragón*, **4**, 27 pp.
- SAS, 1998. *Statistical Analysis System. User's guide. Versión 6.12*. Ed. SAS Institute Inc. Cary, USA.

EFFECT OF NITROGENOUS FERTILIZATION AND BORON SUPPLY ON ALFALFA PRODUCTION

SUMMARY

Trials carried out in the Ebro Middle Valley showed that nitrogen fertilization does not generally increase annual forage production and in any case without an economical consequence. However, farmers usually apply mineral nitrogen and incidentally amino acids and boron + magnesium with the objective of increasing forage production. With the aim of testing these effects, a comparative trial was layout applying six treatments: 0, 50, 100 and 300 kg of mineral N ha⁻¹, amino acids foliar and boron foliar applications on a alfalfa cv. 'Aragón' in the second year. There were no significant differences (P>0.05) between treatments in dry matter production, being the average annual production of 16 390 kg ha⁻¹. Mineral fertilization did not affect foliage height (P>0.05) or forage crude protein contents. Concluding that neither maintenance mineral or foliar nitrogenous fertilization nor boron application are necessary in the Ebro Valley at least under the conditions of the trial.

Key words: *Medicago sativa* L. forage production, crude protein, irrigation, fertilization.

LA IMPORTANCIA DE NUESTRAS ALFALFAS

P. MONTSERRAT RECODER

Instituto Pirenaico de Ecología. CSIC. Apart. 64 - E.22700. JACA

RESUMEN

Nuestro suelo en el valle del Ebro es rico en yeso y apropiado para las alfalfas, con una producción fármaco-dietética virtual que aumentará si coordinamos la investigación agraria con otra bioquímica, la industrial y además comercial. Unos proyectos a largo plazo y con financiación adecuada pueden lograrlo. Además, tenemos alfalfas viejas en prados pirenaicos y aportamos ideas para saber aprovecharlas con aumento de biodiversidad, calidad paisajística y la cultura gestora rural.

Palabras clave: biodiversidad , prados, investigación, yesos , Valle del Ebro.

INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

Desde nuestros orígenes y para las Asambleas de la SEEP en los años 60 del siglo pasado, propusimos tratar a fondo lo relacionado con nuestras mielgas y alfalfas, tanto en su cultivo intensivo como de los pastos a mejorar; nuestro consocio Miguel Hyčka entró a fondo con sus "aditas" y tantas actividades que nos conviene recordar. El tema de alfalfa en regadío, sus cultivares y siglas comerciales, ha sido muy tratado y ahora conviene destacar solo dos aspectos: (*a*) el uso en pastos o prados de montaña visto a través de la experiencia de medio siglo y (*b*) como corolario relacionando la investigación con desarrollo, gracias a su *porvenir* como materia prima fármaco-dietética.

Tal como insinuamos, el *Método* seguido es de observación directa durante muchos años en ambientes europeos variados, con interpretación según la teoría de *sistemas*, tanto de tipo *geofísico* como *botánico* y también los relacionados con el *gregarismo animal*, hasta llegar a la *cultura* del hombre rural. Las alfalfas son valiosas en la dinámica del pasto y es obvio que jugarán un papel decisivo en las *agronomías ganaderas* del futuro que ya vislumbramos y nuestra sociedad promocionará.

COMENTARIOS Y DISCUSIÓN

a) La mejora del pasto.

Ha sido decisiva la influencia de las alfalfas que fijan tanto N atmosférico y además bombean la fertilidad con agua del suelo profundo; el pasto es dinámico y productivo pero tiene raíz corta, por lo que precisa el complemento de otra planta que penetre mucho en el suelo y pueda vivir 10, hasta 20 años en unas condiciones que podamos manejar. Tenemos una enorme variabilidad y en los prados viejos pirenaicos existen las estripes (razas) de vida larga que contrastan con las del alfalfar "normal", cuyas plantas por tanta densidad de siembra no alcanzarán jamás su potencialidad ni la persistencia y penetración edáfica.

Conviene recordar los trabajos realizados por colegas nuestros en la provincia de Huesca hace años (Pujol, 1974); se movilizaron recursos humanos y económicos cuantiosos para propagar unas plantas que necesitaban la fertilidad acumulada en los centímetros superficiales del suelo y eso solo se logró con estiércol o -de manera más general- con alfalfa. Muchos de los aquí presentes pudimos ver los experimentos y el comportamiento de los ganaderos que tanto apreciaron el papel de la poca semilla de alfalfa empleada, muchas veces contra la opinión de los "entendidos".

Con "ayuda americana" en 1981, pudimos estudiar a fondo el praderío chistavino en San Juan de Plan (Huesca) y publicamos parte de la información, en especial la de sociología y dinámica del pasto (Montserrat et al., 1982). La semilla de alfalfa procedía del comercio con su variabilidad; la sembraban con o sin cereal, de tal suerte que a los 2-3 años el suelo enriquecido sostenía un manto amarillo -por tantas flores en abril- de la nitrófila diente de león (*Taraxacum officinale*), un *pasto* apropiado con polen fácil para el ejambre de las colmenas cuando finaliza el largo invierno. Es lógico que la Compuesta mencionada se propagaba porque faltaban las pratenses adecuadas que iban penetrando con lentitud hasta formar el prado a los 4-5 años.

Lo dicho ya se puede tomar como adquirido en la investigación pratense: para las condiciones normales de nuestro clima, con períodos secos y después del empobrecimiento del suelo por unos cultivos cerealistas abandonados ahora, se impone la fase previa que concentre fertilidad superficial y para ello nada como alfalfa bien utilizada. El dactilo tan polimorfo -extraordinario en los Pirineos-, debe sustituir al diente de león forzando así la evolución a prado. Dicho dactilo tiene mucho renuevo en invierno y los équidos con pocas ovejas que guardaba cada ganadero en invierno, crearon esas estirpes tan valiosas de la compañera ideal para nuestras alfalfas de prado.

Los prados del futuro, -salvo aquellos situados en zonas muy turísticas-, deben tener una cubierta vegetal diversificada, con resalvos adecuados para ofrecer pasto variado en poco espacio; así

Nuevas oportunidades para el manejo – Tanto en los prados pirenaicos como los Montes Ibéricos, el manejo racional del prado es importante para mantener su vida rural y asegurar un *turismo integrado* que será “colaborador” si sabemos orientarlo bien. Para ello conviene *reducir el trabajo* y usar a fondo las potencialidades de *plantas y animales*; en nuestro caso las alfalfas que tienen su ritmo. La siega precoz puede comprometer la vitalidad de algunas alfalfas pero jamás la de nuestras mielgas que toleran en las vagüadas el paso diario del rebaño. Por lo tanto conviene prestar atención a la persistencia y penetración de la raíz *seleccionando* las más adaptadas a la siega y pastoreo por una parte o al pastoreo precoz de los prados, para que broten con fuerza en marzo-abril las alfalfas.

Contando desde ahora con esas alfalfas viejas del Pirineo en los municipios de Plan-Gistaín y ecotipos seleccionados a partir de su variabilidad, podríamos estudiar los ritmos de pastoreo (otoñal, invernal-prevernal) con équidos y ovejas que apuran mucho, para fomentar así el renuevo del pasto con alfalfa y sin destruir el conjunto, ese *mosaico* prometedor. Como véis la gestión con ganado empleado con oportunidad resulta esencial y es una característica de cualquier *cultura ganadera*, aunque ahora perdemos las nuestras que solo se recuperarán con la *educación* adecuada.

Miremos ahora el futuro de nuestros prados con sus hombres y ganado preparados para realizarlo todo de *manera natural* y con *esfuerzo* humano minimizado. La predicción del tiempo (clima) nos asegura días sin lluvia y la henificación de una fitomasa corta en dos días; bastaría dar la vuelta el segundo día y recoger después en pacas a poca presión que “fermentarán” apiladas -con aireación bajo plástico- y así darán aroma al *heno* que asegura el largo invierno. Las pacas deben ser apretadas una vez preparadas para que ocupen poco espacio en el henil aislado en el monte (borda) o los que se habilitarán en algún *pueblo-borda*, o sea las aldeas o pardinas deshabitadas que conviene aprovechar para mantener el paisaje y guardar heno con los animales en invierno.

b) El porvenir de nuestras alfalfas.

Es urgente la revitalización ganadera de nuestras montañas que tienen un porvenir turístico compatible con el de su ganadería *creadora* de paisaje y reanimadora de tantos valles envejecidos. Podemos pasar épocas de carestía como la que ahora sufre una nación tan rica en recursos como Argentina, con su éxodo rural exagerado y ahora en la ruina por malvivir tantos en el “suburbio” de gran ciudad, además de otros vicios y abusos que allí se propagan. Conviene progresar armónicamente y frenar en lo posible la invasión del campo y montes por este suburbio contaminado y contaminante.

Para lograrlo y evitar el peligro de tantas “subvenciones al individuo” que pervierten a la comunidad, nos interesa coordinar la investigación bioquímica y biológica con las agrarias, industriales, sociológicas y mercantiles, y así multiplicar las inversiones en *investigación-desarrollo*, tanto para el CSIC como las Universidades de Navarra, La Rioja, Aragón y Lleida en Cataluña. Tenemos en el valle del Ebro mucho *yeso* (sulfato cálcico) que asegura la riqueza de los aminoácidos importantes en nuestras alfalfas, mientras el azufre escasea en el ambiente general europeo por tener suelo lixiviado (casi sin sulfatos), por lluvia excesiva y evaporación escasa.

Recuerdo ahora el llamado *factor alfalfa* cuando se generalizó el pienso para “broilers” basado en la soja. Por cierto que sin ser planta de América, los norteamericanos obtuvieron y siguen obteniendo de la soja unos ingresos elevados gracias al *estudio coordinado* que ahora nos *interesa copiar* para potenciar nuestras alfalfas con la investigación bioquímica, agraria, industrial y mercantil que ahora conviene promover.

La deshidratación sin más consume mucha energía y es posible que por razones del comercio europeo nos impidan sobrepasar una producción de harinas y heno, cuando es previsible un aumento del uso de alfalfa para preparar los suelos en nuevos regadíos y así minimizar el empleo de los abonos nitrogenados comprados. Urge planear de manera coordinada todas las ayudas al investigador para potenciar su eficacia. Es un reto y el porvenir será nuestro si sabemos y queremos organizarlo todo.

CONCLUSIÓN

Es obvia y no sería necesario reiterarlo, pero por su trascendencia quiero insistir en ello. Tenemos una riqueza en *ecotipos* de alfalfa y mielgas para el pastoreo que conviene potenciar, seleccionar bien y *emplear* a fondo, tanto para los nuevos regadíos como el praderío pirenaico. El yeso abunda y facilita la formación de unos aminoácidos escasos en los piensos que se basan en la soja u otras leguminosas. Además, ahora vemos una reacción contra piensos de origen animal y conviene perfeccionar los piensos basados en vegetales. Sin duda no hay planta entre nosotros tan interesante para lograrlo, tanto desde una perspectiva de pastólogo, como la del interesado en el progreso científico-técnico con gran repercusión económica.

La investigación bioquímica por extracción fácil (económica y sin gasto energético excesivo) de unas sustancias biquímicas, farmacológicas o dietéticas para el ganado y los hombres, debe *utilizar* nuestro *capital* investigador con tantos científicos y técnicos formados en las Universidades del valle del Ebro con tanto yeso, junto con los de otras que acudirán si acertamos en organizarlo todo con programas eficaces..

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MONTSERRAT, P.; FILLAT, F.; GÓMEZ, D.; MONTSERRAT-MARTÍ, G., 1982. Phytosociologie et dynamique prairiales de quelques cultures pyrénéennes intégrées à leur paysage. *Documents d'Écologie Pyrénéenne III-IV*, 471-479 pp. Bordeaux, 1984.

PUJOL, M., 1974. *El fomento de la producción forrajero-pratense en la provincia de Huesca*, 1-183 pp. Ministerio de Agricultura. Madrid.

OUR ALFALFAS

SUMMARY

In the Ebro valley gypsum is important for a good chemical composition of lucerne; it will be good to exploit this lucerne capacity for a good pharmaco-dietetic and cooperative research. Also, the older plants found in our Pyrenean meadows will improve soil fertility increasing biodiversity and hay quality.

Key words: biodiversity, meadows, research, gypsum, Ebro valley.

VARIABILIDAD DEL ECOTIPO DE ALFALFA TIERRA DE CAMPOS

A. FOMBELLIDA, P. ACERO Y J.J. MAZÓN

Departamento de Producción Vegetal y Silvopascicultura. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias.
Universidad de Valladolid. Avda. de Madrid, 57. 34004 Palencia afv@pvs.uva.es

RESUMEN

La alfalfa es el cultivo forrajero más extendido en la comarca de Tierra de Campos. En secano, que es la forma más habitual de cultivo, tiene un triple aprovechamiento: heno pasto y semilla. Esta forma de manejo, en este ambiente, a lo largo de los años, ha originado un tipo de alfalfa conocido con el nombre de "Tierra de Campos".

La introducción en la comarca de alfalfas flamencas para su multiplicación, junto con un mayor intercambio de semilla ha contaminado el ecotipo. Con el presente trabajo se pretende contribuir al estudio de su variabilidad. Se inició en 1992, con una prospección en las zonas más habituales de cultivo de alfalfa en Tierra de Campos, recogándose 56 muestras de semilla, que se estudiaron en campo en dos condiciones diferentes: secano y regadío, a lo largo de tres años. Junto con las muestras se utilizaron como testigos alfalfas de diferente precocidad.

Con los datos recogidos se realizó un análisis Cluster, encontrándose que solo el 62 % de las muestras correspondían a las características del ecotipo, y que el resto estaban mezcladas o eran de otra procedencia.

Palabras clave: *Medicago*, ecotipo, Cluster.

INTRODUCCIÓN

En Castilla-León se localiza casi una cuarta parte de la superficie total de España dedicada al cultivo de alfalfa (MAPA, 1999). Entre las 10 primeras provincias cultivadoras hay cuatro de esta Comunidad: Valladolid, Palencia, León y Zamora. Todas ellas tienen parte de su territorio comprendido dentro de la comarca natural de Tierra de Campos, extensa zona de cultivo en la que la alfalfa destaca sobre las demás especies forrajeras, entrando, junto con los cereales y el barbecho, y en algunos casos otras leguminosas, en las rotaciones de secano.

El ecotipo originario de esta comarca muestra alta variación de sus caracteres, dando lugar a falta de homogeneidad en cuanto a producción y morfología de las plantas (MUSLERA y RATERA, 1991). Si a esto unimos la escasa protección que ha tenido y que, años atrás, el incremento experimentado por el cultivo en esta región propició la introducción de nuevas variedades, que al cruzarse con la original de la zona, han conducido a su contaminación, el resultado ha sido que ha aumentado aún más la variabilidad (CORDERO y CRESPO, 1995), siendo más difícil la identificación de plantas que respondan a las características del ecotipo.

Con este trabajo se pretende contribuir al estudio de la variabilidad del ecotipo de alfalfa Tierra de Campos, mediante el análisis de varios caracteres de la planta adulta.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se inició y realizó a partir de semillas recogidas en 1992, mediante un muestreo de las zonas de la comarca de Tierra de Campos donde se cultiva tradicionalmente alfalfa en secano. Se recogieron 56 muestras de semilla (Tabla 1). Con el fin de asegurar que la muestra correspondiera al ecotipo de alfalfa Tierra de Campos, únicamente se aceptaron aquellas recogidas por el agricultor en sus parcelas sembradas con semilla obtenida por él mismo o sus vecinos a lo largo de los años. Se rechazaron las muestras de semilla recogida en parcelas sembradas con semilla de origen desconocido o de procedencia que se supiera no era Tierra de Campos.

Para su inclusión como testigos se utilizaron los ecotipos y variedades de alfalfa proporcionados por la Asociación para la Investigación y Mejora de la Alfalfa (AIMA), y que son los siguientes, de menor a mayor precocidad: Europe, Verdal, Tierra de Campos, Aragón, Sprinter, Moapa, Baraka y Cuf-101, así como otras cuatro variedades proporcionadas por un productor de semilla recogidas en la comarca, y que son: Cinna, Romagnola, Milfeuil y Aragón. En total se evaluaron 68 muestras.

La variabilidad se estudió siguiendo el criterio generalmente utilizado y que figura en la literatura sobre identificación de alfalfas (DELGADO, 1989; CORDERO y CRESPO, 1995; MORALES, 1998; CROCHEMORE *et al.*, 1998; PECETTI *et al.*, 1999). Se emplearon indicadores morfológicos, fisiológicos y agronómicos, pues a pesar de su sensibilidad a las condiciones del medio, son válidos para el estudio de la evolución de una población (CROCHEMORE, 1998).

Los ensayos de campo se establecieron en el año 1993 en la finca de Viñalta (Palencia). La altitud media es de 740 m y la precipitación media anual de 400 mm. Se desarrollaron en dos medios diferentes: secano y regadío.

La preparación del suelo para la siembra fue la habitual de la zona. El abonado de fondo se hizo con 300 kg/ha de 8 - 24 - 16. La vegetación adventicia se controló mediante escarda manual el primer año y, posteriormente, mediante tratamiento en parada vegetativa con Hexazinona, a razón de 1,2 kg/ha. En primavera, tratamiento insecticida contra gusano negro y pulgón, utilizando Carbaril e Imidacloprid, respectivamente.

En los dos medios se sembraron todas las muestras y los testigos. El diseño estadístico fue en bloques al azar con tres repeticiones, estando formada la parcela elemental por 20 plantas, distribuidas en dos filas de 10, a un marco de 0,70 m entre líneas y de 0,50 m entre plantas de una misma línea; las parcelas estaban separadas por pasillos de 0,80 m. Esta disposición permite asegurar una mínima competencia entre plantas.

Los datos se tomaron en plantas individuales y sobre todas las plantas de cada una de las parcelas durante tres años, 1994, 1995 y 1996. Las determinaciones se iniciaron al segundo año, al tratarse de una especie perenne que el primer año tiene un escaso desarrollo. El rebrote primaveral se estimó midiendo la altura de cada planta al inicio del crecimiento. Para la velocidad de crecimiento antes del primer corte se utilizó el dato anterior además de otras dos mediciones individuales de la altura de cada planta, una tomada inmediatamente antes del corte, y otra en un momento intermedio entre las dos anteriores, en total tres valores de altura. El dato que se usó para el estudio estadístico de este carácter fue la pendiente de la recta obtenida con estos tres valores. La velocidad de crecimiento se evaluó periódicamente antes de cada corte, midiendo la altura de todas las plantas. Todas las alturas se midieron con cinta métrica, desde el suelo hasta donde confluyen la mayor parte de los tallos. Para la floración se anotó la fecha de floración de cada una de las plantas cuando había al menos dos flores abiertas en dos inflorescencias. La persistencia se determinó contando las plantas supervivientes al final del ensayo. Con todos estos datos se realizó un análisis Cluster, utilizando el método de Ward (CROCHEMORE *et al.*, 1998; PECETTI *et al.* 1999).

Tabla 1.- Origen de las muestras de alfalfa recogidas en la comarca

ZONA	MUNICIPIO	MUESTRA (n°)
VILLALÓN	Ceinos	1
	Villacid	2, 3, 4, 5
	Cuenca	6, 7
	Castroponce	28, 37
	Villanueva de la Condesa	29, 31
	Bustillo de Chaves	30
	Villagómez	32, 33
	Vega de Ruiponce	34
	Villacarralón	35, 36
VILLADA	Melgar de Arriba	56
	Villacidaler	8, 9, 15
PAREDES	Boadilla de Rioseco	54
	Arconada	10
	Villanueva del Rebollar	11, 17
	Villatoquite	13, 19, 39, 42
	Revenga	41
	Añoza	43
	Villalcazar de Sirga	50
Becerril	55	
VILLARRAMIEL	Villarramiel	12, 24, 27, 38, 40, 68
	Capillas	14, 25
	Mazariegos	16
	Abarca	26
	Villerías	52
MEDINA DE RIOSECO	Meneses	53
	Medina de Rioseco	18, 20, 51
	Pozuelo de la Orden	22
VILLALPANDO	Villafrechós	49
	S. Agustín del Pozo	21
	Villafáfila	44, 45
	Revellinos	46
	S. Esteban del Molar	47
TESTIGOS	Cerecinos	48
	Cinna (23), Europe (57), Verdal (58), Tierra de Campos (59), Aragón (60), Sprinter (61), Moapa (62), Baraka (63), Cuf-101 (64), Romagnola (65), Aragón (66), Milfeuil (67)	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El dendrograma obtenido con el análisis Cluster se presenta en la Figura 1. En él es posible distinguir claramente cuatro grupos. En el grupo 1 están los ecotipos más tempranos junto con 5 muestras recogidas en la comarca. El grupo 2 es el más numeroso, con 35 muestras de la comarca y el testigo Tierra de Campos. En el grupo 3 se incluyen 9 muestras. Por último, el grupo 4 es el formado por los ecotipos más tardíos y 7 muestras (Tabla 2).

El 62 % de las muestras, es decir, las agrupadas con el testigo Tierra de Campos (grupo 2), responden a las características del ecotipo. El resto de las muestras, o son mezcla, o corresponden a las características de otros testigos. Por mezcla queremos indicar que en ellas predomina el germoplasma de Tierra de Campos, pero tienen también "algo" de germoplasma de alfalfas de otras características. Nos estamos refiriendo a las muestras del grupo 3. Las muestras que no responden a las características del ecotipo se encuentran repartidas, aunque no por igual, por toda la comarca, lo que prueba la

contaminación que ha existido por la introducción de nuevos tipos de alfalfa, y que no ha sido debido a una respuesta de adaptación al medio, como ya señalaron CORDERO y CRESPO (1995).

Cinco de las muestras recogidas en la comarca, junto con los testigos más precoces forman el grupo 1, pueden ser el resultado de la mezcla de alguna alfalfa temprana, probablemente Aragón, con Tierra de Campos.

El grupo 3 también es un claro ejemplo de la contaminación del ecotipo. Por su comportamiento, parece que procede del cruzamiento de la alfalfa de Tierra de Campos y alfalfa de origen flamenco. Esto ha ocurrido en el 16 % de las muestras recogidas, en su mayor parte procedentes de la zona de Villalón, donde años atrás se sembraron variedades de tipo flamenco, para la producción de semilla. No es de extrañar, pues, que sean las muestras recogidas en esta zona las que hayan mostrado mayor grado de contaminación, y que ésta sea la razón fundamental.

Un 12 % de las muestras (grupo 4) tiene características semejantes a las alfalfas tardías de origen flamenco.

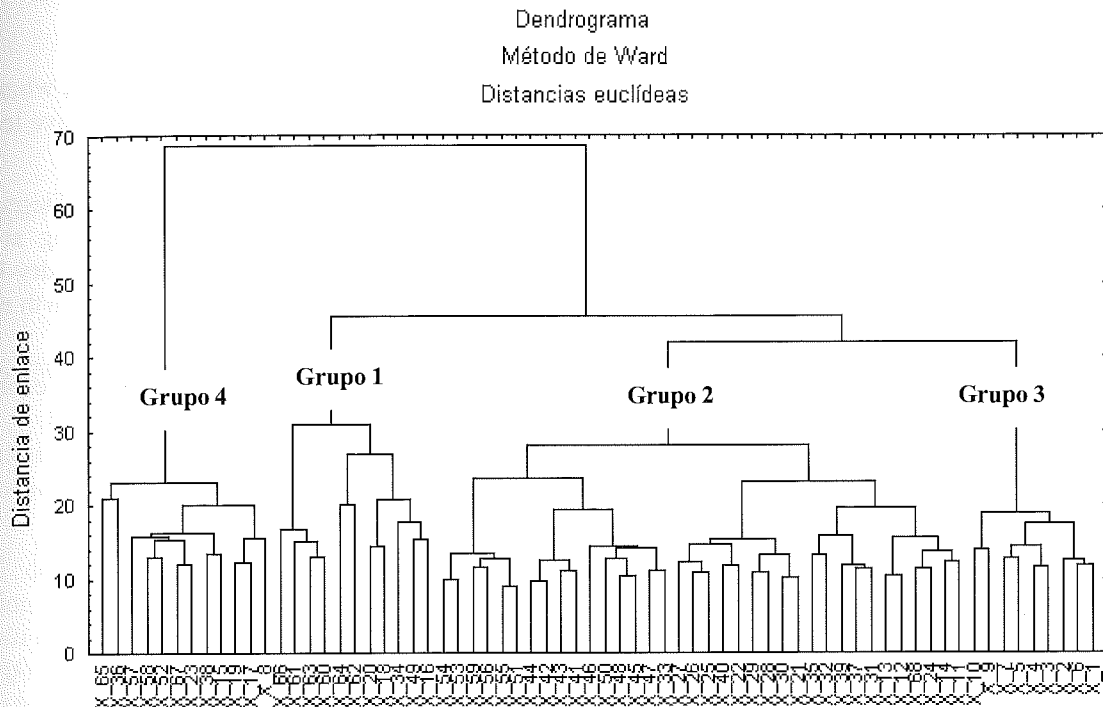
CONCLUSIONES

Las muestras estudiadas han tenido un comportamiento variable con respecto a todos los caracteres analizados: rebrote primaveral, velocidad de crecimiento, floración y persistencia. Mientras unas han mostrado características consideradas como representativas del ecotipo Tierra de Campos, lo que ha ocurrido en el 62 % de las recogidas, los caracteres observados en otras han mostrado estar mezcladas con alfalfas de otras procedencias (16 %), o pertenecer a alfalfas de otro origen (21 %). Consideramos que el número de muestras incluido en el grupo 2 es bajo y que es una prueba de la contaminación que ha sufrido, cuya causa principal ha sido la difusión en la comarca de alfalfas centroeuropeas para producir semilla, aunque prácticamente ya han dejado de cultivarse por su menor persistencia.

Tabla 2.- Distribución de las muestras estudiadas clasificadas en 4 grupos según el análisis Cluster

ZONA	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
VILLALON	34	28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 56	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	36
VILLADA		54	9	8, 15
PAREDES		11, 13, 39, 41, 42, 43, 50, 55	10	17, 19
VILLARRAMIEL	16	12, 14, 24, 25, 26, 27, 40, 53, 68		38, 52
M. de RIOSECO	18, 20, 49	51, 22		
VILLALPANDO		21, 44, 45, 46, 47, 48		
TESTIGOS	Aragón (60), Sprinter, Moapa, Baraka, Cuf-101, Aragón (66)	Tierra de Campos		Cinna, Europe, Verdal, Romagnola, Milfeuil
TOTAL MUESTRAS DE TIERRA DE CAMPOS	5 (9%)	35 (62%)	9 (16%)	7 (12%)
TOTAL TESTIGOS	6	1	0	5

Figura 1 Dendrograma obtenido al realizar el análisis Cluster con las muestras de alfalfa de Tierra de Campos



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORDERO, A., CRESPO, M., 1995. Caracterización del ecotipo de alfalfa Tierra de Campos. *Pastos*, **12** (2), 57-86.
- CROCHEMORE, M., HUYGHE, C., ECALLE, C., JULIER, B., 1998. Structuration of alfalfa genetic diversity using agronomic and morphological characteristics. Relationship with RAPD markers. *Agronomie*, **18**(1), 79-94.
- CROCHEMORE, M., 1998. *Variabilidade genética da alfalfa. Marcadores agromorfológicos e moleculares*. Instituto Agrônômico do Paraná. Boletim Técnico N° 58.
- DELGADO, I., 1989. *Estudio de la variabilidad de las mielgas aragonesas en áreas de precipitación inferior a 600 mm anuales*, 169 pp. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN, 1999. *Anuario de Estadística Agroalimentaria*. 713 p. Madrid,
- MUSLERA, E., RATERA, C., 1991. *Praderas y forrajes*. 2ª edición, 674 p. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
- PECETTI, L., PIANO, E., VALENTINI, P., ROMANI, M., 1999. Phenotypic variation and germoplasm discrimination in lucerne (*Medicago sativa* complex) as evidenced by multivariate analysis. *Journal Genetic & Breeding*, **53**, 37-45.

VARIABILITY OF THE ALFALFA ECOTIPE "TIERRA DE CAMPOS"

SUMMARY

Alfalfa is the forage crop most extend in Tierra de Campos (Central-North of Spain), where is grown in rainfall conditions for hay, pasture and seed. In these area the growing conditions have led to the development of an ecotype named "Tierra de Campos"

The aim of our research was to study the present variability in the ecotype "Tierra de Campos". The research started off with a survey of the most significant alfalfa growing areas, collecting 56 seed samples, which were later analyzed in field trials, under both irrigation and dry-land conditions, for a period of three years. At the same time, several varieties with varying regrowth rates were used as controls.

A Cluster analysis with data observed that only 62 % of samples showed the ecotype characteristics while the remaining samples were mixed or had a different origin.

Key words: *Medicago*, ecotype, cluster.

NIVELES POBLACIONALES DE PULGONES EN ALFALFA LIBRE DE TRATAMIENTOS AFICIDAS

X. PONS

Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal. Universitat de Lleida. Centre UdL-IRTA. Rovira Roure
191. 25198 Lleida (España)

RESUMEN

En el periodo 1998-2000 se evaluaron las densidades de pulgones en dos campos comerciales de alfalfa libres de tratamientos aficidas, en dos comarcas de Lleida. Las especies de pulgones más abundantes fueron *Terioaphis trifolii*, *Aphis craccivora* y *Acyrtosiphon pisum*.

La dinámica poblacional de las tres especies indica que se produce un único pico poblacional a final de julio o comienzo de agosto. En 1998, *A. pisum* y *A. craccivora* fueron las especies predominantes en el pico poblacional, mientras que en 1999 lo fue *T. trifolii* y en el año 2000, *T. trifolii* y *A. craccivora*. Las densidades en el pico variaron con los años y, únicamente en el año 2000, *T. trifolii* pudo ocasionar daños directos. *T. trifolii*, por su capacidad de daño y dificultad de detección, debe tenerse muy en cuenta en el establecimiento y puesta en marcha de medidas de control.

El carácter puntual del periodo de máxima incidencia de pulgones, la composición de especies y las densidades alcanzadas en este periodo, cuestionan la estrategia de control habitual en la zona, consistentes tratamientos sistemáticos después del tercer corte y ponen de manifiesto la necesidad del seguimiento de la evolución de los niveles poblacionales para establecer estrategias más adecuadas. Los resultados sugieren que, en años de fuerte ataque, un único tratamiento puede ser suficiente.

Palabras clave: dinámica de poblaciones, daños, control.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es el principal cultivo forrajero de las zonas de regadío de Cataluña y supone un porcentaje muy importante de la superficie y producción españolas. Lleida es una de las provincias con mayor superficie cultivada y de mayor producción, con un rendimiento medio de unas 12-15 toneladas de materia seca por hectárea (Lloveras, 1998). En la zona de regadío de Lleida, la alfalfa constituye un componente esencial de la alternativa de cultivos extensivos, compuesta además, por cereal de invierno y maíz.

Los pulgones son una de las plagas más habituales de los alfalfares de Lleida y a su control se dedican importantes esfuerzos. El control de los pulgones se basa en la aplicación de insecticidas de amplio espectro (normalmente organofosforados y piretroides o mezclas de ellos) de manera preventiva después de cada corte a partir del segundo. Al darse 5 ó 6 cortes anuales, el número de tratamientos contra pulgón se sitúa alrededor de tres al año.

Un estudio sobre la infestación natural de pulgones en parcelas de evaluación agronómica de diversas variedades de alfalfa en la comarca del Pla d'Urgell (Pons y Lloveras, 1999) mostró que las densidades alcanzadas fueron reducidas y cuestionaba la estrategia de control seguida en la zona.

Con el fin de evaluar cual es la problemática en campos de cultivo comerciales se desarrolló un estudio sobre la dinámica poblacional de pulgones en campos de alfalfa a los que no se sometió a tratamientos aficidas. Esto permitía obtener información sobre las especies de pulgones presentes y su abundancia relativa, los momentos de mayor incidencia y las densidades alcanzadas, con el fin de evaluar la estrategia de control habitual en la zona.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en dos comarcas de gran tradición en el cultivo de la alfalfa, El Segrià y La Noguera, durante el periodo 1998-2000.

Se eligió un campo comercial en cada una de las comarcas. El campo de La Noguera tenía una superficie de 1 ha, estaba sembrada del ecotipo Aragón y el seguimiento se desarrolló durante 1998 y 1999 (tercer y cuarto año de edad de las plantas). El campo de El Segrià tenía una superficie de 5 ha y se hallaba sembrada también del ecotipo Aragón. El estudio se desarrolló durante dos campañas seguidas (1999 y 2000) correspondientes a los años tercero y cuarto de edad de la alfalfa. Las parcelas fueron sometidas a las prácticas agronómicas habituales en la zona, a excepción de la aplicación de tratamientos aficidas.

De mayo a septiembre se procedió a la toma de muestras mediante el uso de un aspirador D-Vac® (D-Vac Co. Riverside, California, USA). En cada muestreo se efectuó un número constante de succiones para cada campo. El número de succiones varió según los campos de acuerdo con el tamaño del mismo. La periodicidad del muestreo fue semanal, excepto en las semanas siguientes a cada corte. A la vez que se procedía al muestreo de pulgones se anotaba la altura del cultivo. Se estimó asimismo el número de tallos de alfalfa por metro cuadrado. Las muestras de D-Vac recogidas eran llevadas al laboratorio donde se procesaban. De cada muestra se determinaba el número y la especie de pulgón presente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

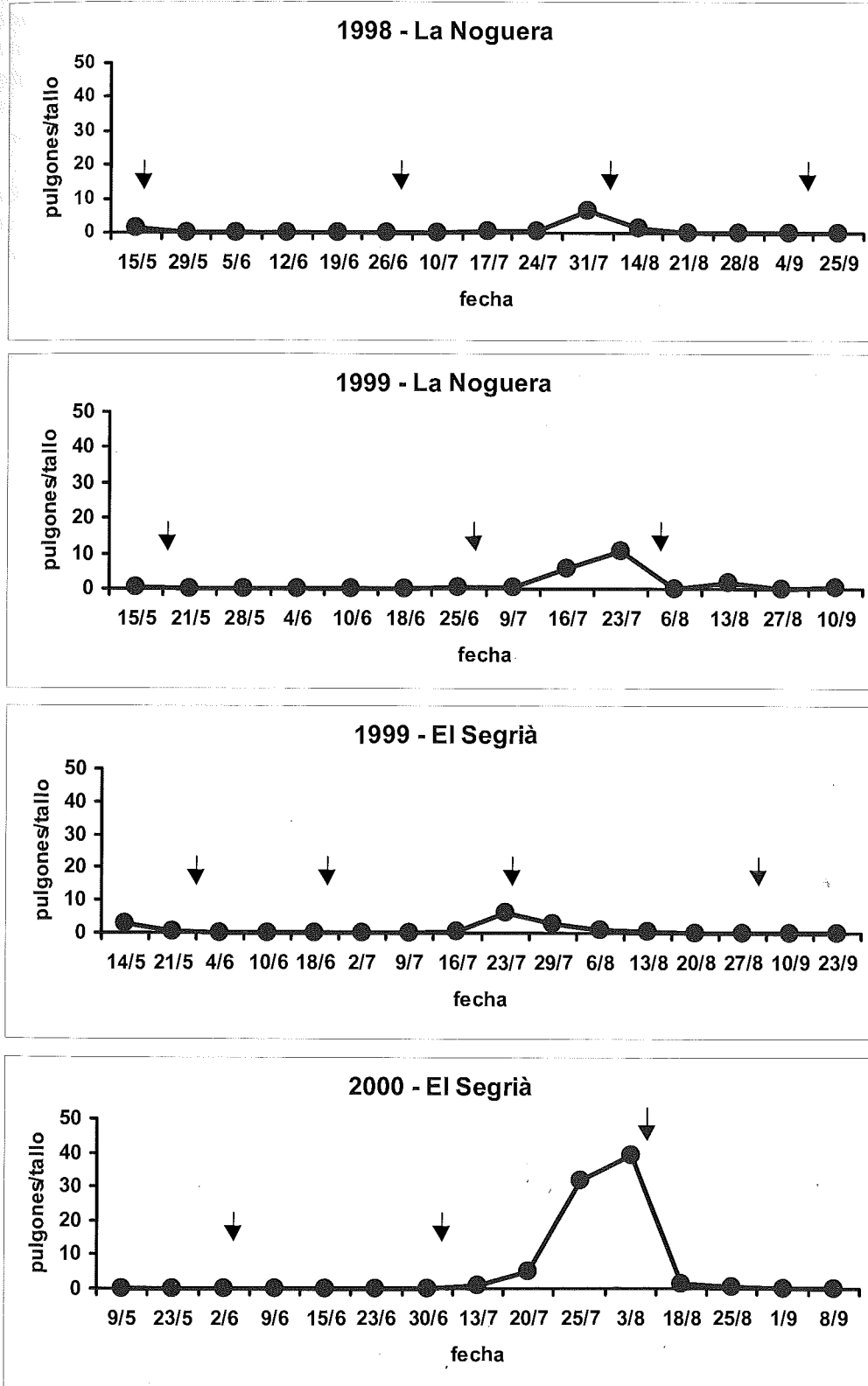
Durante todo el periodo las poblaciones estuvieron constituidas por las tres especies habituales en los alfalfares de Lleida (Pons y Lloveras, 1999): *Acyrtosiphon pisum* (Harris), *Aphis craccivora* Koch y *Terioaphis trifolii* (Monell).

La evolución de las poblaciones de pulgones en los campos estudiados puede observarse en la Figura 1. La dinámica poblacional de los pulgones fue consistente durante la duración del estudio. Las densidades fueron muy bajas o prácticamente nulas hasta mediados de julio aproximadamente. Entonces, se incrementaron exponencialmente hasta alcanzar el pico poblacional a finales de julio o inicios de agosto.

El momento de aparición del pico poblacional coincidió con el hallado por Pons y Lloveras (1999) en El Urgell, otra de las comarcas alfalferas tradicionales de la provincia de Lleida. Esto indicaría que en la principal zona de cultivo de la alfalfa de Lleida, la máxima incidencia de pulgones se produce a finales de julio o inicios de agosto, siendo las densidades alcanzadas en cualquier otro momento del ciclo de cultivo mucho menores.

El hecho de que de forma consistente se produzca un único pico poblacional de pulgones es muy importante de cara a la estrategia de control a llevar a cabo. Así, sería lógico pensar que los esfuerzos de control deberían dirigirse a este corto espacio de tiempo. Por otro lado, la gravedad de un ataque de pulgones depende principalmente de los siguientes factores: las densidades alcanzadas, las especies de pulgones implicadas, el estado de desarrollo de la planta y la presencia de enemigos naturales (Summers *et al.*, 1996). La estrategia de control deberá basarse en la ponderación del peso de estos factores.

Figura 1.- Evolución de las poblaciones de pulgones en campos comerciales libres de tratamientos aficidas en las comarcas de La Noguera y de El Segrià (Lleida) durante el periodo 1998-2000. Las flechas indican los días de corte.



En la Tabla 1 se indica la especie predominante en el pico poblacional en cada uno de los campos y años estudiados, su densidad y la altura del cultivo. Mientras en 1998 fueron *A. pisum* y *A. craccivora* las especies predominantes, en 1999 lo fue *T. trifolii* y en el año 2000 lo fueron las dos especies. Las densidades en los picos de población fueron bajas, excepto en el año 2000 (en el campo del Segrià) donde se registraron entre 30 y 40 pulgones/tallo durante unos diez días. Puesto que la densidad de *T. trifolii* superó los umbrales de daño señalados en regiones de clima mediterráneo, establecidos en 20 pulgones/tallo (Sumners *et al.*, 1996), éste podría considerarse como único período de perjuicio económico sobre la alfalfa. Según dichos autores, los umbrales de daño referentes a *A. pisum* son mucho más altos, es decir, la alfalfa puede soportar densidades mayores sin sufrir daño económico (por ejemplo, plantas de entre 25 y 50 cm de altura podrían albergar hasta 75 pulgones/tallo). El caso de *A. craccivora* es más difícil de evaluar, puesto que no se conocen los umbrales de daño para esta especie. Sin embargo, el lugar de alimentación de *A. craccivora* es muy similar al de *A. pisum*, los brotes terminales y, por tanto, los efectos sobre la planta podrían ser parecidos, aunque deberían llevarse a cabo investigaciones en este aspecto en nuestras condiciones ambientales y de cultivo.

Tabla 1.- Especie predominante en el pico poblacional en cada uno de los campos estudiados, la densidad alcanzada por ésta y la altura del cultivo cuando se produjo el pico poblacional.

Año	Campo	Edad alfalfa (años)	Fecha pico	Especie predominante	Densidad (pulgones/tallo)	Altura (cm)
1998	La Noguera	3	31 julio	<i>A. pisum</i>	4	65
				<i>A. craccivora</i>	2	
1999	La Noguera	4	23 julio	<i>T. trifolii</i>	10	65
1999	El Segrià	3	23 julio	<i>T. trifolii</i>	5	80
2000	El Segrià	4	25 julio al 3 de agosto	<i>T. trifolii</i>	30	50
				<i>A. craccivora</i>	30		65

Estos resultados ponen manifiesto la importancia que puede tener *T. trifolii* como causante de daño directo en la alfalfa. Esta especie de pulgón, de color amarillo pajizo y pequeño tamaño, se encuentra en el envés de las hojas y suele pasar desapercibido si no se observa con cuidado. Además, *T. trifolii* es muy difícil de capturar cuando se muestrea con manga entomológica (Bielsa, 2001), un sistema habitual en el muestreo de pulgones en alfalfa (Berberet y Hutchinson, 1994), también en España (Cambra *et al.*, 2000).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que, en la zona de regadío de Lleida, en parcelas sin tratamientos aficidas se produce un único pico poblacional a final de Julio o principios de agosto, con lo que el riesgo de daño directo en el alfalfar debe situarse en esa época. Las densidades de pulgones en este pico varían según los años. En los años y campos estudiados, sólo *T. trifolii* ha podido producir daños económicos. Ya que el crecimiento de las poblaciones en esa época es exponencial, se pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo muestreos precisos para poder determinar los momentos de poner en marcha estrategias de control adecuadas. Los resultados obtenidos cuestionan la estrategia de control habitual en la zona, consistente en la aplicación de aficidas de manera sistemática después de la tercera siega, y sugieren que, en años de fuerte ataque, un único tratamiento podría ser suficiente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la CICYT, proyecto AGF96-0482. Asimismo quiero agradecer a Josep Piqué y a Jaume Areny la cesión de los campos de alfalfa donde se realizó el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERBERET, R.C.; HUTCHINSON, W.D., 1994. Sampling methods for insect management in alfalfa. En: *CRC Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture*, 357-381. Ed. L.P. Pedigo, G.D. Buntin. CRC Press inc. Boca Raton (EE.UU).

BIELSA, J., 2001. *Eficacia de dos métodos de muestreo en la estimación de poblaciones de depredadores de pulgones de la alfalfa*. Trabajo Práctico Tutorado. ETSEA de Lleida. Universidad de Lleida. 71 pp.

CAMBRA, M.; GIMENO, F.; MARTÍN, J.; MENDOZA, E.; PERDIGUER, A., 2000. Insectos que afectan a la producción de forraje de alfalfa. *Informaciones Técnicas* 1/2000. Dirección General de Tecnología Agraria. Departamento de Agricultura. Gobierno de Aragón.

LLOVERAS, J., 1988. La alfalfa en la provincia de Lleida. En: *La alfalfa: cultivo, transformación y consumo*, 120-127. (Ed) M. Llorca, J. Masip, F. Ollé. Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles. Lleida (España).

PONS, X.; LLOVERAS, J., 1999. Densidad poblacional de pulgones en cultivares de alfalfa en los regadíos de Lleida. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal*, **14**, 405-413.

SUMNERS, C.G.; HAGEN, K.S.; STERN, V.M., 1996. Alfalfa pest management guidelines. En: *UC IPM Pest Management Guidelines*, 2-5. IPM Education and Publications. Publication 3339. University of California. Davis (USA).

APHID POPULATION LEVELS IN ALFALFA WITHOUT APHICIDE TREATMENTS

SUMMARY

The aphid density in two commercial fields of Lleida without aphicide treatments was evaluated during 1998-2000. The more abundant aphid species were *Therioaphis trifolii*, *Aphis craccivora* and *Acyrtosiphon pisum*.

The population dynamics of the three species shows that there is only one population peak that occurs at the end of July or the beginning of August. In 1998, *A. pisum* and *A. craccivora* were the predominant species at the aphid population peak, whereas in 1999 was *T. trifolii* and in 2000, *T. trifolii* and *A. craccivora*. At the aphid population peak, densities varied with the year, and only *T. trifolii* could cause economic damages. *T. trifolii*, due its potential of damage and the difficulty to be observed, should be taken in account when establishing control measures.

The short aphid outbreak period, the species composition and the densities reached at that time dissent from the present aphid control strategy in the region, consisting of one spray for harvest after the third alfalfa cut, and suggest that one spray could be sufficient for aphid control. Our results also point out that to monitor the development of aphid populations is necessary to establish more accurate control strategies.

Key words: population dynamics, damages, control.

EFFECTO DE LA DOSIS DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN Y DENSIDAD DE PLANTAS DE ALFALFA EN EL VALLE DEL EBRO

LLOVERAS, J., SANTIVERI, P. Y MORENO, A.

Centre UdL-IRTA. Av. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida.

RESUMEN

La alfalfa es un cultivo tradicional en los regadíos del valle del Ebro, siendo las dosis de siembra habituales del orden de 30-40 kg/ha, cantidades que se consideran elevadas, en comparación con las cantidades empleadas en otras zonas del mundo. Con el objetivo de evaluar el efecto de las dosis de siembra en la producción de alfalfa en los regadíos del Valle del Ebro, se compararon cuatro densidades 10, 20 30 y 40 kg/ha en dos variedades Aragón y Artal. En los dos primeros años de ensayo no se detectaron diferencias de producción entre las cuatro densidades, con rendimientos medios de 21,5 t/ha de materia seca (MS). Sin embargo, en el tercer año y en el total de los tres años, las densidades de 10 kg/ha fueron significativamente inferiores a las restantes, quizás debido a que ataques de topillos en el tercer año afectaron proporcionalmente más a las parcelas con menores densidades de plantas. Es posible, que sin los problemas mencionados, no se hubieran seguido observando diferencias entre las dosis de siembra ensayadas.

Las densidades iniciales fueron de 193 plantas/m² en las densidades de 10 kg/ha, ascendiendo a 470 plantas/m² a densidades de 40 kg/ha. Estas densidades fueron disminuyendo con el tiempo y al final de los tres años de ensayo sólo quedaban alrededor del 20% de las plantas iniciales.

Palabras clave: alfalfa, dosis de siembra, densidad de plantas.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es un cultivo tradicional en los regadíos del valle del Ebro, formando parte de las rotaciones y sistemas de cultivo típicos de la zona.

Las dosis de siembra habituales en el valle del Ebro, suelen estar entre los 30 y 40 kg/ha, consideradas altas en comparación con las presentadas en otras zonas productoras del mundo (Bessac, 1967; Volenec *et al.*, 1987; Kepart *et al.*, 1992; Le Gall, 1992; Stout, 1998). Estas altas densidades se deben a que la mayor parte de los agricultores prefieren siembras espesas para evitar posibles problemas durante la germinación, además de disfrutar, al inicio del cultivo, de un mejor aspecto visual. Por otra parte, para muchos productores la semilla es un insumo relativamente barato para un cultivo que dura al menos cuatro años. Sin embargo, el problema es de escala, ya que para un agricultor con poca superficie el ahorro que le puede suponer la disminución de la dosis de siembra es relativamente poco, mientras que para los que siembran superficies elevadas el planteamiento económico puede ser distinto (Lloveras, 2001).

En general, parece que la densidad de siembra influye poco en la producción, si las densidades de plantas son suficientes, ya que los componentes del rendimiento (plantas/m², tallos por planta y peso del tallos) se autocompensan (Bessac, 1967; Romero *et al.*, 1995; Volenec, 1999). A lo largo de los años de cultivo, el número de plantas por unidad de superficie va descendiendo con los años mientras van aumentando los demás componentes del rendimiento (Bessac, 1967; Volenec, 1999).

Sin embargo, a pesar de ser la alfalfa un cultivo básico en el valle del Ebro, los estudios sobre el efecto de las dosis de siembra en la producción y en la densidad de plantas a lo largo del ciclo de producción, son muy escasos (Roselló *et al.*, 1981; Santiveri *et al.*, 1999). Con el objetivo de estudiarlos y cuantificarlos se planteó el presente trabajo en los regadíos de Lleida.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se sembró el 27 de febrero de 1998 en la finca de la Estación Experimental de Lleida, en Gimeneles (41° 39'N, 0°51'E) en un suelo Calcixerollic Xerochrept. La temperatura media de la zona es de 15.8 °C y la pluviometría media anual de 422 mm. Las parcelas se regaron por aspersión cada 15 días recibiendo anualmente unos 1000 mm.

El abonado de pre-siembra consistió en 30 kg/ha de N y 200 kg/ha de K₂O y P₂O₅. En los demás años se aplicó, en enero, un abonado de mantenimiento consistente en 200 kg/ha de P₂O₅ y 200 kg/ha K₂O.

Se compararon cuatro dosis de siembra: 10, 20, 30 y 40 kg/ha en dos variedades, Aragón y Artal. El peso medio de los 1000 granos fue de 2,48 g para la variedad Aragón y de 2,88 g para la variedad Artal, con lo que el número de semillas por kg fue de unas 403.000 para Aragón y de 347.000 para Artal. El diseño estadístico fue en bloques al azar con cuatro repeticiones en que los ocho tratamientos (2 variedades x 4 dosis) se aleatorizaron en cada bloque. El tamaño de la parcela elemental era de 1,2 x 8 m de largo, constando de seis surcos separados 20 cm. Los resultados, producción de materia seca (MS) y densidad de plantas se analizaron mediante un análisis de varianza empleando el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1989).

El primer año se realizaron cinco cortes, mientras que en los dos restantes la alfalfa se cortó 6 veces por año siendo las fechas de corte similares a las seguidas por los agricultores de la zona, aproximadamente, cada treinta días.

La producción de materia verde de cada parcela se determinó mediante una cosechadora autopropulsada y autopesante y el contenido de materia seca se cuantificó en el laboratorio secando en estufa durante 48 horas una submuestra de unos 150g de materia verde.

En cada invierno se aplicó un tratamiento herbicida a base de hexazinona (Velpar) a una dosis de 1 L/ha p.c. A partir del segundo año se observaron ataques de topillos, que se intentaron controlar a lo largo de todo el año con cebos envenenados, y que afectaron a algunas parcelas.

La densidad de plantas se estimó al principio del ensayo, al final de cada invierno y al final del ensayo, contando el número de plantas existentes en ½ m lineal de una zona representativa de cada parcela. Para ello cuando fue necesario se excavaron las plantas hasta una profundidad de unos 25 cm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de MS seca de cada dosis de siembra a lo largo de los tres años del ensayo se presenta en la Tabla 1.

En los dos primeros años, 1998 y 1999, no se detectaron diferencias significativas de producción de MS entre densidades (Tabla 1), mientras que en el tercer año y en la suma total de los tres años la dosis de 10 kg/ha fue la menos productiva.

Los resultados de los dos primeros años son similares a los presentados por otros autores como Besac (1967) en Francia, Hoveland *et al.* (1987) en el sur de los EEUU y Roselló e Hidalgo (1981) en Murcia. Estos autores detectaron escasas o ninguna diferencia en producción de MS debido las dosis de siembra. Bessac (1967) comparó dosis de siembra que fueron de 6,8 a 27,2 kg/ha, mientras que Rosello e Hidalgo (1981) evaluaron dosis de 20, 30, 40 y 50 kg/ha de semilla, y Hoveland *et al.* (1987) compararon dosis de 10, 20, 30 y 40 kg/ha de semilla. En Siria, en condiciones de regadío no se

observaron diferencias significativas en la producción de MS, al comparar dosis de siembra de 12, 16 y 20 kg/ha, en una zona con rendimientos medios anuales de unas 16 t/ha (Sarraj, 1987). En Argentina, Romero *et al.* (1995), tampoco obtuvieron diferencias entre densidades de siembra que fueron de 5 kg/ha a 25 kg/ha, con unas producciones medias de unos 12.000 kg/ha de MS.

Tabla 1. Efecto de la dosis de siembra en la producción de materia seca de alfalfa. Gimenez(Lleida).

Dosis de siembra (kg/ha)	1998			1999			2000			Total (3 años)
	Aragón	Artal	Media	Aragón	Artal	Media	Aragón	Artal	Media	
10	20,1	20,3	20,2	19,1	20,3	19,6	19,8	18,1	19,1	58,9
20	20,5	22,3	21,1	21,5	19,4	20,8	21,7	18,2	20,6	62,4
30	21,9	23,0	22,4	20,8	19,9	20,4	21,9	18,9	20,4	63,2
40	20,6	23,2	21,9	19,5	19,5	19,5	21,6	20,6	21,1	62,5
Media	20,8	22,3	21,5	20,2	19,8	20,0	21,3	19,1	20,3	61,8
Significación	-	-	ns	-	-	ns	-	-	0,01	0,01
C V (%)	-	-	9,6	-	-	6,6	-	-	5,0	7,6

Sin embargo, el tipo de resultados obtenidos en Lleida, donde en el año de establecimiento no se detectaron diferencias entre densidades de siembra, difieren de los publicados en zonas donde la alfalfa se cultiva en secano o donde se obtienen producciones inferiores a las de Lleida. Así, por ejemplo, Kephart *et al.* (1992), en South Dakota, con unos 400 mm de precipitación, obtuvieron incrementos de producción de MS en el año de establecimiento al incrementar la densidad hasta los 13,4 kg/ha, aunque no en los años siguientes. En la misma región, Hansen y Krueger (1973) aumentaron las producciones de 7,3 t/ha a 9,1 t/ha, en el año de establecimiento, al elevar la dosis de semilla de 4,5 a 17,9 kg/ha. Volenec *et al.* (1987), en el medio Oeste de los EEUU, presentaron unos resultados bastante similares a los anteriores, con densidades de plantas iniciales que fueron de 11 a 172 plantas /m², que son bastante inferiores a las normales del valle del Ebro (Tabla 2). Por otro lado, Stout (1998) en Canadá, obtuvo incrementos de producción de MS, en el primer año, al elevar la dosis de semilla de 5,6 a 16,7 kg/ha aunque no a dosis superiores. Las producciones medias en su primer año de producción fueron de unas 5 t/ha de MS.

El aspecto, posiblemente más importante del estudio, es que no se detectaron diferencias entre dosis de siembra en los dos primeros años. Sin embargo, los resultados del tercer año, y del total de los tres años, en que las producciones de MS obtenidas con las dosis 10 kg/ha fueron significativamente menores, no son habituales en la bibliografía. La razón de la menor producción en el tercer año y en el conjunto de los tres años, puede estar en los ataques de topillos, que aparecieron principalmente en el tercer año de producción y que aunque se intentaron controlar a lo largo de todo el año, afectaron proporcionalmente más a las parcelas con menor densidad de plantas, que correspondieron a las parcelas con menor densidad de siembra.

La variedad Aragón fue significativamente más productiva que Artal, sólo en el tercer año, mientras que en los dos primeros años y en el total de los tres años no se detectaron diferencias significativas entre ellas, si bien Aragón proporcionó unas producciones algo mayores que Artal. No se detectaron interacciones significativas variedad x densidad.

Las densidades de plantas iniciales fueron aproximadamente el 51% de las semillas sembradas y descendieron a lo largo de los años de cultivo (Tabla 2). Aunque inicialmente las mayores densidades de plantas correspondieron a las dosis de siembra más elevadas, las diferencias entre dosis fueron disminuyendo con los años, de manera que al final del ensayo las densidades de plantas fueron similares entre las distintas dosis de siembra.

El número de plantas supervivientes disminuyó del orden del 40 al 50 % anual, aunque no se redujo, sin embargo, la producción del alfalfar, como puede observarse en la Tabla 1. La densidad de plantas, al final de los tres años de producción, fue aproximadamente el 20% de las plantas iniciales, en cualquiera de las dos variedades ensayadas.

Tabla 2. Densidad de plantas a lo largo de los años de cultivo. Gimennells (Lleida)

Dosis de siembra (kg/ha)	Primavera 1998 (Inicio del ensayo)			Primavera 1999 (Inicio 2 ^{do} año)			Primavera 2000 (Inicio 3 ^{er} año)			Primavera 2001 (Final del ensayo)		
	Aragón	Artal	Media	Aragón	Artal	Media	Aragón	Artal	Media	Aragón	Artal	Media
10	206	180	193	172	96	134	115	70	92	65	57	61
20	297	248	272	215	172	193	135	93	114	82	40	61
30	426	378	402	312	203	257	178	125	151	77	58	67
40	519	420	470	222	170	196	165	115	140	75	67	71
<i>Media</i>	362	306	334	230	160	195	148	101	124	75	55	65
<i>Significación</i>	-		0,01	-	-	0,01	-	-	0,01	-	-	Ns

La evolución del número de plantas por unidad de superficie concuerda con los resultados de otros autores (Bessac, 1967; Sarraj, 1987; Soto, 2000) que observaron una disminución paulatina de la densidad de plantas con el paso de los años, debido probablemente a la alta competencia entre plantas (Volenc, 1999).

CONCLUSIONES

La densidad de plantas fue descendiendo con los años, en cualquier dosis de siembra, aunque ello no implicó una disminución de la producción del alfalfar.

Las dosis de semilla que proporcionaron las mayores producciones de MS, variaron con los años. En los dos primeros no se detectaron diferencias de producción de MS entre las dosis de siembra ensayadas. Sin embargo, en el tercer año y en la suma total de los tres años, la dosis de 10 kg/ha fue la menos productiva, debido probablemente a las pérdidas de plantas relativamente mayores ocasionadas por ataques de topillos. Los resultados sugieren que en situaciones normales del Valle del Ebro, dosis de siembra de 10 kg/ha pueden ser suficientes. Sin embargo, parcelas con bajas densidades de plantas parecen más propensas a obtener menores rendimientos en situaciones con problemas de cultivo y en estas condiciones dosis de semilla de unos 20 kg/ha pueden ser las más adecuadas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación SC98-043-C2-2, financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BESSAC, C., 1967. Influence de la densité et de l'écartement sur quelques caractéristiques quantitatives et qualitatives de la luzerne. *Fourrages*, **30**, 13-21.
- HANSEN, L.H.; KRUEGER, C.R., 1973. Effect of establishment method, variety, and seeding rate on the production and quality of alfalfa under dryland and irrigation. *Agronomy Journal*, **65**, 755-759.
- HOVELAND, C.S.; BOUTON, J.H.; NEWSOME, J.F.; CALVERT, G.V., 1987. Establishment of alfalfa as affected by land preparation and seeding rate. Georgia Agricultural Experiment Station. Research Report, 519.

- KEPART, K.D.; TWIDWELL, E.K.; BORTNEM, R.; BOE, A., 1992. Alfalfa yield component responses to seeding rate several years after establishment. *Agronomy Journal*, **84**, 827-831.
- LE GALL, A.; ARNAUD, J.D.; GUY, P.; BOUSQUET, H.; PFLIMLIN, A.; PLANQUAERT, PH., 1992. La luzerne Culture-Utilization. Groupement National Interprofessionnel des Semences-Institut Technique de l'Elevage Bovin-Institut Technique des Cereals et des Fourrages, 39pp. Paris (Francia).
- LLOVERAS, J., 2001. Alfalfa (*Medicago sativa*, L.) management for irrigated Mediterranean conditions: The case of the Ebro Valley. En: *Quality in lucerne and medics for animal production*, 115-126. Ed. I. Delgado, J. Lloveras. Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéens. No. 45.
- ROMERO, N.A.; JUAN, N., A.; ROMERO, L.A., 1995. Establecimiento de la alfalfa en la región pampeana. En: *La alfalfa en Argentina*, 23-36. Ed. E.H. Hijano y A. Navarro. Subprograma alfalfa. INTA. Buenos Aires (Argentina).
- ROSELLÓ, B.; HIDALGO, J.J., 1981. Estudio comparativo de diferentes dosis de siembra para el establecimiento de praderas de *Medicago Sativa*. Hoja Técnica 36. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.
- SANTIVERI, P.; GONFAUS, M.; LLOVERAS, J., 1999. Influencia de la dosis de siembra en los componentes del rendimiento y la producción de materia seca en alfalfa. En: *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la Sociedad Española per el Estudio de los Pastos*, 273-277. Almería.
- SARRAJ, W.M., 1987. Effect of variety and seeding rate on establishment and productivity of alfalfa sown in autumn. *Journal of Agronomy & Crop Science*, **159**, 34-40.
- SAS INSTITUTE, 1989. SAS User's guide:Statistics. Version 6.03. SAS Inst. Cary, NC (EEUU).
- SOTO, P., 2000. Adaptación y establecimiento de la alfalfa. En: *La alfalfa en la zona Centro Sur de Chile*, 11-24. Ed. P. Soto. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Chillán (Chile).
- STOUT, D.G., 1998. Effect of high lucerne (*Medicago sativa*, L.) sowing rates on establishment year yield, stand persistence and forage quality. *Journal of Agronomy & Crop Science*, **180**, 39-43.
- VOLENEC, J.J., 1999. Alfalfa. En: *Crop Yield Physiology and Processes*, 425- 442. Ed. S. Smith, C. Hamel. Springer-Verlag. Berlin (Alemania).
- VOLENEC, J.J.; CHERNEY, J.H.; JOHNSON, K.D., 1987. Yield components, plant morphology, and forage quality of alfalfa as influenced by plant population. *Agronomy Journal*, **27**, 321-326.

EFFECT OF SEEDING RATE OF ALFALFA ON FORAGE YIELD AND STAND PERSISTENCE IN THE EBRO VALLEY

SUMMARY

Alfalfa is a traditional crop in the irrigated areas of the Ebro Valley (North East Spain). The

BIOMASA APORTADA AL SUELO POR *CHAMAECYTISUS* *PALMENSIS* (TAGASASTE)

E. CHINEA¹, A. GARCÍA-CIUDAD², E. BARQUÍN¹ Y B. GARCÍA-CRIADO²

¹Centro Superior de Ciencias Agrarias. Universidad de La Laguna. C. de Geneto, nº2. 38204 La Laguna. Tenerife (Canarias). España. Email: echinea@ull.es. ²Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. CSIC. Apdo. 257-37071. Salamanca.

RESUMEN

Se aborda el estudio del aporte de sustancia seca al suelo por *Chamaecytisus palmensis* (Tagasaste), leguminosa arbustiva endémica de Canarias. Se ha realizado en una finca experimental, sobre arbustos de 19 meses, sin riego y en ausencia de abonado. Se consideran también los niveles de los principales nutrientes (N, Na, K, Ca, Mg, P, Cu, Zn, Mn, FND, FAD, hemicelulosa, celulosa y lignina) presentes en la biomasa, recolectada antes de su descomposición en el suelo. Se compara la composición de la hojarasca con el material vegetal del crecimiento primario y la fracción ramoneable. El N aportado por la hojarasca al suelo (25,3 g/kg) es superior al de otras leguminosas arbustivas. Con los resultados obtenidos se considera que cualquiera de las tres fracciones resulta interesante para mantener e incrementar la fertilidad del suelo.

Palabras clave: Tagasaste, hojarasca, producción, composición química.

INTRODUCCIÓN

La utilidad de las leguminosas arbustivas y arbóreas es elevada: proporcionan forrajes en los periodos estivales, permiten la actividad cinegética, así como restablecer la vegetación, creando sistemas agroforestales en espacios alterados por el hombre. Dado el estado actual de la degradación de los suelos del Archipiélago Canario, es importante investigar propuestas de manejo y prevención de la degradación de los suelos, mediante la utilización de la cubierta vegetal en los tres sectores geográficos: montes, medianías y costas. La cobertura vegetal generada por las leguminosas arbustivas controla la erosión y reduce sus procesos. Además, mejora la morfología, las propiedades físico-químicas del suelo, como consecuencia de los aportes de materiales orgánicos, y la fijación de nitrógeno atmosférico.

En los bosques y matorrales, con su gran biomasa y producción vegetal, los aportes de materiales al suelo y su consiguiente incorporación a la cadena de descomponedores son de mayor entidad que en ecosistemas herbáceos, en los que los animales pastantes suelen asimilar proporciones relativamente grandes de la producción primaria. Por ello, los estudios sobre la incorporación de restos vegetales al suelo se han circunscrito con preferencia a ecosistemas forestales. Se pueden citar los trabajos de especial relevancia, en el contexto mediterráneo, de Rapp (1967, 1969 y 1971), Lossaint (1967), Poli *et al.* (1974) y en Canarias, Fernández-Palacios *et al.* (1992).

La especie estudiada: *Chamaecytisus palmensis* (Tagasaste) no muestra una tendencia especial a la defoliación estival (Chinea, 2001), como mecanismo de adaptación a las condiciones de estrés hídrico, salvo al final de la floración, cuando produce una cantidad apreciable de hojarasca. La hojarasca está formada por hojas, brotes, legumbres abortadas, ramas no lignificadas y principalmente

restos de inflorescencias. En este estudio se ha planteado como objetivo ofrecer una primera aproximación de las aportaciones de biomasa foliar (hojarasca) y del valor que pueden tener los materiales aportados al suelo por *Chamaecytisus palmensis*, leguminosa arbustiva forrajera, endémica de Canarias, en una plantación experimental. Se determina la composición química de la hojarasca de forma previa a su descomposición, comparándola con la composición química de la fracción ramoneable de la planta y de muestras de crecimiento primario, con estimación de los aportes al suelo de elementos minerales y constituyentes orgánicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal. El presente ensayo se realizó en una parcela de 1000 m² situada en La Laguna (Tenerife), a unos 550 msm, en la finca "Tahonilla Baja" (Universidad de La Laguna). El material vegetal estudiado procede de semillas de *Chamaecytisus palmensis* (Tagasaste) recolectadas en 1998 en una población ubicada en Ruigómez (Municipio de El Tanque) a una altitud de 950 msm con orientación Noreste (isla de Tenerife): los arbustos, sometidos a explotación para la alimentación de ganado (bovino, caprino, equino, conejos), están plantados en los bordes de las fincas, dedicadas al cultivo de papas andinas. Las plántulas se cultivaron durante cinco meses en contenedores forestales en un invernadero. El trasplante a la parcela experimental se realizó el 18/2/99, con un marco de plantación de 1,87x1,04 m. Se colocó un sistema de riego localizado durante los primeros cuatro meses. El diseño estadístico de la plantación fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. En el momento del ensayo los arbustos tenían una edad de 19 meses, su estado fenológico en la época del muestreo era final de la floración e inicio de la fructificación. En parcelas con aprovechamiento intensivo no se apreció una cantidad de hojarasca que pudiera ser recolectada. Por ello, todos los estudios se han realizado en parcela elemental sin corte.

Toma de muestras. En la parcela experimental se realizaron tres tipos de muestreos (hojarasca, crecimiento primario y fracción ramoneable) en la primavera de 2000. En arbustos no segados se recogió la hojarasca y se cortó una muestra de las ramas inferior para el estudio de la composición química con la edad del arbusto (crecimiento primario). De otros arbustos sometidos a siegas sucesivas, se tomaron muestras para valorar la composición química de la fracción ramoneable.

Hojarasca. La recogida se realizó una sola vez en todas las parcelas elementales en una superficie de 4,80x1,5 m. La recolección se efectuó manualmente procurando recoger todo el material vegetal, eliminando las piedras y terrones. Se pesó toda la hojarasca recolectada y se tomaron cuatro muestras de 500 g.

Crecimiento primario. El muestreo se realizó cortando unos 500 g de material vegetal siempre de las ramas inferiores de los arbustos de cada parcela elemental.

Fracción ramoneable. Del forraje resultante de la siegas de todos los arbustos de cada parcela elemental, se pesaron alrededor de 500 g (brotes, hojas, inflorescencias, legumbres y ramas de diámetro menor o igual a 5-6 mm).

Después de recoger la hojarasca y el forraje verde se metieron en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio.

Procesado de las muestras. Las muestras se lavaron con agua destilada, en un tamiz de 2 mm, eliminándose la contaminación de suelo e impurezas. Se secaron a 60° C en una estufa de aire forzado hasta peso constante, determinándose el porcentaje de materia seca.

Análisis químico. La preparación de las muestras y las determinaciones de los elementos minerales (Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn y Mn) se realizaron mediante los métodos de referencia descritos por Duque Macías (1970). Los compuestos orgánicos (FND, FAD, celulosa, lignina y hemicelulosa) se analizaron siguiendo el método de Goering y Van Soest (1970) con las modificaciones propuestas por García Criado (1974). El nitrógeno se determinó por el método de Kjeldahl.

Análisis estadístico. Para cada uno de los componentes químicos analizados en el material vegetal de *Chamaecytisus palmensis*, se han realizado estudios estadísticos mediante un Análisis de Varianza (ANOVA). Para la comparación de medias se utilizó el test de Duncan (nivel de significación $\alpha = 0,05$). En el estudio estadístico se ha utilizado el programa SPSS 10,00 (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows 98.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los valores medios de materia seca y composición química de la hojarasca, de las muestras del crecimiento primario y de la fracción ramoneable de las siegas sucesivas.

En función de los resultados de cada una de las tres fracciones analizadas, se presentan cuatro grupos significativamente diferentes entre sí.

En el primer grupo los niveles de N, K, P, Cu y Zn del material ramoneable (siegas sucesivas) son significativamente superiores a los del material de crecimiento primario y la hojarasca. El nitrógeno de la fracción ramoneable (37,8 g/kg) es superior a 25,3 y 28,4 g/kg de la hojarasca y el crecimiento primario respectivamente. El potasio con 24 g/kg en el material ramoneable es dos veces superior al de los otros dos. En cuanto al nivel fósforo en la fracción ramoneable (2,5 g/kg) es significativamente mayor al de la hojarasca (0,8 g/kg) y crecimiento primario (1,5 g/kg). El contenido de cobre del material ramoneable, con 8,1 mg/kg, es superior al de la hojarasca y muestras del crecimiento primario. Por último, también son significativamente superiores los valores de Zn (45,9 mg/kg) con respecto al resto de las fracciones analizadas.

El segundo grupo corresponde a los componentes Ca, FND, FAD, y lignina que no presentan diferencias significativas en los tres grupos analizados. Para el calcio se obtienen valores que oscilan entre 6,2 g/kg en la hojarasca y 7,9 g/kg en el material de crecimiento primario. Los niveles de FND varían entre 380,3 g/kg en la hojarasca y 458,5 g/kg en las muestras del crecimiento primario y la FAD oscila entre 264,2 g/kg en la fracción ramoneable y 277,3 g/kg en la hojarasca. Por último, la lignina oscila entre 72,3 g/kg en la hojarasca y 80,7 g/kg en las muestras del crecimiento primario.

En el tercer grupo se consideran los parámetros de MS, Fe, Mn y celulosa, cuyos niveles son significativamente superiores en la hojarasca con respecto al material del crecimiento primario y de la fracción ramoneable. La materia seca de la hojarasca, con 80,63 % es superior al 27,03 % de la fracción ramoneable y el 38,53 % del crecimiento primario. La concentración de hierro de la hojarasca, con 501,0 mg/kg, es mayor que 245,5 mg/kg en las muestras del crecimiento primario y 325,0 mg/kg en la fracción ramoneable. El manganeso de la hojarasca (100,3 mg/kg) es superior a 74,74 mg/kg en las muestras del crecimiento primario. El valor medio de celulosa de la hojarasca, con 205,0 g/kg, es superior a 168,3 g/kg de las muestras del crecimiento primario.

El cuarto grupo se establece para la hemicelulosa, que presenta valores superiores en las muestras del crecimiento primario (209,8 g/kg), con respecto a la hojarasca (102,7 g/kg) y a la fracción ramoneable (128,0 g/kg).

La cantidad de hojarasca aportada al suelo fue de 209,2 g de materia seca por planta. Esta cantidad se puede incrementar aproximadamente un 20 %, pues resulta imposible recolectar todo el material vegetal que cae al suelo, así como cuantificar el que está fuera de la superficie de suelo del arbusto por causa del viento y las pequeñas cantidades que caen a lo largo del año. Si tenemos presentes estas estimaciones, el aporte al suelo de *Chamaecytisus palmensis* es ligeramente inferior al de especies arbustivas de *Medicago*, con 286 g/planta, según Alegre *et al.* (1998). Para poder comprender los valores de los restos vegetales de *Chamaecytisus palmensis*, es necesario tener presente que no es un arbusto con tendencia a la defoliación estival, pues siempre mantiene un gran número de brotes vegetativos y la hojarasca recolectada está compuesta mayoritariamente por restos de flores.

Tabla 1. Producción de hojarasca y composición química de la hojarasca, y muestras de crecimiento primario y fracción ramoneable de *Chamaecytisus palmensis*.

	Hojarasca	Creci. Primario	Frac. Ramoneable
Producción (g/planta)	261,5 (162,67)		
MS (g/planta)	209,18 (130,12)		
MS (%)	80,63 (2,23) ^c	38,53(2,90) ^b	27,03 (2,42) ^a
Nitrógeno (g/kg)	25,3 (1,2) ^a	28,4(1,2) ^B	37,8 (1,8) ^c
Sodio (g/kg)	0,5 (0,1) ^a	0,6(00) ^B	0,6 (0,00) ^b
Potasio (g/kg)	10,4 (0,8) ^a	13,8(1,7) ^A	24,0 (3,7) ^b
Calcio (g/kg)	6,2 (1,0) ^a	7,9(1,1) ^A	7,1 (0,8) ^a
Magnesio (g/kg)	1,0 (0,1) ^a	1,4(0,3) ^B	1,6 (0,2) ^b
Fósforo (g/kg)	0,8 (0,1) ^a	1,5(0,2) ^B	2,5 (0,5) ^c
Hierro (mg/kg)	501,0 (104,54) ^b	245,5(54,21) ^A	325,0 (35,18) ^a
Cobre (mg/kg)	4,5 (0,52) ^a	6,38(0,78) ^B	8,1 (0,63) ^c
Zinc (mg/kg)	32,10 (4,76) ^a	35,80(3,24) ^A	45,9 (5,60) ^b
Manganeso (mg/kg)	100,3 (13,32) ^b	74,74(8,92) ^A	84,0 (11,40) ^{ab}
FND (g/kg)	380,3 (7,6) ^a	458,5(93,0) ^A	391,7 (28,4) ^a
FAD (g/kg)	277,3 (17,2) ^a	249,0(33,3) ^A	264,2 (6,3) ^a
Hemicelulosa (g/kg)	102,7 (14,6) ^a	209,8(64,1) ^B	128,0 (23,7) ^a
Celulosa (g/kg)	205,0 (11,4) ^b	168,3(22,7) ^A	191,7 (3,2) ^{ab}
Lignina (g/kg)	72,3 (9,0) ^a	80,7(12) ^A	72,3 (4,7) ^a

Notas. Los datos son valores medios. Entre paréntesis figuran la desviación típicas. Los valores con letras distintas difieren significativamente (fila). Test de Duncan; $p < 0,05$.

Cuando se compara la composición química de la fracción verde con los residuos vegetales se observa que, con la caída al suelo, se produce una considerable disminución en el contenido en N, K, P, Cu, Zn, Na, Mg y hemicelulosa. Los contenidos de materia seca, Fe, Mn y celulosa son superiores en la hojarasca, si bien las concentraciones tan altas de Fe se pueden atribuir a restos de suelo en las muestras. En cuanto a la FND, FAD y lignina no hay diferencia entre la hojarasca y las fracciones verdes, debido por una parte a la gran cantidad de flores que tiene la hojarasca y por otra al gran número de brotes que tiene *Chamaecytisus palmensis*. La cantidad de N aportada por la hojarasca al suelo (25,3 g/kg) es superior a la aportada por la hojarasca de *Medicago arborea*, *Medicago citrina* y *Medicago strasseri* (Alegre *et al.*, 1998). Los niveles de P (0,8 g/kg) son parecidos a los de las especies anteriores del género *Medicago*. Mientras que en las tres especies del género *Medicago* los niveles medios de K (15,13 g/kg), Ca (43,9 g/kg), Mg (5,42 g/kg) y lignina (76,7 g/kg) son más altos que en la hojarasca de *Chamaecytisus palmensis*.

Aunque la aportación de N puede parecer relativamente modesta, hay que tener en cuenta que los depósitos de hojarasca corresponden al primer año del crecimiento y cubrían el 75% de la superficie de la parcela elemental.

CONCLUSIONES

Chamaecytisus palmensis (Tagasaste) origina una cubierta de biomasa importante sobre el suelo, incrementando los valores de materia orgánica y nutrientes por la rápida mineralización de la hojarasca. Lo que resulta de gran interés, es la incorporación al suelo del material vegetal verde por la gran aportación de componentes minerales y orgánicos que tiene esta fracción, con el consiguiente aumento de la fertilidad del suelo en sistemas silvopastorales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRE, J.; SOBRINO, E.; GUERRERO A.; TENERIO, J.; ANDRÉS, E. F.; CERESUELA, J.L.; AYERBE, L., 1998. Biomasa foliar aportada al suelo por leguminosas arbustivas del género *Medicago*. *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Valencia, 357-362.
- CHINEA, E., 2001. *Leguminosas arbustivas endémicas de Canarias. Interés como recurso forrajero y para la conservación del suelo*. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna.
- DUQUE MACÍAS, F., 1970. *Estudio químico de suelos y especies pratenses y pascícolas de comunidades seminaturales de la provincia de Salamanca*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M.; LÓPEZ, R.; LUZARDO, C.M.; GARCÍA ESTEBAN, J., 1992. Descripción ecológica y evaluación de la producción primaria neta de cuatro estaciones representativas de los ecosistemas más característicos de Tenerife (Islas Canarias). *Stud. Oecol.*, **9**, 105-124.
- GARCÍA CRIADO, B., 1974. *Fraccionamiento químico de alimentos forrajeros y su evaluación por métodos de laboratorio*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage Fiber Analysis*. Agric. Handb. No. 379. ARS-USDA, 20 pp. Washington DC (USA).
- LOSSAINT, P., 1967. Etude intégrée des facteurs écologiques de la productivité au niveau de la pédosphère en région méditerranéenne dans le cadre du PBI. Programme et description des stations. *Oecol. Plant.*, **4**, 341-366.
- POLI, E.; LEONARDI, S.; BELLA, R., 1974. Produzione di lettiera nella lecceta del M. Minardo (Etna) nel periodo Settembre 1970 Giugno 1974. *Archivio Botanico e Biogeografico Italiano*. Vol. I, 4ª Serie. Vol. XIX. Fasc. II-IV.
- RAPP, M., 1967. Production de litiere et apport au sol d'éléments minéraux et d'azote dans un bois de pins d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). *Oecol. Plant.*, **2**, 325-338.
- RAPP, M., 1969. Production de litiere et apport au sol d'éléments minéraux dans deux écosystèmes méditerranéens: la forêt de *Quercus ilex* L., *Quercus lanuginosa* Lamk. et *Pinus halepensis* Mill. *Oecol. Plant.*, **4**, 71-92.
- RAPP, M., 1971. *Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 184 pp. (Francia).

BIOMASS CONTRIBUTION TO THE SOIL OF CHAMAECYTISUS PALMENSIS (TAGASASTE)

SUMMARY

The contribution of dry matter in soil was studied in *Chamaecytisus palmensis* (Tagasaste), a shrubby endemic legume species of the Canary Islands. The experience was carried out in an experimental plantation, with 19 months old bushes, without irrigation or fertilisation. Before biomass decomposition, principal nutrient contents were studied (N, Na, K, Ca, Mg, P, Cu, Zn, Mn, NDF, ADF, hemicelulose, cellulose and lignin). Leaf litter composition is compared with the composition of primary grown vegetal matter and the browsed fraction. N contributed by dead leaves to the soil (25.3 g/kg) is superior to the values obtained in other shrubby legumes. In base of our data, it is believed that whatever of the three fractions are interesting in the fertility increase/maintenance and in the soil structure improvement.

Key words: Tagasaste, dead leaves, production, chemical composition.

INCIDENCIA DE GUSANOS DE SUELO EN MAÍZ EN UNA ALTERNATIVA FORRAJERA EN EL ALT URGELL (LLEIDA)

M. EIZAGUIRRE¹, L. XANXO² Y X. PONS¹

¹ Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal. Universitat de Lleida. Centre UdL-IRTA. Rovira Roure, 191. 25198 Lleida (España). ² Cooperativa Pirenaica de la Seu d'Urgell. Sant Ermengol, 48. 25700 La Seu d'Urgell (España)

RESUMEN

Durante tres años (1999-2001) se ha estudiado la incidencia de gusanos de suelo sobre el maíz en el marco de la alternativa forrajera de la subcomarca del Urgellet, consistente en la sustitución, durante cuatro o cinco años, del prado natural por cereales de invierno y maíz.

Los insectos que causaron mayoritariamente mortalidad de plantas de maíz fueron el gusano gris *Agrotis segetum* (Lepidoptera, Noctuidae) y, en menor grado, el gusano del alambre *Agriotes lineatus* (Coleoptera, Elateridae).

La incidencia de *A. segetum* estuvo determinada por el cultivo precedente invernal en el campo donde se sembró el maíz. Los campos en que al maíz había precedido prado natural o cereal de invierno tuvieron una tasa de ataque muy baja. Sólo los campos sin cultivo invernal se vieron significativamente atacadas por *A. segetum*.

En los años estudiados, la mortalidad de plantas ocasionada por *A. lineatus*, no causó daños económicos. El cultivo invernal precedente no afectó la incidencia de gusanos del alambre.

Se sugiere el cambio en la estrategia de control de gusanos de suelo del maíz en la zona, enfocando el problema hacia *A. segetum* en campos sin cultivo invernal precedente.

Palabras clave: *Agrotis segetum*, *Agriotes lineatus*, daños, control

INTRODUCCIÓN

El Alt Urgell es una comarca pirenaica donde la agricultura se basa fundamentalmente en la producción de forraje para la alimentación del ganado vacuno de leche. Desde hace algunos años en la zona norte de la comarca (subcomarca del Urgellet) se ha llevado a cabo la transformación de prados naturales en cultivos herbáceos, con la alternativa maíz - cereal (triticale, centeno, ray-grass) - prado artificial o alfalfa, con la finalidad de obtener una mayor producción de forraje y un forraje de mejor calidad. Estos cultivos se establecen a través de siembra directa y el forraje que se obtiene se ensila.

En los campos donde se cultiva maíz se observó que un cierto número de plantas moría a causa del ataque de gusanos de suelo, aunque no se conocían con exactitud quienes eran las especies causantes ni cual era la magnitud del ataque en la zona.

Con el fin de clarificar estos aspectos se planteó un estudio de tres años con los siguientes objetivos: identificar las especies implicadas en el ataque, determinar la incidencia real del ataque en la zona y evaluar la influencia de la rotación de cultivo en el ataque de los gusanos de suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante los años 1999-2001 en campos comerciales de maíz (*cv.* Pecari y Antheor). Cada año se eligió un número determinado de campos, distribuidos por la subcomarca del Urgellet, de manera que representaran distintos momentos de la alternativa forrajera, en función del tipo de cultivo que precedía a la siembra del maíz. El estudio se llevó a cabo en 1999 en campos clasificados en dos grupos: (1) campos que entraban en la alternativa y por tanto el cultivo precedente era el prado natural, (2) campos que ya estaban en plena alternativa y que, por tanto, el cultivo precedente al maíz era cereal de invierno (principalmente triticale o centeno). En los dos años siguientes se añadió un nuevo grupo (3), campos que durante el invierno previo a la siembra del maíz no habían tenido cultivo. Este nuevo grupo se añadió al existir en el año 2000 diversos campos que por determinados motivos no se sembraron de cereal de invierno y pensarse que este hecho podía influir en la biología de algunas de las especies determinadas en 1999.

El muestreo de gusanos de suelo se llevó a cabo adaptando la metodología descrita por Piqué *et al.* (1998). En cada campo se determinaron tres filas y se registró el número total de plantas emergidas en ellas. Semanalmente se procedía a un recuento de las plantas muertas por gusanos de suelo. Se diferenció el tipo de gusano de suelo responsable del ataque de acuerdo con su presencia en el momento del muestreo o según las características del daño producido. El número acumulado de plantas muertas en cada fila se relacionó con el número inicial de plantas emergidas. En cada muestreo se recogió un número variable de gusanos que se llevaron al laboratorio donde se procedió a su identificación. En los casos necesarios se procedió a la cría en el laboratorio, mediante la alimentación con dieta artificial y condiciones ambientales controladas, hasta la obtención de la forma adulta del insecto para confirmar la identificación.

En 1999 se situaron en cada campo dos trampas de feromonas. Una cebada con feromona de *Agrotis segetum* y otra con feromona de *Agrotis ipsilon*, las dos especies de gusanos grises que se pensó podían estar presentes en la zona. En el año 2000 y 2001, únicamente se utilizaron trampas cebadas con feromona de *A. segetum*. Las trampas se situaron a mediados de mayo en 1999 y a finales de marzo en 2000 y 2001. La recogida de las capturas de las trampas fue semanal. Los adultos se identificaron en el laboratorio y se cuantificaron las capturas.

Los datos sobre el porcentaje de plantas atacadas se analizaron mediante el método no paramétrico de Kruskal-Wallis, donde el factor de variación era el tipo de campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La causa de la mortalidad de las plantas de maíz se debió mayoritariamente al ataque de gusanos grises (Lepidoptera, Noctuidae) y de gusanos del alambre (Coleoptera, Elateridae). También se encontraron algunas plantas, muy pocas, atacadas por gusanos blancos (Coleoptera, Scarabaeidae) y por típulas (Diptera, Tipulidae).

La mayor parte de los daños fueron causados por gusanos grises. Se encontraron únicamente larvas de la especie *Agrotis segetum* (Denis & Schiffemüller). Las capturas de las trampas de feromonas confirmaron la presencia generalizada de esta especie, mientras que las trampas cebadas con feromona de *Agrotis ipsilon* (Hyn.) no capturaron prácticamente ningún individuo. El ataque de gusanos del alambre se debió fundamentalmente a *Agriotes lineatus* (L.), encontrándose alguna larva de la especie *Adelocera murina* L., pero en una muy baja proporción. Debido a su escasa presencia, no se llegó a identificar las especies de gusanos blancos y de típulas.

En la Tabla 1 se recoge el porcentaje de mortalidad de plantas debido a gusanos grises (*A. segetum*) y a gusanos del alambre (*A. lineatus*) en los distintos tipos de campo.

El ataque de *A. segetum* no causó nunca una mortalidad superior al 2 % en los campos que seguían un prado natural. Algo similar sucedió cuando el cultivo precedente al maíz fue un cereal de invierno; únicamente un campo superó el 5 % de mortalidad de plantas y otro el 3 %. Sin embargo, en

campos en los que no había habido cultivo invernal que precediese al maíz, el ataque fue mucho mayor. De los nueve campos de este tipo, cinco superaron el 10 % de mortalidad y en dos campos se llegó casi al 20 %. Estas diferencias en la mortalidad de plantas se reflejaron en el análisis estadístico, donde se obtuvieron diferencias significativas entre los tipos de campo ($\chi^2 = 20,3; P < 0,0001$).

Tabla 1.- Porcentaje de mortalidad de plantas de maíz causadas por gusanos grises (*A. segetum*) y gusanos del alambre (*A. lineatus*) en campos cuyo cultivo precedente en invierno había sido prado natural (PN), cereal (triticale o centeno) (C) o había estado sin cultivo (SC). Valores en la media de los tres años seguidos de la misma letra no son significativamente distintos ($P \leq 0,05$)

Año	<i>A. segetum</i>			<i>A. lineatus</i>			
	PN	C	SC	PN	C	SC	
1999	0,4	1,7		2,1	3,7		
	0,2	1,2		1,2	2,0		
	0,2	0,5		1,1	1,7		
	0,1	0,4		1,1	1,0		
	0,5			0,7			
	0,7			0,9			
	media	0,4	0,9	--	1,2	2,1	--
2000	0,2	0,3	12,2	0,3	0,3	2,8	
	1,2	1,0	2,4	2,0	0,7	3,3	
	0,1	0,4	18,4	0,5	7,2	2,5	
	0,7		7,2	0,7		3,3	
	0,4		2,4	0,4		3,3	
	0,2			0,7			
	media	0,5	0,5	8,2	0,8	2,7	3,7
2001	0,0	1,9	19,8	0,0	0,0	0,9	
	2,0	2,9	10,6	0,0	0,0	0,0	
	0,8	0,1	4,7	0,0	0,1	0,5	
		5,5	19,7		0,0	0,1	
	media	0,9	2,6	13,7	0,0	0,03	0,4
	Media 3 años ± e. t.	0,5 a	1,4 a	10,8 b	0,8 a	1,5 a	1,8 a

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto el importante papel que tiene la rotación en el riesgo de ataque de gusanos grises, coinciden con lo descrito por otros autores en otras regiones de Europa (Nikolaeva y Skripunyuk, 1983) y sugieren cambios en el manejo de esta plaga en zonas con características similares a las de la estudiada. Los agricultores, aplican de forma sistemática tratamientos insecticidas a la semilla (imidacloprid) o incorporados en la siembra (carbofurano, clorpirifos, etc) como prevención al ataque de gusanos de suelo. Estos tratamientos preventivos, además de ser caros, pueden ser innecesarios. Nuestros resultados indican que en campos de maíz donde en el invierno precedente ha habido un cultivo (ya sea prado natural o cereal), no es necesario aplicar insecticidas de forma preventiva puesto que el riesgo de ataque es mínimo. Únicamente en campos donde durante el invierno precedente no ha habido cultivo, el riesgo de ataque puede ser considerado elevado y, en ellos, el tratamiento preventivo estaría justificado. Sin embargo, no todos los años el ataque es de la misma intensidad, con lo que deberían determinarse con más detalle los factores que regulan las poblaciones de *A. segetum* en la zona.

En la zona de regadío de Lleida, una de las causas de la baja incidencia de gusanos de suelo en maíz son las labores en el suelo (Piqué *et al.*, 1998). Ya que en la alternativa estudiada no se realiza ninguna labor de suelo, las causas de por qué la incidencia de *A. segetum* es mayor en campos sin cultivo invernal podrían ser: (1) La temperatura del suelo. La temperatura del suelo de los campos sin cultivo puede favorecer la puesta de las hembras de primera generación de *A. segetum*. En este sentido Cayrol (1972), indica que los adultos de *A. segetum* tienen tendencia a juntarse sobre terrenos ligeros,

permeables y sobre los que la vegetación es escasa, lo que hace que en el crepúsculo de los días soleados tengan una temperatura netamente superior a los campos con cultivo. (2) Humedad del suelo. Los campos sin cultivo invernal tienen menos humedad que los campos con cereal o prado. La humedad ha sido señalada como uno de los factores de mortalidad más importante para las larvas de *A. segetum* (Esbjerg, 1992).

En los campos sin cultivo invernal, el ataque de gusanos del alambre fue mucho menor al de gusanos grises. No se obtuvieron diferencias significativas entre los tipos de campo cuando se consideró el ataque de *A. lineatus* ($\chi^2 = 2,2$; $P = 0,33$), lo que pondría de manifiesto que el precedente de cultivo no influye en la incidencia de esta especie. Los valores sobre el porcentaje de plantas muertas por gusanos del alambre indicarían que los daños producidos por este insecto son económicamente insuficientes como para que se justifique la aplicación de insecticidas de manera preventiva. Además, esta proporción de plantas muertas es, probablemente compensada por el desarrollo y producción de las plantas de alrededor.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que, en la alternativa forrajera de la subcomarca del Urgellet (Alt Urgell), los gusanos grises (*A. segetum*) son los únicos insectos de suelo que pueden causar, en ocasiones, daños de repercusión económica. Este riesgo se circunscribe a los campos que durante el invierno precedente al establecimiento del maíz no se han cultivado. Los campos de maíz que siguen a prado natural o a cereal de invierno no se ven afectados por *A. segetum*. Por tanto, sólo en el primer tipo de campos se puede justificar la aplicación de tratamientos insecticidas preventivos.

La incidencia de gusanos del alambre (*A. lineatus*) es mucho menor que la de gusanos grises y, en los años estudiados, no ha producido daños económicos al maíz. No hay influencia de la rotación en el grado de ataque de *A. lineatus*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo gracias a los convenios de colaboración (CO 355, CO 396 y CO 448) entre la Universitat de Lleida y La Cooperativa Pirenaica de la Seu d'Urgell. Queremos agradecer el apoyo recibido por parte de la gerencia de la Cooperativa Pirenaica a lo largo de todo el periodo de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAYROL, R.A., 1972. Famille des Noctuidae, 1255-1520. En: *Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome II. Lépidoptères. Deuxième Volume*. Ed. A. S. Balachowsky. Masson et Cie. Paris (Francia).
- ESBJERQ, P., 1992. Temperature and soil moisture -two major factors affecting *Agrotis segetum* Schiff. (Lep., Noctuidae) populations and their damage. *IOBC/WPRS Bulletin*, **15**, 82-91.
- NIKOLAEVA, N.F.; SKRIPUNYUK, N.V., 1983. The effect of agrotechnical measures on pests and diseases of maize. *Zashchita-Rasteni*, **8**, 45.
- PIQUÉ, J.; EIZAGUIRRE, M.; PONS, X., 1998. Soil insecticide treatments against maize soil pests and corn borers in Catalonia under traditional crop conditions. *Crop Protection*, **17**, 557-561.

SOIL PESTS INCIDENCE ON MAIZE IN A FORAGE ROTATION IN THE ALT URGELL COUNTY (LLEIDA)

SUMMARY

The incidence of soil pests on maize in a forage rotation in a mountainous area close to the Pyrenees (Urgellet, Alt Urgell, Lleida) was evaluated from 1999 to 2001. The rotation consisted in the substitution of natural grasses by winter cereals (rye or triticale) and maize for four or five years.

The main soil pests that caused maize plants mortality were the cutworm *Agrotis segetum* (Lepidoptera, Noctuidae) and, in lower extend, the wireworm *Agriotes lineatus* (Coleoptera, Elateridae).

The incidence of *A. segetum* depended on the winter crop previous to maize. Maize fields preceded by natural grasses or winter cereals had low attack. Maize fields not preceded by any winter crop suffered a high percentage of *A. segetum* attack.

During the studied years, the plant mortality due to *A. lineatus* did not reach economic damages. The previous winter crop preceding maize did not affect the incidence of wireworms.

A change in the control strategies against maize soil pests in the region is suggested, focusing the scope on *A. segetum* on maize fields without previous winter crop.

Key words: *Agrotis segetum*, *Agriotes lineatus*, damages, control.

SECCIÓN C: PRODUCCIÓN ANIMAL

PONENCIAS

Donald A. Sapienza

E. Sanz y J.L. Boleda

CHARACTERIZING MAIZE HYBRIDS FOR MILK PRODUCTION: WHAT DOES A COW EXPECT FROM THE HYBRIDS SHE EATS?

DONALD A. SAPIENZA

Pioneer Hi-Bred International, Inc., Polk City, Iowa, USA

INTRODUCTION

The main objective for the analytical characterization of maize hybrids is to measure their nutritional value and to use these values to accurately calculate their potential animal production. Dairy cows and their owners are interested in nutrient content and nutrient availability so that milk can be produced in a cost-efficient manner. From another perspective, dairy producers are interested in optimizing income from the land resource that supports the dairy operation.

This paper will describe processes that can be used to quantify the linkage between cows and maize hybrids. For a cow, the most important linkage is nutritional value. Within Pioneer Hi-Bred International, Inc. nutritional value is measured at the Pioneer Livestock Nutrition Center (PLNC). The PLNC is a state-of-the art facility built by Pioneer for the specific purpose of measuring the nutritional value of whole-plant maize as forage (not fermented) or silage and lucerne as forage, hay, haylage or silage. The PLNC measures the added nutritional value brought to hay, haylage or silage from the silage additives developed and sold by Pioneer.

At the PLNC, research specialists study in detail the process of converting seed into feed. Pioneer researchers study the effects of the growing environment and the agronomic practices used to convert a seed into a crop at silage maturity. They study the influence of the technologies used to harvest and to ensile whole-plant maize. And they work with animal nutritionists to understand the relationships of animal feeding methods to cow genetics and animal husbandry practices. In short, Pioneer scientists study the relationships of seed genetics to animal genetics in terms of milk and meat production.

PARAMETERS INDICATIVE OF NUTRITIVE VALUE

The dairy producer and the dairy cow have unique perspectives of the maize plant. For the producer, yield means tonnage and is an important characteristic when evaluating the productivity of the seed purchase. For the cow, yield is her way of converting biomass in the field into cow-feeding days...the supply of raw materials for milk production. Dairy producers describe whole-plant maize in terms of fiber (ADF, acid detergent fiber and NDF, neutral detergent fiber), digestible NDF, starch and digestible starch. NDF is also used to quantify cell walls or the structural carbohydrates in plant material. For the cow, fiber is indicative of the forage filling capacity of whole-plant maize and of the potential dry-matter intake (DMI) of the plant material. Digestible NDF is an indicator of the potential supply of energy from fiber or from structural carbohydrates in the rumen. Starch content is an indicator to the cow of the utility of the kernels or ear content. She is particularly interested in digestible starch as an indicator of the potential supply of energy coming from non-structural carbohydrates that are degraded in the rumen or in the intestines. The starch that is not degraded in the rumen is often called rumen by-pass starch.

Bioavailability of whole-plant maize can be measured on each of the nutritional components, dry matter (DM), organic matter (OM), starch and NDF. It can also be measured from the perspective

of ruminal degradation and post-ruminal degradation. At the PLNC, both ruminal and post-ruminal degradation of DM, OM and starch are measured. Only ruminal degradation of NDF is measured. Scientists at the PLNC measure the quantity of protein and oil but do not measure their bioavailability.

Pioneer uses two indicators of the efficiency of converting whole-plant maize into milk. One is the measure of potential milk per ton of forage harvested. This is an indicator of the milk potential in a single "mouthful" of feed. A second indicator is the measure of potential milk per unit of land harvested. This measure indicates the potential milk available from the land resource at the dairy. Milk per ton of forage and milk per unit of land are studied in multiple maize germplasm such as brown mid-rib, leafy and traditional genetic backgrounds. These indicators are also studied in Quality Management Trials (QMT) to evaluate the changes in nutritional value in a single hybrid harvested at different stages of maturity. Plant maturity can be indicated by total plant dry matter, by growing degree units, by level of senescence of the cell walls in the stem or by starch accumulation in the kernels. The objective of QMTs is to determine an optimum harvest time or harvest window to enable hybrids to be better matched to herds.

Potential milk or the measurement of "cow power" in whole-plant maize must be as complex as the plant matrix but simple enough for a cow to understand. The maize plant is composed of an ear and of stover (or the rest-of-the-plant). Carbohydrates are the most important energy source in both ear and stover. Carbohydrates, from either source, have the same gross energy content per unit of dry matter. But the digestible or net energy from ear is much higher than from fiber mainly because of the differences in digestibility of starch and NDF (Table 1).

Table 1. Where "cow power" is found in maize.

Component	% DMD (whole plant)	
	min	max
Ear	40	70
Stover	30	60
Stalk	15	30
Leaves	15	30
Kernels	27	54
Cob	5	12
	Grain	Stover
Dairy	NEL = 0.93	NEL = 0.50
Beef	NEg = 0.70	NEg = 0.26
	(Mcal/lb)	(Mcal/lb)

MEASURING NUTRITIONAL VALUE IN FORAGE MAIZE

The difference in net energy between grain and stover can be used to rank the importance of traits when choosing a hybrid to be used for silage. Scientists at the University of Wisconsin (Coors, 1995) reported after their four-year review of maize that the traits are:

1. grain yield
2. whole-plant DM yield
3. standability
4. relative maturity

5. quality (nutritional value)

Five issues that can become important when measuring these five traits are:

1. sampling whole-plant maize for nutritional analysis
2. agronomic and nutritional characterization of:
 - a. traditional maize genetics
 - b. brown mid-rib maize genetics
 - c. leafy maize genetics
3. measuring the composition of digestible DM
4. the effects of harvesting on the nutritional value of whole-plant maize
5. non-genetic factors that influence the nutritional value of whole-plant maize

When a dairy producer obtains a sample of whole-plant maize for submission to a laboratory for analysis, the following points should be considered:

1. the number of samples or locations required to make a good decision
2. sampling to include environmental effects on whole-plant maize
3. quantity of sample required by the laboratory procedures
4. the composition of a representative sample

During the analysis of the sample by the analytical laboratory, responsible individuals should pay attention to these details:

1. maintenance of the sample as close to its original condition as possible
2. when and how to take a representative sub-sample
3. drying conditions that will not create analytical artifacts
4. grinding to a particle size that will not create analytical artifacts

The number of samples, locations or independent observations that are required to enable the dairy producer to have confidence in the values reported by the laboratory depends upon:

1. the precision of the analytical measurement
2. the magnitude of the analytical measurement that is meaningful to cows
3. the population that is the source of the sample
 - a. field
 - b. silo
 - c. forage wagon

When making a hybrid decision from a cow's perspective, the number of testing locations is the best form of replication. The number of replicates is dependent upon the standard deviation of the analytical value (usually the nutrient concentration) and the magnitude of the difference that is important to the cow. Usually a two-unit difference in nutrient content or availability can result in observable changes in milk production. And the value of the standard deviations for many analytical procedures indicates that about twenty replicates or locations are required to attain the 95% confidence level of a two-unit difference. In some cases eleven replicates or locations are required to attain the 90% confidence level for a two-unit difference.

GROWING ENVIRONMENT AND NUTRITIONAL VALUE

Soil type, its fertility and fertilization program and the climatic conditions that arise during growing and near harvest are important influences upon the nutritional value of maize plants. For example, temperature stress around planting can influence the percent germination of the seeds planted. The number of seeds planted or planting density is a characteristic of the individual maize germplasm and is usually expressed as tolerance to population density. Most hybrids have an optimum planting density for grain or silage use. Precipitation during flowering can influence the

extent of migration of plant pollen from the tassels to the silks during the specific flowering period of each hybrid. The extent of pollination and the accumulation of heat units after pollination are key influences upon the extent of kernel set and kernel fill at harvest. These are the keys to grain yield and therefore are of prime importance in establishing the nutritional value of whole-plant maize.

Each maize germplasm displays a unique response to its growing environment. One measure of this response is the distribution of water in the stover and ear. Some germplasm have a high stay-green character and maintain a physiologically active stem longer into the maturation cycle than those hybrids with a low stay-green character. Stay-green character is a positive sign that displays good plant health, disease resistance and continued photosynthetic capacity for producing sugars that are eventually transported to the ear and stored as starch. Hybrids can display rapid or slow drying in the kernels during field maturation. The removal of water from the kernels results in increasing whole-plant dry matter and can be observed by the extent of kernel "denting". "Denting" is an observable trait only in dent hybrids and not in flint germplasm. Therefore, the dairy producer must monitor the portioning of dry matter between the kernels and the stover while measuring whole-plant dry matter as an indicator of harvest time. Dry or brown stover can indicate cell-wall senescence and a lowering of the biological availability of its plant material. Dry, hard kernels are difficult for the cow to chew and thereby difficult to release the potential energy contained in the starch granules.

EFFECT OF PARTICLE SIZE ON NUTRITIONAL VALUE

Cows chew whole-plant maize to reduce its particle size and to release the nutrients contained in kernels and in the cytoplasm of the plant cells in stover. The act of chewing is associated with feed intake (DMI) and is stimulated by rumination. Therefore dairy producers should maintain a balance between the right particle size for the silo and the right particle size to maintain an optimum level of effective fiber in the rumen. Effective fiber is a measure of the length and ability of plant fibers to stimulate the rumen wall, promote cud-chewing and maintain rumen pH.

In cooperation with scientists at Washington State University and Idaho State University, Pioneer scientists measured the effect of the particle size of samples of whole-plant maize analyzed in the laboratory with in-vivo performance (Harrison, et. al. 1999). The data in Table 2 show that laboratory analysis of samples with a particle size smaller than 6 to 8mm can give results that can differ from in-vivo performance. The data also show that it may be appropriate to measure ruminal starch digestion at a time point earlier than 48h to show treatment differences that are related to in-vivo performance.

Table 2. In-vivo animal data compared to in-situ results at different particle sizes.

	Particle sizes measured in laboratory					In-vivo measurements	
	Fresh >8mm	Dried >8mm	Dried 4mm	Dried 3mm	Dried 2mm	In-vivo (DMD)	Milk (lbs/c/d)
DDM							
mid-maturity	<i>68.0a</i>	<i>67.0c</i>	72.4	74.0	75.9	<i>71a</i>	<i>82a</i>
late-maturity	<i>57.7b</i>	<i>61.2d</i>	74.2	78.5	77.3	<i>52b</i>	<i>79b</i>
Starch							
mid-maturity	<i>89.0a</i>	<i>94.5c</i>	99.1	99.8	100		
late-maturity	<i>66.4b</i>	<i>79.5d</i>	99.2	100	100		
NDF							
mid-maturity	<i>48.0</i>	<i>45.3</i>	45.5	48.3	<i>54.5</i>		
late-maturity	<i>40.3</i>	<i>44.2</i>	45.9	56.2	<i>52.4</i>		

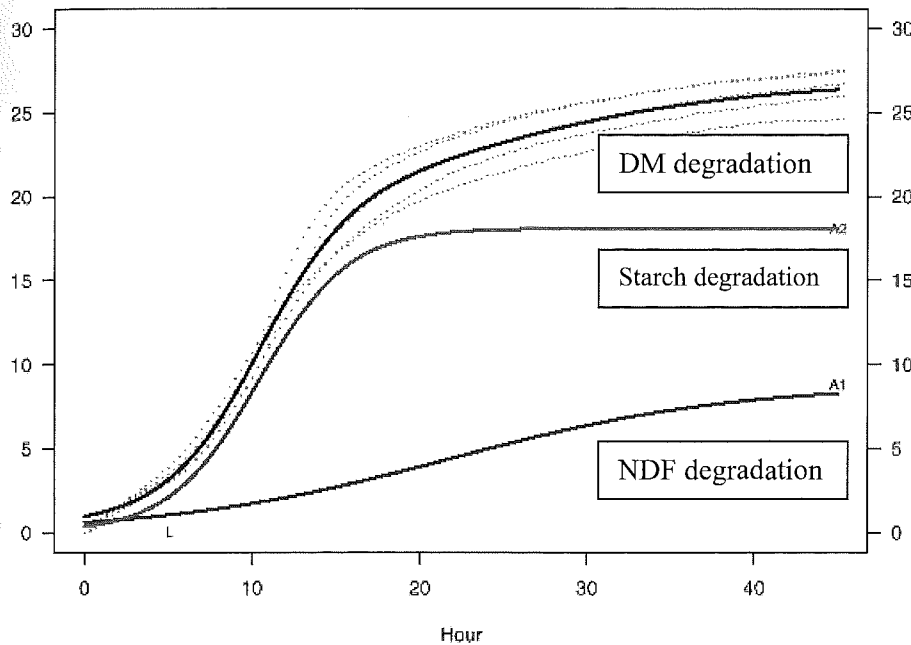
Means in columns with different subscripts differ at $p < 0.05$.

Cursive letter type indicates trends in the same direction as in-vivo, *bold* type indicates opposite direction and *arial narrow* type indicates no difference measured.

ASSOCIATIVE EFFECTS AND NET ENERGY OF LACTATION

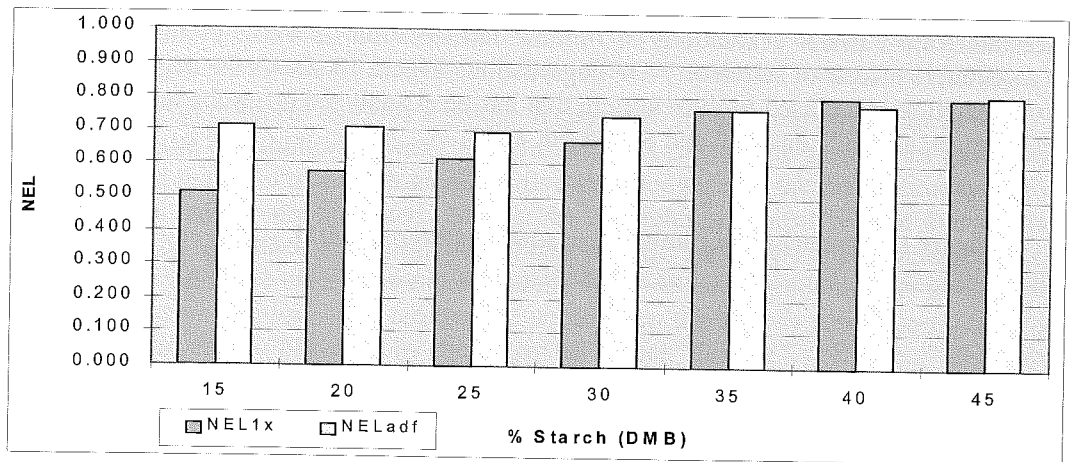
Results from Pioneer evaluations of ruminal fermentation of whole-plant maize shows that there are associative effects of starch on NDF degradation. Figure 13 shows the degradation pattern of DM, starch and NDF in a closed in-vitro system that has been analyzed using the techniques of curve-peeling (Doane, et. al., 1997 and Pell and Schofield, 1999).

Figure 1. Comparison of ruminal degradation patterns of DM, starch and NDF.



An understanding of the associative effects and the incorporation of the digestibility of cell walls can be important when calculating net energy for lactation (NEL) and potential milk production. The data shown in Figure 2 compare NEL calculated using a standard regression equation based on ADF (Schmid, 1976) with NEL values calculated using an algorithm similar to the summative approach of Dairy NRC 2001. These data show that the largest differences in the calculated NEL values appear in the samples with low starch content. A possible conclusion is that NEL equations based on ADF content may be placing too high a value on the energy contribution coming from fiber.

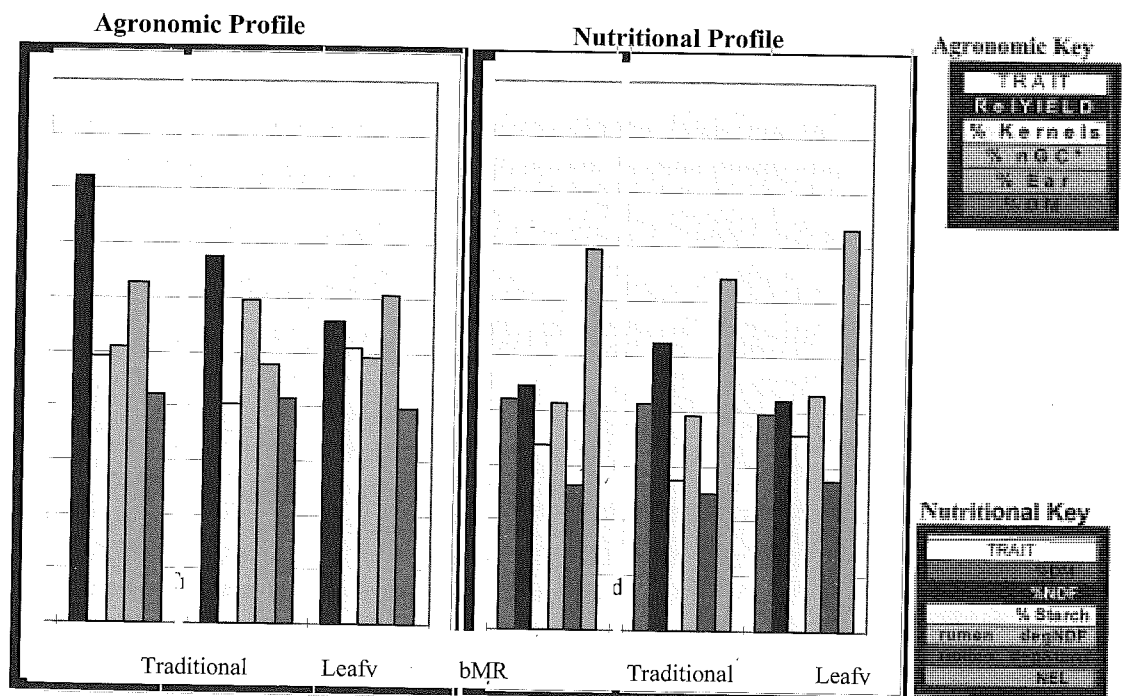
Figure 2. Calculating NEL: Summative Equation (NEL1x) and ADF Regression (NELadf)



COMPARISONS OF DIFFERENT TYPES OF FORAGE MAIZE

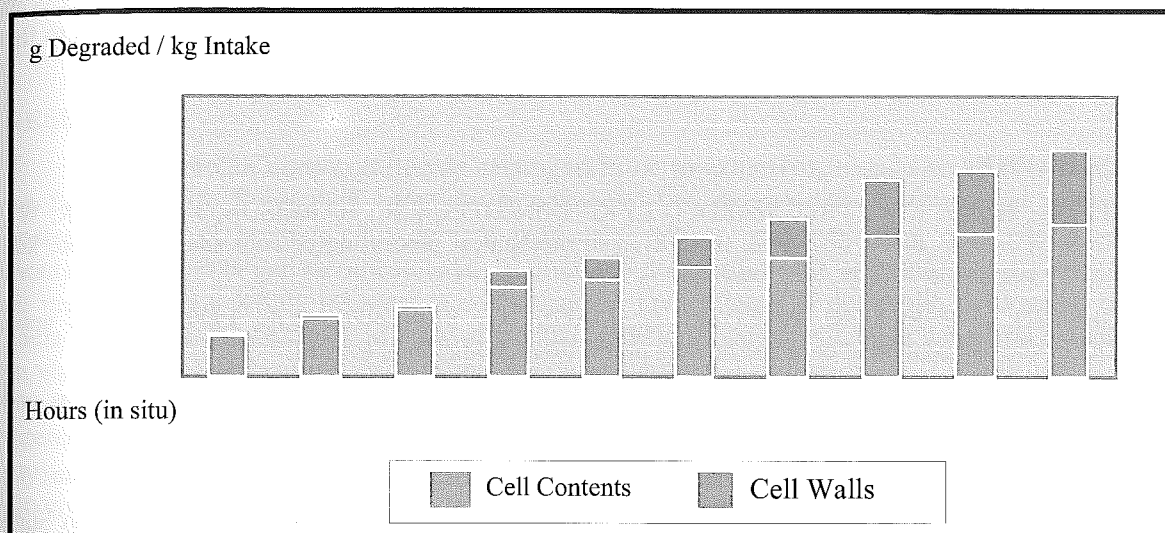
Brown mid-rib maize (bMR) and leafy genetics are available in commercial hybrids along with traditional maize genetics. Pioneer scientists have compared these three genetic lines in a series of side by side experiments. The hybrids were planted and managed using good agronomic practices and were harvested at the same stage of maturity. The general conclusions are that there was a yield reduction in bMR maize when compared to the other two germplasm. Brown mid-rib maize did show a higher whole-plant and NDF digestibility. But the increase in calculated NEL did not appear to offset the yield reduction. The traditional hybrid appeared to offer the best overall characteristics for a dairy operation (Figure 3).

Figure 3. Comparison: traditional, leafy and bMR maize



In a cooperative study with Padova University (Padova, Italy), Pioneer scientists monitored the eating pattern of dairy cows. It was observed that cows consumed feed throughout the day but that there was a major meal associated with their first milking and a secondary meal associated with their second milking. There were about nine hours between the two milkings. This observation caused the scientists to study the degradation pattern in whole-plant maize and to calculate the relative contributions of cell contents and cell walls to total degraded dry matter during 120 hours of ruminal incubation (Figure 4 as reported in Andrighetto et. al. (1999).

Figure 4. Relative contribution of cell walls and cell contents during ruminal fermentation



NON-GENETIC FACTORS AND SUPPLEMENTATION

Non-genetic factors can also influence the nutritional value of whole-plant maize. Growing conditions, especially soil type and climate, have a profound effect on grain fill and fiber characteristics. Fertilization, irrigation and harvest time can impact nutrient concentration at the harvested maturity. Cutting height at harvest can alter the genetically directed ear-to-stover ratio and impact the quantity of energy distributed between stover and grain.

When deciding how to supplement whole-plant maize, dairy producers should consider agronomics and cow nutrition. Lucerne is an excellent crop to rotate with maize because it can restore soil nitrogen. Lucerne can be grazed or stored as hay or silage. Lucerne compliments the shortfalls in nitrogen and can add effective fiber to a ration based on whole-plant maize. Another approach to supplementing whole-plant maize is by harvesting some of the maize as silage and another portion as high-moisture grain. This alternative may be an option when there is an adequate supply of nitrogen but the cows require additional energy.

Energy supplementation must be considered carefully. As this paper points out there are many kinds of energy depending upon the source and the site and rate of availability. Carbohydrate energy from fiber is generally available in the rumen only and at a slow rate. Carbohydrate energy from starch is generally available in the rumen and in the intestines at both fast and slow rates but generally faster and to a greater extent than fiber energy. Energy from fat is generally not available in the rumen and should be considered as rumen by-pass energy. Whole-plant maize that is poorly eared may have a high concentration of sugars in the stover. This supply of readily available ruminal energy may best be supplemented with a source of carbohydrate energy that is slowly degraded in the rumen and rich in rumen by-pass energy.

FINAL CONSIDERATIONS

Hybrid selection should be based first on agronomics and yield and then be fine tuned by considering nutritional value. Crop management during growing and the selection of the optimum time for harvest should be based on herd requirements concerning the number of cow-days of feed required and the nutrient requirements of the herd. Energy supplementation should consider the form of the energy in the basal ingredient of the ration. If the basal ingredient is whole-plant maize, then the quantity of readily and slowly available energy should be measured and then considered when choosing a supplement. The base of the dairy is the land resource, so the economics of crop rotation from a cow's perspective should drive the decision of the utility of own-grown or purchased feeds as sources of protein or energy supplementation. But the bottom-line of the decision making process in any animal feeding operation based on own-grown forages and grains should be matching seeds to the feed required by the animals.

BIBLIOGRAPHY

- ANDRAE, J.G.; HUNT, C.W.; PRITCHARD, C.T.; KENNINGTON, L.R.; HARRISON, J.H.; KEZAR, W.; MAHANNA, W., 2001. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *J.Anim. Sci.*, **79**, 2268.
- ANDRIGHETTO, I.; BERZAGHI, P.; COZZI, G.; MAGNI, G.; SAPIENZA, D.A., 1999. Effect of grain hardness on in-situ degradation of corn and on milk production. *J.Dairy Sci.*, **69**, 212.
- DOANE, P.H.; SCHOFIELD, P.; PELL, A.N., 1997. Neutral Detergent Fiber Disappearance and Gas and Volatile Fatty Acid Production During the In-Vitro Fermentation of Six Forages. *J.Anim. Sci.*, **75**, 3342.
- COORS, J.G., 1995. *Review of the 4-year UW-Corn Silage Consortium (1991-93)*. University of Wisconsin
- HARRISON, J.; HUNT, C.; SAPIENZA, D.A., 1999. *Report on Dairy Cooperative Study*. Washington State University Dairy Forage Facility, 7612 Pioneer Way E. Puyallup, WA 98371
- JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; DAVIDSON, D.; MAHANNA, W.C.; SHINNERS, K; LINDER, D., 2002. Corn Silage Management: Effects of Maturity, Inoculation, and Mechanical Processing on Pack Density and Aerobic Stability. *J.Dairy Sci.*, **85**, 434.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh Edition
- PELL, A.; SCHOLFIELD, P., 1999. *Mathematical Theories Associated with Curve Peeling and Rate Calculations*. SW Nutrition Conference
- SCHMID, A.B., 1976. Calculation of NEL using ADF Regression. *J. Agron.*, **68**, 403.

LA GANADERÍA EXTENSIVA EN CATALUÑA

E. SANZ¹ Y J.L. BOLEDA²

¹ Dpto. de Producción Animal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Lleida. Avda. de Rovira Roure, 177. 25198 Lleida. ² IRTA. Especialista de ovino. Oficina Comarcal del DARP. San Roque, 1. 25300 Tárrega.

RESUMEN

Se establecen unos criterios de catalogación de lo extensivo, basado en escalas graduales de los factores productivos, para enmarcar la ponencia. Los movimientos trashumantes pirenaicos, y, posteriormente, el asentamiento de una población estable, principalmente de pastores, en estas montañas, originó la ganadería catalana; en principio decantada hacia el ovino. Los cambios sociales de mediados del s XX, y las vías de comunicación favorecieron el desarrollo del vacuno de leche, hacia los setenta. No obstante, la oveja sigue marcando el protagonismo de la ganadería extensiva, por su vinculación al medio rural, especialmente con lo marginal. Los censos, de 727 000 ovejas, 97 000 vacas de carne y 81 000 vacas de leche, en el 2000, están equilibrados, considerando la equivalencia interespecífica. Más del 65 % de las vacas de leche entran dentro de lo intensivo. El ternero de cebo es muy importante, pero solo un 10 % puede considerarse extensivo, de 451 000 cabezas, en total. El envejecimiento de la población, la falta de renovación generacional y la orientación hacia otras actividades más lucrativas, son los principales problemas a los que se enfrenta la ganadería, en general, y la extensiva, en particular. Otros condicionantes, como son la estructura de las explotaciones y la desinformación tecnológica, inciden en la baja rentabilidad económica.

Palabras clave: catalogación de explotaciones, recursos pastables, evolución de la ganadería, condicionantes sociales, panorama actual.

INTRODUCCIÓN

El título de la ponencia obliga a considerar el significado de **extensivo**, para delimitar las explotaciones que se ajusten a este propósito.

El concepto de extensivo o intensivo, aplicado a explotaciones ganaderas, aparentemente, parece estar bastante claro en la mayoría de ciudadanos, pero a la hora de definirlo se tropieza con el mismo obstáculo que Henri Bergson: *se mata el concepto*. Además de la dificultad que entraña poder encasillar todas las explotaciones en tan solo dos casilleros. En un esfuerzo por solucionar este problema metodológico, se han establecido (con la ayuda de A. Daza¹) unas escalas, dentro de cada uno de los factores de la producción, que permiten catalogar cada una de las explotaciones. La posición, en dichas escalas, da el grado de extensificación o intensificación, dentro de cada factor, así como el global en su conjunto.

Se toman como factores de producción: *El capital, la tierra y el trabajo*.

Capital: Inversiones en los insumos productivos. Animales (mas o menos selectos), alojamientos, instalaciones, maquinaria, alimentos, tecnologías...

¹ Argimiro Daza. Catedático de Producciones Animales. ETSIA. UPM.

Tierra: Productividad, rendimientos agrarios, alternativas posibles...
Trabajo: Cualificación, especialización, productividad, coste...

Así, los factores y los lugares que ocupan, en sus respectivas escalas, ofrecen el siguiente perfil de las explotaciones que, conceptualmente, se consideran extensivas:

- El capital invertido suele ser bajo: los animales más o menos rústicos, los alojamientos escasos y sencillos, instalaciones ausentes, maquinaria escasa y de uso general, alimentos como complemento *a/o en ausencia de* los recursos pastables, y tecnologías las imprescindibles en higiene y salud, así como también en reproducción.
- La tierra de escaso valor: La productividad dependiente de la climatología, los rendimientos escasos en unos pastos sobreexplotados, las alternativas escasas por la baja fertilidad del suelo.
- El trabajo: no cualificado, de muy baja productividad y elevada irregularidad.

Con estos criterios, que no definiciones, se comprueba que, más o menos, coincide con el concepto intuitivo. Permitiendo, incluso, encontrar aspectos razonados a tales conclusiones, como: *sacar el máximo rendimiento a los insumos empleados, someterlos a procesos muy acelerados, y con una elevada carga tecnológica*, el principal bagaje de un sistema intensivo. Por el contrario, un sistema extensivo, *emplea insumos que siguen sus ciclos naturales, bajo empleo tecnológico, y, dentro de su responsabilidad, la sustentabilidad del sistema, incluido el equilibrio medioambiental*.

Estos conceptos son relativos; en los que el tiempo juega un papel principal. La ganadería extensiva en Cataluña ha estado conformada por explotaciones de ovejas, vacas, cabras y yeguas, es decir animales herbívoros, cuyos rendimientos de transformación – base de la explotación animal – no están entre los más elevados. Esta aseveración no es concluyente, sino, más bien, condicionante. Por tanto, sometida a las coyunturas de cada época, en las que el hombre ha sido el factor más decisivo. En la sociedad actual, se está cada vez más lejos de ese concepto de ganadería extensiva, o más bien estampa bíblica, como dirían algunos, representada por el pastor con garrota y perro, llevando a pacer el rebaño. Los planteamientos de la ganadería de hoy deben incluir un grado de bienestar que, aunque de momento solo ha sido reclamado para los animales, es necesario y prioritario, también, para el ganadero. La modernización de la explotación ganadera no es sinónima de intensificación - aunque haya algunas que se han excedido en las magnitudes de los factores intervinientes y, por ello, están dentro del área de lo intensivo, tales son algunas explotaciones de vacas de leche y terneros de cebo -, sino más bien de elección y planificación de recursos, motivando al ganadero a la incorporación de soluciones modernas que se conjuguen y no descarten a las antiguas, por el solo hecho de serlo. Reorientar a la ganadería extensiva hacia la utilización de los pastos naturales de montaña, bajo normas de usos y manejos que han venido practicándose a lo largo de siglos, sin descartar el empleo de tecnologías adecuadas para hacer más fácil y llevadero el oficio de ganadero, es un reto que tiene impuesto la sociedad en general y el gremio técnico en particular.

En el transcurso de la exposición se abordará algunos comentarios sobre los condicionantes que más han venido influyendo en este tipo de ganadería, hasta este momento; así como la problemática actual derivada del cambio de costumbres, hábitos y bases económicas en que se apoya la población rural. Para plantear, al final, una alternativa que trate de paliar algunos de estos problemas.

Medios físicos

La ganadería extensiva ha tenido una fuerte dependencia de los recursos pastables, y, consecuentemente, de la climatología, que, a su vez, está influida por el relieve topográfico.

El territorio catalán (Figuras 1 y 2) se extiende sobre 31 930 km², cuyo relieve está determinado, principalmente, por la cordillera pirenaica y sus estribaciones. Esta unidad orográfica, que ocupa aproximadamente la tercera parte de la superficie catalana, está constituida por diferentes tipos de relieves: El Pirineo axial, el Prepirineo y las depresiones a que dan lugar.

Tan variado relieve condiciona un clima también variado. Las precipitaciones están repartidas muy irregularmente, tanto temporal como geográficamente; la combinación relieve y proximidad al mar constituye una parte de su variedad climática, como, también, las invasiones de aires fríos procedentes del NE europeo y las de aires calientes del trópico. Las confluencias, en primavera y otoño, de masas de aires calientes y fríos dan lugar al clima de montaña húmedo, con precipitaciones frecuentes en las zonas montañosas del NE —por encima de los 1000 mm—; también se encuentran zonas con influencia atlántica (el Valle de Arán) con precipitaciones próximas a los 1000 mm, y temperaturas bajas (9,7° C de temperatura media anual). Los climas alpino y subalpino, en las altas cimas y valles (por encima de los 2300 y entre 1500-2300, respectivamente), con temperaturas media anual próxima a los 3° C, y una pluviometría sobre los 1300 mm. En contraste con estos climas están los de las zonas de meseta, con un clima mediterráneo continental muy seco, subárido, —menos de 300 mm, en Lleida—. Además de estos climas se encuentran los microclimas de relieves específicos, según orientación, de determinadas comarcas, con características muy diferentes.

La vegetación es fruto de la variabilidad de los factores de que depende. En la zona pirenaica (Figura 3), los pisos alpino y subalpino se caracterizan por prados de *Festuca*, pino negro y abetales, también con algunas especies caducifolias en las zonas menos frías. En la depresión Central, las zonas subáridas del Bajo Cinca, del Segrià y de la Terra Alta con una vegetación natural esteparia; y en el altiplano de Solsona, la Segarra y la Conca de Barberà con vegetación de tipo submediterráneo (Folch, 1986). En la franja litoral predominan los árboles de hoja perenne y coriacea.

Estas condiciones naturales no pueden, por sí solas, dar una apreciación del total de recursos pastables, cuya contabilización indique el potencial ganadero sostenible en la región. Es necesario, además, contar con las intervenciones realizadas por el hombre, principalmente, sobre la naturaleza, a través de los cultivos y/o con el manejo de los rebaños (Vigo, 1976).

Recursos agrícolas

Desde los tiempos más remotos, el hombre, como pastor nómada, ha venido aprovechando con el ganado los frescos y abundantes pastos de montaña, como recurso alternativo estacional, a los escasos y pobres pastos del llano, durante los meses de verano. Así los prados de la Alta Ribagorza, del Valle de Arán, del Pallars de Subirà, del Alto Urgel, Andorra, la Cerdaña, el Ripollés, y otras zonas de montañas no pirenaicas (Figuras 1 y 2), han estado disponibles asiduamente durante el verano. Fechas como las de: la Santa Cruz (el 3 de mayo), en que comienza el camino de aproximación a las altas cumbres, que tenía lugar a finales de junio, o la de San Miguel (el 29 de septiembre), en que inician el descenso, han marcado el calendario, no solo de una actividad ganadera, sino también de aspectos no menos importantes, como el social, económico y/o cultural de estas comarcas.

Por otro lado, los pastos de invierno, diseminados en un territorio más extensos, algo más pobres y de utilización compartida con los agricultores, cuyos recursos comprende, principalmente, rastrojos y barbechos ensemillados. Esta oferta afecta prácticamente a todas las comarcas del llano, estableciéndose una relación de proximidad con las de la montaña. Así: las del Ampurdán y baja Garrotxa en relación con el alto Ripollés; la depresión Prelitoral con las de las sierras de Collsabra, del Montseny, la Cerdaña y el Berguedá; los llanos del Urgell y Litera aprovechados por los ganados del Alto Urgel, el Pallars de Subirà, el Valle de Arán y la Ribagorza; el Bajo Ebro y comarcas próximas por los del Montsant y Valle de Arán.

La cuantificación de tales recursos pastables es difícil de precisar, si bien algunos datos propician acercarse a ello; Roige *et al.* (1995) estiman que en 1993 acudieron a los pastos de verano del Pirineo catalán: 198 375 ovejas, 19 437 vacas, 3509 équidos y 795 cabras. Lo que supondría, aún a riesgo de errar, según la equivalencia interespecífica en UGM (MAPA, 1999), un potencial alimenticio de: 30,5 millones de UFL y 2167 t de PDI, equivalentes a 30 500 t de cebada. Estas cifras han de tomarse con cautela y solo como indicativas.

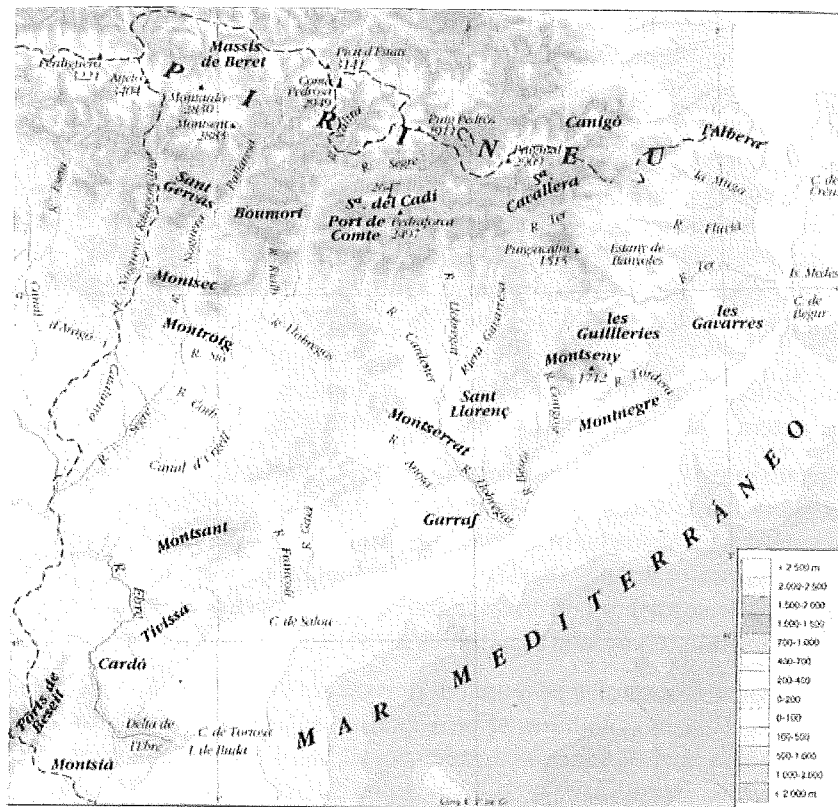


Figura 1 Mapa orogràfic de Catalunya



Figura 2 - Mapa comarcal de Catalunya

La distribución general de la tierra en Cataluña aporta los siguientes hechos:

- Los cultivos tuvieron una tendencia alcista hasta el año 1985; a partir de aquí comienzan a bajar, hasta reducirse en un 14,3 %, en 1999, sobre la superficie de 1985; en el 2000 se produjo un ligero repunte. Esta tendencia es prácticamente la misma que en todo el Estado, quizá como consecuencia de la política incentivada de abandono de cultivos por parte de la PAC. Dentro de este apartado, los rastrojos y barbechos ensembrados ocupan, aproximadamente, el 5,5% de la superficie de cultivo, frente al 18 % en el conjunto de España.

- Las superficies dedicadas a prados y pastizales permanentes, prácticamente han seguido la misma tendencia que los cultivos.

- Algunas de las superficies que fueron abandonadas para el uso apuntado anteriormente, se han dedicado posteriormente a terreno forestal, aunque la mayor parte de ellas se han dejado perder por la invasión del matorral, registrándose en ese 27 % en que se ha incrementado el apartado de *otras superficies*.

Ganado

El ganado ovino

Históricamente, ha sido la especie zootécnica que ha colonizado el Pirineo catalán, y la que mayor protagonismo ha tenido en toda esta zona. Los problemas que afectan hoy a la ganadería extensiva catalana, son problemas que afectan o derivan de la ganadería ovina, y constituyen el núcleo de esta ponencia.

Caracterización

La ganadería ovina se caracteriza, como en casi todo el Planeta, por modelos de explotaciones pequeñas, y en un marco donde no cabe la posibilidad de ser desplazada por otras producciones, es decir, en zonas marginales. Las situaciones que han hecho cambiar esta generalización deben considerarse como coyunturales, y deben abordarse desde el punto de vista del aprovechamiento de esa coyuntura. El aprovechamiento ventajoso de ciertos recursos, o los altos precios de determinados productos y/o, recientemente, las ayudas indiscriminadas al subsector; han propiciado, en el transcurso de los tiempos, el surgimiento de grandes explotaciones que han ocupado espacios preferentes para cualquier actividad agraria. No obstante, estos fenómenos no han marcado una identificación en el modelo de ganadería extensiva. En Cataluña, la caracterización ha sido, y es, el pequeño rebaño de ovejas (Tabla 2). La clara tendencia conservacionista de este modelo habría de buscarse en el afianzamiento a unas costumbres y formas de vida de una población condenada a su desaparición, como son los *pastores de toda la vida*, que lo conservarán mientras les queden fuerzas para ello.

La trashumancia

En otras ponencias de este Congreso se tratan la trashumancia y las razas ovinas, por lo que no procede hacerlo aquí.

Censo

La evolución del censo ovino -ovejas reproductoras- en Cataluña se ha mantenido bastante estable (Tabla 1) durante la década de los noventa, con ligeros incrementos (6,1 %) en 1995, para volver a descender en el 2000. En las comarcas pirenaicas la recesión, algo más acusada, viene desde 1990, protagonizada por las comarcas del Alto Ampurdán y el Pallars Jussà. El resto de comarcas se mantienen estables, a excepción de La Garrotxa y Berguedá que han tenido un ligero incremento en el 2000. La proyección desde épocas anteriores, por los datos recogidos en la bibliografía, es difícil al no conocerse si dichas referencias son de animales reproductores o del total del ganado; además de la falta de fiabilidad que tenían los censos antes de llegar la *era de las primas*. De cualquier forma, por lo que se desprende de algunos estudios realizados en el Pirineo catalán (Roigé *et al.*, 1995), los censos

han recogido las coyunturas socioeconómicas por las que han atravesado, y en el caso concreto de la oveja, se ha enfrentado a varios retos: el incremento de la ganadería bovina en los años sesenta, la despoblación del Pirineo en los setenta y, en la actualidad, el envejecimiento de la población humana.

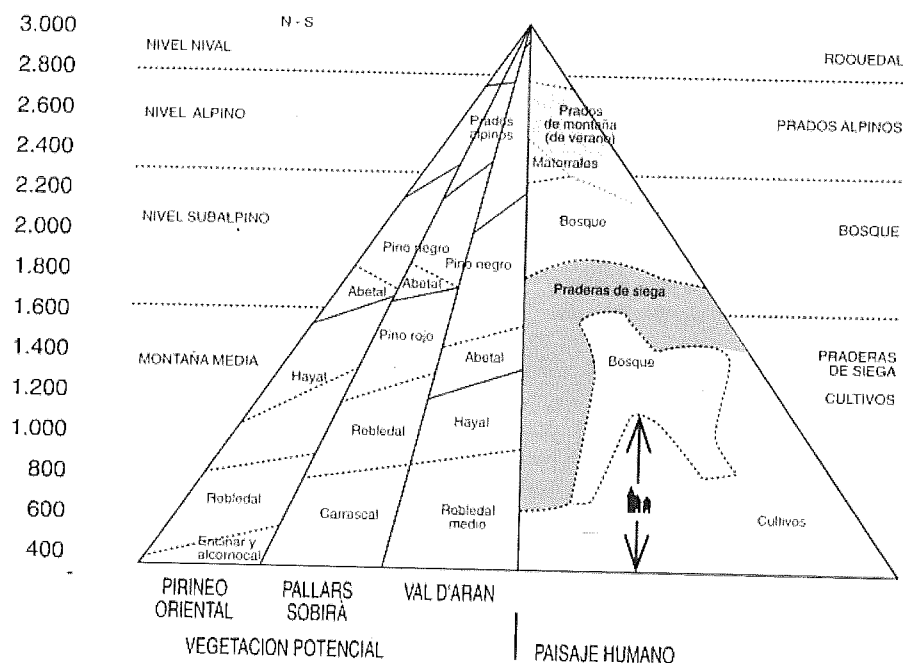


Fig. 3
Niveles de vegetación y aprovechamiento humano en el Pirineo Catalán
Fuente: Roigé et al. 1995

Estructura

El tamaño de las explotaciones también juega un importante papel, no sólo en la evolución del censo sino en la perspectiva futura de este subsector. Así, en el conjunto de Cataluña, más de la mitad de las explotaciones tienen menos de 200 cabezas (tabla 2), y es la dimensión que se mantiene más constante a lo largo de los noventa; la justificación de este fenómeno se dio en la caracterización de la ganadería ovina. Las explotaciones con dimensión de tipo 2, proliferaron hasta el 1995; de la mano de un ganadero progresista, que intentó salir al paso de los acontecimientos intensificando e invirtiendo en factores de producción, más allá de sus posibilidades, o muy ajustadas a éstas, y con escaso apoyo técnico; son las que han entrado en ligera recesión en el 2000. Por el contrario, las explotaciones que han aumentado son las de dimensiones 3 y 4; es decir, las de 600-1000 y más de 1000 cabezas, que pasaron del 5,4 y 1 %, sobre el total de explotaciones, en el 1992, al 8,8 y 3 %, en el 2000, respectivamente; las causas pueden ser muy diferentes: bonificaciones de ayuda comunitaria, o/y elevada rentabilidad por una buena gestión y planificación técnica.

Las consecuencias deducibles de este entramado, se están viendo desde hace algún tiempo, en la trashumancia en las comarcas pirenaicas, en los siguientes hechos (Roigé et al., 1995): *Un mantenimiento, a pesar de su disminución, con una cantidad de ganado muy importante (principalmente de las propias comarcas). Un cambio hacia el tipo altitudinal estival, es decir, desde los pueblos de los valles pirenaicos a los pastos de altura. Y al abandonado de la trashumancia a las zonas de los llanos, en las tierras bajas.*

Tabla 1. Censo de ovejas y cabras mayores de 12 meses por comarcas y provincias catalanas.

Comarcas	Censo de ovejas			Censo de cabras		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Alto Ampurdán	56 971	52 127	40 119	1 889	2 676	2 109
Alto Urgel	17 518	19 030	14 870	1 621	1 261	1 496
Alta Ribagorza	16 514	19 300	14 526	557	261	488
Berguedá	17 731	18 083	22 315	1 442	6 254	2 595
Cerdaña	6 490	2 712	2 691	256	83	47
Garrocha	16 731	17 493	24 392	561	1 175	1 472
Pallars Jussá	49 210	44 970	36 263	3 292	2 287	2 010
Pallars Sobirá	24 689	23 798	19 815	2 185	1 312	1 527
Ripollés	18 096	15 050	16 594	579	1 160	888
Solsonés	22 586	25 236	19 942	1 875	2 130	1 619
Valle de Arán	3 141	2 795	3 402	438	285	359
Com. Pirenaicas Barcelona	17 731	18 083	22 315	1 442	6 254	2 595
Com. Pirenaicas Girona	98 288	87 382	83 796	3 285	5 094	4 516
Com. Pirenaicas Lleida	133 658	135 129	108 818	9 968	7 536	7 499
Total comarcas pirenaicas	249 677	240 594	214 929	14 695	18 884	14 610
Total Barcelona	180 803	227 618	220 508	12 295	58 150	20 872
Total Girona	161 950	147 044	157 505	6 276	7 977	8 480
Total Lleida	314 660	302 913	248 385	22 287	15 657	17 911
Total Tarragona	113 940	105 777	101 232	20 287	17 015	18 026
Total Cataluña	771 353	783 352	727 630	61 145	98 799	65 289
% Com.piren./Tot Cataluña	32,37	30,71	29,54	24,03	19,11	22,38
España, en miles de cab.	17 611	17 198	18 458	2 644	1 849	1 924

Fuentes: DARP (1990, 1995, 2000); MAPA (1990, 1995, 2000).

El ganado caprino

Ha tenido poca importancia en Cataluña. Su presencia estaba ligada a la de los rebaños de ovejas, como en el resto de España, para el abastecimiento de leche para el pastor y como guía del rebaño. En 1989, el censo para toda Cataluña (Tabla 1) era de 49 000 cabras, pasando a doblarse en número en el 1995. En el año 2000 ha vuelto a descender casi a las mismas cotas que en 1990.

Aunque la tendencia de esta ganadería guarda cierto paralelismo con la de las ovejas, los móviles suelen ser diferentes. Se han creado numerosas explotaciones con orientación lechera, de la mano de ganaderos *recuperados* – de las emigraciones a las ciudades –, cuyas estructuras están comprendida en las dimensiones 3 y 4 (Tabla 2). La situación de las explotaciones caprinas de dimensiones 1 y 2 es muy parecida y está relacionada a las de las explotaciones de ovino, con el mismo tipo de dimensión, si bien en las de cabras abundan las dedicadas a leche, y, como consecuencia, de menor número de animales.

Tabla 2. Estructura de la ganadería ovina y caprina catalana, por provincias.

Provincia	Dimensión ¹	Ovino			Caprino		
		1992	1995	2000	1992	1995	2000
Barcelona	1	490	649	543	374	434	335
	2	531	701	519	141	179	125
	3	68	117	125	29	35	33
	4	17	42	43	0	5	6
	Total	1,106	1,509	1,230	544	653	499
Gerona	1	336	360	443	75		184
	2	336	329	329	30	24	73
	3	30	37	115	3	4	21
	4	4	3	27	1	1	3
	Total	706	729	914	109	29	281
Lleida	1	496	483	417	132	117	108
	2	519	449	450	39	36	57
	3	98	107	96	7	9	11
	4	27	22	48	5	3	4
	Total	1,140	1,061	1,011	183	165	180
Tarragona	1	605	451	522	128	86	186
	2	211	203	227	37	37	37
	3	8	12	12	17	14	21
	4	4	2	3	2	5	8
	Total	828	668	764	184	142	252
Cataluña	1	1 927	1 943	1 919	709	637	813
	2	1 597	1 682	1 525	247	276	292
	3	204	273	348	56	62	86
	4	52	69	121	8	14	21
	Total	3 780	3 967	3 919	1 020	989	1 212

¹Rangos en los que se desenvuelven las dimensiones de las explotaciones:

Número de cabezas por explotación

Dimensión	de ovino	de caprino
1	d' 1 a 199	d'1 a 49
2	de 200 a 599	de 50 a 199
3	de 600 a 999	de 200 a 399
4	= / de > 1.000	= / > de 400

Fuentes: DARP (1992, 1995, 2000).

La ganadería bovina

Ha tenido un papel complementario, en la explotación ganadera pirenaica, relacionado con el trabajo y la leche; con razas de aptitud mixta, como la parda alpina, que se introdujo a principios del siglo XX, aportando también, a la economía familiar, un importante apoyo con la venta del ternero; su presencia numérica, en 1958/62 (DARP, 1981), fue de 80.000 efectivos, entre todas las comarcas pirenaicas. La estructura de esta ganadería estaba basada en muy pocos animales, por la dificultad que suponía su alimentación durante el invierno. La estrategia era vender las crías a la bajada de los pastos de verano, antes de la llegada del invierno. En la década de los sesenta comienza una nueva orientación hacia la producción de leche, con la raza frisona, en las comarcas con mayores posibilidades de superficies de praderas y mejor comunicadas (Alto Urgel, Berguedá y la Cerdaña). El censo de vacuno lechero sigue ascendiendo, en las comarcas pirenaicas, a costa de la disminución del de carne (Tabla 3), pasando del 25,7 al 58,4 % el número de vacas que se ordeñan respecto al total de vacas, durante el periodo 1989-2000.

Tabla 3. Censo bovino: vacas de ordeño, vacas de carne y terneros de cebo; por comarcas y provincias catalanas

	Hembras que no se ordeñan > 24 meses			Hembras que se ordeñan > 24 meses			Animales Sacrificados antes de los 12 meses			Total ganado bovino		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Alto Ampurdán	14 931	10 050	9 393	1 838	2 546	2 563	20 410	24 195	31 659	41 795	41 497	48 374
Alto Urgel	11 204	11 037	7 199	690	2 618	3 686	4 818	6 022	7 941	21 968	24 560	23 870
Alta Ribagorza	95	20	159	1 580	1 825	2 275	931	1 066	1 032	3 294	3 410	4 078
Berguedá	3 540	2 943	2 569	2 399	4 612	7 544	8 564	13 780	13 004	16 960	23 836	27 262
Cerdaña	11 895	8 135	5 998	1 388	2 331	4 689	2 904	2 453	3 537	20 384	16 820	18 209
Garrocha	5 320	5 320	5 140	1 079	3 634	5 407	5 434	11 123	14 423	13 822	22 933	29 507
Pallars Jussá	958	406	491	1 309	2 464	2 856	4 312	5 765	4 928	7 540	9 526	9 309
Pallars Sobirá	3 016	1 386	1 151	2 498	4 657	4 530	897	1 404	1 709	8 889	9 539	8 934
Ripollés	4 204	2 426	1 754	7 906	8 491	10 722	2 312	2 476	3 708	17 370	16 313	21 469
Solsonés	598	213	301	732	1 720	3 380	13 534	13 458	7 290	15 359	16 029	12 120
Valle de Arán	171	2	53	631	901	518	101	388	147	1 283	1 772	864
Com. pirenaicas Barcelona	3 540	2 943	2 569	2 399	4 612	7 544	8 564	13 780	13 004	16 960	23 836	27 262
Com. pirenaicas Girona	36 350	25 931	22 285	12 211	17 002	23 381	31 060	40 247	53 327	93 371	97 563	117 559
Com. pirenaicas Lleida	16 042	13 064	9 354	7 440	14 185	17 245	24 593	28 103	23 047	58 333	64 836	59 175
Total pirenaicas	55 932	41 938	34 208	22 050	35 799	48 170	64 217	82 130	89 378	168 664	186 235	203 996
Total Barcelona	41 389	33 308	30 468	9 027	22 061	26 677	125 821	159 837	148 695	202 170	235 579	232 786
Total Girona	58 884	47 866	43 364	14 776	20 562	27 489	60 583	75 112	96 328	155 663	167 195	195 892
Total Lleida	34 720	30 474	23 089	8 141	16 179	24 429	152 127	172 730	194 345	213 027	234 930	267 583
Total Tarragona	1 530	517	584	1 055	1 117	2 436	9 004	5 487	11 629	12 768	10 015	20 164
Total Cataluña	136 523	112 165	97 505	32 999	59 919	81 031	347 535	413 166	450 997	583 628	647 719	716 425
% Com.piren./Tot Cataluña	40,97	37,39	35,08	66,82	59,75	59,45	18,48	19,88	19,82	28,90	28,75	28,47
Total España, en miles	1 225,7	1 650,1	2 025,3	1 166,4	1 366,9	1 202,8	794,7	1 231,6	1 483,1	5 126,1	5 512,1	6 163,8

Fuentes: DARP (1990, 1995, 2000); MAPA (1990, 1995, 2000).

Tabla 4. Estructura de la ganadería bovina catalana, por provincias

Provincias	Dimensión ¹	Vacas de leche			Vacas de carne			Terneros cebo		
		1992	1995	2000	1992	1995	2000	1992	1995	2000
Barcelona	1	1 530	1 249	726	50	68	59	469	514	391
	2	943	838	677	223	288	338	469	578	567
	3	53	68	81	57	114	141	185	217	235
	4	9	10	11	19	47	81	42	73	73
	Total	2 535	2 165	1 495	349	517	619	1 165	1 382	1 266
Gerona	1	1 811	508	281	76	125	131	158	234	232
	2	1 070	879	652	307	467	476	143	298	353
	3	69	76	76	62	118	146	69	149	154
	4	11	23	22	6	46	74	25	49	30
	Total	2 961	1 486	1 031	451	756	827	395	730	769
Lleida	1	576	309	124	238	244	76	183	154	97
	2	534	347	340	332	350	418	591	562	860
	3	46	41	71	26	55	156	324	470	446
	4	15	14	25	7	12	65	53	93	72
	Total	1 171	711	560	603	661	715	1 151	1 279	1 475
Tarragona	1	34	37	7	1	1	1	12	13	19
	2	18	12	28	3	9	4	26	20	38
	3	1	1	0	0	3	3	18	19	27
	4	1	0	6	5	4	4	7	6	9
	Total	54	50	41	9	17	12	63	58	93
Cataluña	1	3951	2103	1138	365	438	267	822	915	739
	2	2565	2076	1697	865	1114	1236	1229	1458	1818
	3	169	186	228	145	290	446	596	855	826
	4	36	47	64	37	109	224	127	221	184
	Total	6721	4412	3127	1412	1951	2173	2774	3449	3603

¹Rangos en los que se desenvuelven las dimensiones de las explotaciones bovinas (en número de cabezas):

Dimensión	Vacuno de leche	Vacuno de carne	Terneros de cebo
1	de 1 a 19	de 1 a 9	de 1 a 49
2	de 20 a 99	de 10 a 49	de 50 a 199
3	de 100 a 199	de 50 a 99	de 200 a 499
4	= /> de 200	= /> de 100	= /> de 500

Fuentes: DARP (1992, 1995, 2000).

En el resto de Cataluña, la situación es diferente, el ganado vacuno estaba limitado a las vaquerías que abastecían de leche a las ciudades, y por tanto muy próximas a ellas. Con los Planes de Colonización, por los años cincuenta, surge un nuevo modelo de explotación, la parcela de cuatro hectáreas de regadío y dos vacas. Se establecen las centrales lecheras para recoger la leche producida por las vacas de los colonos. A partir de los años sesenta, hay un reajuste del tamaño de explotación, por los abandonos de algunos colonos y las ampliaciones de los que se quedaron. Otros *payeses*, con posibilidad de riego, optaron también por la explotación del vacuno de leche. A partir de 1989, el censo de toda Cataluña subió de 32 720 cabezas ordeñadas – prácticamente las del Pirineo –, hasta, más del doble, 81 031, en el 2000.

La estructuración del vacuno lechero, durante el período observado, (Tabla 4) acusa una fuerte recesión de las explotaciones de menos de 20 vacas, e incluso las del rango de 20 a 99; sin embargo las explotaciones que más han proliferado son las de 100 a 199. Manteniéndose bastante constantes las de más de 200 vacas. Situación favorecida por el efecto *cota*.

Durante la década de los sesenta, con el *Desarrollo Ganadero*, surgió también un nuevo fenómeno en Cataluña: los cebaderos de terneros. Al principio fue una explotación con tierra, por el elevado porcentaje de forrajes en la dieta; después derivó a una alimentación a base de concentrado,

únicamente. Se convirtieron en explotaciones sin tierras, y la mayoría de sus factores de producción entraron a formar parte del área de explotaciones intensivas. Las comarcas del Pirineo han mantenido la explotación del vacuno de carne en unos términos semiextensivo; hacen el acabado del cebo, al bajar de los pastos de verano, a base de concentrados.

Aunque en las comarcas pirenaicas se ha visto incrementado el censo de terneros, en el 2000, en un 38 % sobre los que había en el 1992, su censo es relativamente bajo respecto al conjunto de Cataluña (19,8 %). Predominan las explotaciones pequeñas, de menos de 50 terneros.

En las zonas del llano, abundan las grandes, de más de 200 terneros. Una parte importante de estos terneros proceden de otras comunidades autónomas, e incluso del extranjero, que vienen como mamones, procediéndose a su lactación artificial y posterior cebo. Como en otras actividades, las explotaciones de menor tamaño tienden a la baja; las mayores subidas están en las dimensiones tipos 2 y 3, principalmente en Barcelona y Lleida.

Atendiendo a los criterios establecidos en la Introducción, algunos factores de producción, como son el capital animal y las instalaciones, tiran del conjunto de la explotación del vacuno de leche a las zonas de elevada intensificación. Especialmente en explotaciones con un elevado número de animales, en las que el valor de las vacas es muy elevado y con una vida útil muy corta (3 lactaciones, de media), también es elevado el capital invertido en las instalaciones de ordeño. La alimentación, sin embargo, ha ido abaratándose con la introducción de la alimentación integral –unifeed–, últimamente. De forma general, el grado de intensificación del vacuno lechero está muy relacionado con el número de animales por explotación.

En el caso del vacuno de cebo, aunque no a los niveles del especializado en leche, el grado de intensificación viene: por el precio que se paga por los terneros y el coste de la alimentación, que es a base de concentrados.

Las vacas de carne entran todas dentro de lo que es la ganadería extensiva tradicional. Son las explotaciones pequeñas las que más han aumentado, estando ubicadas, principalmente, en las zonas de montaña. La causa podría estar en la poca dedicación de mano de obra que necesitan y en las primas comunitarias.

La ganadería equina

El ganado equino entró en recesión a partir de los años sesenta, con la mecanización del campo español. En los noventa, en régimen extensivo, está principalmente ubicado en las comarcas pirenaicas, si bien representa un efectivo muy bajo, 7220 cabezas (1990), - el 32 % de toda Cataluña-. Desconociéndose el porcentaje destinado a silla, en el resto del censo.

Condicionantes sociales

Anterior al siglo XX

Los permanentes pobladores del Pirineo, tuvieron que hacerse agricultores a la vez que ganaderos. Agricultor, por la necesidad básica de obtener recursos con los que sobrevivir, él y sus animales. Ganadero, como medio de aprovechamiento de unos recursos pastables abundantes a la vez que limitados en el tiempo, para beneficiarse del alimento y vestidos que le proporcionan los animales, además de servirse de ellos como moneda de trueque, cuando las condiciones le permitían bajar al llano.

Unas condiciones tan adversas, unidas a la idiosincrasia de estas gentes, hizo una sociedad, sin duda muy peculiar y avanzada, respecto a su tiempo. En la que la mayoría de los recursos se gestionaban comunalmente.

En el llano, la agricultura y la ganadería, que podían ser actividades económicas complementarias, no siempre han encontrado los nexos de unión en que fundamentarlo. Cuando no son los intereses encontrados, son las tradiciones o prácticas mal fundadas, las que han provocado esta

dicotomía. Más relevante cuanto más fértiles son las tierras. En ellas, lógicamente, se desarrolló la agricultura, como actividad principal. Esto impidió compartir la mano de obra con la ganadería, especialmente en los momentos críticos en que el trabajo se requería simultáneamente en ambas actividades. Tal situación condujo al desplazamiento de la ganadería extensiva a las zonas más marginales. Permitiéndose la entrada del ganado, en los terrenos de cultivo, sólo para el aprovechamiento de rastrojos o en tierras en descanso, por el beneficio del estercolado que dejaban a su paso.

Siglo XX

A principios del siglo XX, la mayor parte de las comarcas pirenaicas se encontraban ancladas en su pasado, debido, principalmente, a la dificultad de sus comunicaciones. La llegada de las compañías Hidroeléctricas, allá por los años veinte, supuso un acontecimiento de gran trascendencia, para estas comarcas, en la que se gestaron los cambios que habrían de venir. El primer paso fue la integración de la mano de obra en la construcción de las infraestructuras eléctricas, y con ello un cambio en el comportamiento social. También mejoraron las comunicaciones, lo cual atrajo a visitantes y curiosos por motivos paisajísticos (Roigé *et al.* 1995).

Las vías de comunicación dieron lugar a una mayor fluidez del intercambio de mercancías y productos. Esto condujo a un abandono del esfuerzo en la agricultura, cuyas tierras pasaron a incrementar la superficie de prados y forrajes. Y dio paso al desarrollo del vacuno de leche (con la raza parda alpina, principalmente), en detrimento de otras razas rústicas empleadas para el trabajo y el ternero para carne. El ovino permaneció más o menos constante. El ganado equino experimentó un importante incremento por la demanda de la tracción animal, en toda España, y por su carne, en Francia.

En contraste con esta situación, que pudiera ser propensa a formarse una errónea imagen de la realidad, hay que decir que en un diario local (*La voz del Pirineo*, en Puigcerdá, **15/9/1895**) se comenta la visita a una explotación agrícola, formada por un centenar de vacas (suizas, bretonas y lombardas), en la que se produce mantequilla, que envasan en latas, bajo un proceso industrial (sin soldadura); y con la leche residual, de dicho proceso, se alimentan lechones y terneros. Es un ejemplo de las muchas sorpresas que pueden proporcionar estas montañas.

En la segunda mitad del siglo XX, el aumento del viñedo en el llano, redujo la zona de pastoreo, durante el invierno, para el ganado trashumante, lo que ocasionó la disuasión de esta práctica en los ganaderos de algunas comarcas pirenaicas. Este hecho unido al crecimiento industrial en Cataluña, en los años sesenta, afectó, no solo al cambio de la ganadería ovina por la bovina especializada en leche (con el auge de la raza frisona), sino a la población; por la emigración de mano de obra hacia los núcleos industriales.

Debido a todos estos cambios se instalaron centrales lecheras y queseras, que dieron un gran impulso a las explotaciones de vacuno de leche y, con ello, a una mejor comunicación entre comarcas, como el Alto Urgel y la Cerdaña. También comenzó una importante afluencia turística por el deporte de la nieve.

Situación actual

El llano y la montaña han dejado de complementarse. Los ganaderos de las zonas de montañas, ante las dificultades que ofrecen los aprovechamientos de invierno en las zonas de los llanos, por escasez y carestía de los mismos, han preferido vender el ganado o afrontar el invierno sin los desplazamientos al llano.

En las zonas de los llanos, a su vez, por la dificultad de encontrar pastores, se han estabulado las ovejas e incrementado el rebaño, en numerosas explotaciones; propiciado por las ayudas comunitarias, así como por los abundantes recursos que ofrecen las diferentes actividades agrícolas de estas zonas.

Por otro lado, tanto en Cataluña como en el resto de España, la política aplicada al medio rural ha tenido desastrosos resultados, con repercusión, igualmente mala, en las grandes ciudades. El único beneficio hay que buscarlo en las ventajas que ofrece el censo electoral de las grandes ciudades, para los políticos. El medio rural, el gran perdedor, con la masiva despoblación en los años setenta y el paulatino fallecimiento de los que quedaron, ofrece un espectáculo desolador, e igualmente el hacinamiento que sufren las grandes ciudades.

La ganadería ubicada en estas zonas, desprotegidas de toda clase de servicios sociales, tiene un muy negro porvenir. Los abandonos que se están produciendo actualmente obedecen a algunos de estos factores: baja rentabilidad, escasez de pastores y elevada edad del ganadero, sin visos de renovación generacional.

El turismo rural, aunque ha sido una solución económica para algunas comarcas pirenaicas, no lo ha sido tanto para la ganadería. Estos ingresos extras, unido a las ayudas comunitarias y a la gratuidad y desinteresada mano de obra de los mayores, en los oficios ganaderos, han supuesto un alivio a las economías de las comarcas afectadas. Si bien no tiene signos de continuidad, una vez desaparezca la gente mayor. Las nuevas generaciones, dedicadas a la actividad turística, están lo suficientemente ocupados para no poder atender otra actividad, y menos aún la ganadera.

Perspectivas futuras

Por todo lo comentado, se podría recapitular los factores que más afectan, tanto negativa como positivamente, a la situación actual de la ganadería extensiva, en general, y a la del Pirineo, en particular:

Negativamente:

- Márgenes económicos cada vez más estrechos
- El envejecimiento de los ganaderos y la falta de renovación generacional
- Desviación de la motivación hacia el sector turístico, menos sacrificado y más lucrativo
- Falta de orientación técnica, e imparcial, ante los problemas que les afectan
- La miopía política, al no ver el medio rural como una solución a una parte importante de los problemas que sufren las grandes ciudades

Positivamente:

- El apego de sus gentes a permanecer en su medio
- Gente curtida en las privaciones y sacrificios
- Acostumbradas a resolver sus problemas entre los propios vecinos
- Espíritu comunitario, tanto en las prestaciones entre vecinos como en el uso y disfrute de aprovechamientos naturales
- Amplios espacios naturales para el aprovechamiento, por el ganado, de los pastos comunales, gratuitamente o con tasas muy bajas.

No sería una sorpresa, antes tales hechos, que ellos mismos encuentren una solución a la viabilidad futura de la ganadería, en estas zonas. Las soluciones deben pasar por el **asociacionismo** y/o por el **cooperativismo**. No obstante, se puede dar una orientación hacia modelos que pueden paliar, en parte, la problemática planteada.

Así, por el espíritu comunitario de que gozan, sería fácil establecer asociaciones o, mejor, cooperativas de primero y segundo grado. Dependiendo de la implicación que se desee establecer. A través de ellas, la fuerte dependencia que requiere la actividad ganadera, podrá hacerse más liviana. Pues, además de asumir la conducción del ganado a los puertos de montañas, de su manejo y vigilancia, podría asumir también la alimentación durante el periodo no estival. Es, en esta etapa, cuando puede haber interacciones con las actividades en otros sectores, que ocasionaría un entorpecimiento para las mismas.

El establecimiento de contratos a largo plazo, con ayuntamientos, para la mejora y aprovechamientos de pastizales y otras superficies invadidas por el matorral, podría ser otra de las misiones encomendadas a las cooperativas.

La cooperativa de segundo grado, de ámbito zonal, tendría encomendadas dos facetas: la de elaborar el alimento necesario para los diferentes ganados y la comercialización de los productos ganaderos.

La alimentación es la pieza clave, tanto desde el punto de vista económico como del ahorro en esfuerzos y tiempo a la mano de obra, por lo que debe buscarse una fórmula con la que pueda ofrecerse *ad libitum*, que no perjudique los rendimientos productivos y dentro de márgenes económicos (Sanz, 1999).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORENA, 1988. Ordenación de los rasos del monte Aezkoa (Navarra). *Trabajo Final de Carrera*. ETSEA. UdL.
- DARP, 1981. Institut Català d'Estadística.
- DARP, 2000. Institut Català d'Estadística, 2000. Consulta interactiva: www.idescat.es
- FOLCH, R., 1986. *La vegetació dels Països Catalans*. Ediciones Ketres, 541 pp. Barcelona (España).
- MAPA, 1975. Anuarios de Estadística Agraria. Ed. Secretaría G. Técnica. Madrid (España)
- MAPA, 1985. Anuarios de Estadística Agraria. Ed. Secretaría G. Técnica. Madrid (España)
- MAPA, 1990. Anuarios de Estadística Agraria. Ed. Secretaría G. Técnica. Madrid (España)
- MAPA, 1994. Anuarios de Estadística Agraria. Ed. Secretaría G. Técnica. Madrid (España)
- MAPA, 1999. Anuarios de Estadística Agraria. Ed. Secretaría G. Técnica. Madrid (España)
- MAPA, 1999. *Ayudas comunitarias a la ganadería. Anejo 1. Cálculo de la carga ganadera*. RD 1973/1999. BOE 307. Del 23/12/1999.
- ROIGÉ, X.; CONTRERAS, J.; COTS, P.; FONT, J.; GÓMEZ, M.P.; PARÈS, P.M.; PRET, M.; ROS, I.; SUCH, X., 1995. *Cuadernos de la trashumancia. N° 13: Pirineo catalán*. Ediciones ICONA, 103 pp. Madrid (España).
- SANZ, E., 1999. Manejo nutricional de ovejas lecheras. Ponencia al *I Congreso Latinoamericano de Especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos*. Ftad. De Veterinaria de Montevideo. Uruguay.
- SEBASTIÀ, M.T., 1986. Dinàmica estacional de l'herba als prats montans de Sant Jaume de Frontanyà (Pirineus Orientals). *Fol. Bot. Misc.*, **8**, 198-197.
- VIGO, J., 1976. L'alta montanya catalana. *Flora i vegetació*. Ed. Montblanc-Martín. Barcelona.

COMUNICACIONES

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE GRAMÍNEAS EN DIFERENTES FASES DE DESARROLLO

O. BOCHI, S. LÓPEZ, R. GARCÍA Y A. CALLEJA

Dpto. de Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León.

RESUMEN

Se ha estudiado la evolución (a lo largo de los ciclos de primavera, verano y otoño) de ciertos indicadores de valoración nutritiva (proteína bruta, fibra neutro detergente, lignina y digestibilidad de la materia seca *in vitro*) en las ocho gramíneas más representativas de los prados de la Montaña de León. En el aprovechamiento de primavera se diferencian cuatro estados de madurez: vegetativo, encañado, inicio de floración y maduración.

El avance del estado de madurez provoca el incremento de los constituyentes de la pared celular, que se refleja en el descenso de la digestibilidad, así como de proteína bruta, siendo *Dactylis glomerata* la especie que más se embastece, aunque con una buena digestibilidad en sus rebrotes. Destaca en las últimas fases de desarrollo el importante descenso de la digestibilidad en *Lolium perenne*, mientras que en especies consideradas mediocres (*Holcus lanatus* y *Cynosurus cristatus*) la merma es menor.

Palabras clave: prados, especies productivas, valor nutritivo.

INTRODUCCIÓN

Los análisis florísticos de prados de siega (*Cynosurion cristati*) de la Montaña de León permiten diferenciar un importante número de especies (entre 161 y 270) pero la utilización del riego y el aporte de abonado reducen fácilmente su número, hasta alcanzar valores más moderados, de 73 a 97 (García, 1988). La composición florística es muy constante y algunas especies están en la práctica totalidad de los prados de montaña, independientemente de su localización y manejo, son especies de gran amplitud ecológica y constituyen la base florística de la pradera (Lambert, 1970).

El objetivo de este trabajo es conocer la composición química y la digestibilidad *in vitro* de algunas gramíneas que constituyen dicha base florística, así como su variación dependiendo del estado fenológico en que se encuentren, en tanto que es el factor más importante que afecta a su composición y valor nutritivo (McDonald *et al.*, 1995).

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal procede de un prado en la montaña de Riaño (León) y de los diferentes cortes realizados en primavera, verano y otoño (Rodríguez *et al.* 1996), a los que se les realizó una separación a nivel de especie y de acuerdo con su estado fenológico, hasta disponer de material suficientemente representativo (superior a 0,5 kg de MS).

Las especies separadas fueron: *Dactylis glomerata* (dactilo), *Lolium perenne* (ballico), *Holcus lanatus* (holco), *Arrhenatherum elatius* (formental), *Anthoxanthum odoratum* (grama olorosa), *Festuca pratensis* (festuca), *Poa trivialis* (poa) y *Cynosurus cristatus* (cola de perro).

Las gramíneas obtenidas en el primer corte presentaban grandes diferencias en su desarrollo, mientras que las de aprovechamientos posteriores mostraron un estado más uniforme, con renuevos que siempre permanecieron en estado vegetativo.

En los cortes de verano y otoño se dispuso de material vegetal suficiente de las especies: dactilo, ballico y holco mientras que de formental y de grama olorosa, sólo fue suficiente para la realización de algunas determinaciones analíticas.

Los estados de madurez que se han utilizado son los descritos por Van Soest (1994):

- 1) G1: Vegetativo. Planta en una fase inicial de desarrollo que alcanza de 1/3 a 2/3 de su tamaño final. Rebrotos que no llegan a encañar.
- 2) G2: Encañado. Casi completa la elongación del tallo, se inicia la emergencia de las espigas.
- 3) G3: Inicio de floración. Las plantas ya están espigadas, alcanzando la fase de antesis.
- 4) G4: Maduración. Superada la fase de antesis, las semillas aparecen bien formadas en las espigas.

Una vez secas las muestras (60°C, hasta peso constante) y molidas (luz de malla de 1 mm); se realizaron las determinaciones de proteína bruta (PB), multiplicando el N Kjeldahl por el factor 6,25; fibra neutro detergente (FND) y lignina, según la técnica de Goering y Van Soest (1970) y adaptada por Ankom (1998) y de digestibilidad "in vitro", de acuerdo con la técnica propuesta por Goering y Van Soest (1970), con las modificaciones introducidas en el procedimiento Ankom (Ankom, 1998; Bochi *et al.*, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer ciclo de crecimiento los contenidos en PB tienden, en general, a disminuir con el avance de la madurez (Tabla 1) con una reducción media en relación con el grado de madurez del 30% en el estado de encañado (G2), 35% en el inicio de la floración (G3) y 64% en la fase de maduración (G4). Este descenso, ampliamente reflejado en la bibliografía, se relaciona con un predominio de los tallos sobre las hojas (Ammar *et al.*, 1999) que tienen menor contenido de PB.

Tabla 1.- Proteína bruta (g/kg MS) de las distintas gramíneas en los diferentes cortes y estados fenológicos.

	Primavera				Verano	Otoño
	G1	G2	G3	G4	G1	G1
<i>D. glomerata</i>	161	113	113	65	126	125
<i>H. lanatus</i>	159	102	97	51	124	103
<i>L. perenne</i>	141	94	89	48	136	137
<i>A. elatius</i>	136	108	76	56	-	95
<i>A. odoratum</i>	145	112	87	55	-	-
<i>F. pratense</i>	129	98	-	50	-	-
<i>P. trivialis</i>	134	81	98	37	-	-
<i>C. cristatus</i>	-	77	78	37	-	-

En las primeras fases de desarrollo (G1) el dactilo y holco son las especies que presentan los valores más altos de proteína, mientras que los del formental, festuca y poa son los más bajos. Durante el espigado los descensos más acusados (cerca del 40%) se producen en el holco, el ballico y la grama olorosa, pero en las fases posteriores a la floración, la poa y la cola de perro son las que presentan los menores contenidos. De nuestros resultados puede deducirse que hay especies (cola de perro, grama olorosa, holco e incluso el ballico) que sufren descensos en sus contenidos proteicos de una forma más rápida que el dactilo.

En los cortes de verano y otoño la PB apenas sufre variaciones ya que el grado de desarrollo de las plantas no es tan maduro y la mayoría de las especies no son capaces de producir tallos y espigas; el ballico es el que tiene un mayor contenido proteico, aunque las diferencias con el resto de las gramíneas no son muy marcadas.

Analizando las Tablas 2 y 3 se observa que, en el primer ciclo de crecimiento, las gramíneas tienden a incrementar su contenido en FND y lignina con el grado de madurez, desde G1 hasta G4. Eso se debe a que a medida que crecen hay un mayor desarrollo de los tejidos estructurales y de sostén (McDonald *et al.*, 1995; Wilson y Hatfield, 1997); así como un incremento en la relación tallos:hojas, con un contenido en fibra y lignina significativamente mayor en los primeros (Ammar *et al.*, 1999; Wilson y Hatfield, 1997).

Tabla 2.- Contenido en FND (g/kg MS) de las distintas gramíneas en los diferentes cortes y estados fenológicos.

	Primavera				Verano	Otoño
	G1	G2	G3	G4	G1	G1
<i>D. glomerata</i>	637	656	685	668	646	577
<i>H. lanatus</i>	544	564	628	594	567	493
<i>L. perenne</i>	549	574	598	603	607	508
<i>A. elatius</i>	563	625	650	644	-	465
<i>A. odoratum</i>	482	604	658	683	503	-
<i>F. pratense</i>	538	612	-	646	-	-
<i>P. trivialis</i>	481	621	649	661	-	-
<i>C. cristatus</i>	605	633	652	679	-	-

Tabla 3.- Contenido en lignina (g/kg MS) de las distintas gramíneas en los diferentes cortes y estados fenológicos.

	Primavera				Verano	Otoño
	G1	G2	G3	G4	G1	G1
<i>D. glomerata</i>	27,3	37,3	46,4	66,2	28,8	26,9
<i>H. lanatus</i>	13,3	24,1	39,0	38,8	13,3	15,1
<i>L. perenne</i>	12,1	24,4	31,4	41,0	13,0	12,5
<i>A. elatius</i>	16,3	26,2	-	46,6	-	-
<i>A. odoratum</i>	3,9	-	32,4	-	-	-
<i>F. pratense</i>	9,2	24,3	-	48,5	-	-
<i>P. trivialis</i>	9,8	30,4	38,8	-	-	-
<i>C. cristatus</i>	-	27,6	30,8	52,8	-	-

Gramma olorosa y poa fueron las especies que más incrementaron la FND con la madurez, con un aumento medio de 27,0%, 35,5% y 39,5% para los estados de encañado, inicio de la floración y maduración, respectivamente; dichas especies, junto con la festuca, fueron las de valores inferiores de lignina en estado vegetativo.

Los contenidos en FND y lignina en los cortes de verano y otoño son muy similares al grupo G1 del primer corte (estado vegetativo) e inferiores a los de los grupos G3 y G4 (gramíneas más maduras).

La digestibilidad de las gramíneas disminuye gradualmente con el avance del estado fenológico, con una caída media del 8% en el estado de encañado, 11% en el inicio de la floración y 23% en la maduración (Tabla 4). El predominio de tallos sobre las hojas, los altos contenidos en fibra y paredes celulares rígidas y muy lignificadas que se producen durante el ciclo de crecimiento, limitan la degradación ruminal y justifican dichos descensos (González *et al.*, 1998; López *et al.*, 1991).

Tabla 4.- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (g/kg MS) de las distintas gramíneas en los diferentes cortes y estados fenológicos.

	Primavera				Verano	Otoño
	G1	G2	G3	G4	G1	G1
<i>D. glomerata</i>	830	786	752	595	861	864
<i>H. lanatus</i>	891	829	790	739	915	902
<i>L. perenne</i>	897	844	828	721	905	927
<i>A. elatius</i>	879	820	796	705	-	923
<i>A. odoratum</i>	937	816	758	724	930	-
<i>F. pratense</i>	931	867	-	682	-	-
<i>P. trivialis</i>	902	796	796	671	-	-
<i>C. cristatus</i>	846	823	792	642	-	-

Entre los distintos cortes se aprecia que, para el mismo estado fenológico (G1), la digestibilidad del corte de primavera fue ligeramente menor, mientras que entre los cortes de verano y otoño apenas hubo variaciones.

El dactilo presenta la menor digestibilidad en todas las fases de crecimiento, siendo especialmente baja en el estado G4. Eso se debe a que presentó un mayor contenido en FND y un mayor grado de lignificación de la pared celular que compromete su degradación ruminal; García y Gómez (1974) la consideran, como Beever *et al.* (2000), la planta con digestibilidad más baja todas las estudiadas. Nuestros valores, en estado G2, son inferiores a los descritos por Lindner (1993) en comunidades naturales de Galicia y en el segundo y tercer corte superiores a las descritos, en prados, por Demarquilly y Alibes (1977).

El ballico presenta la digestibilidad mayor de todas las especies al inicio de la floración (G3), sin embargo el previsible mantenimiento de la misma, o el descenso suave, en las últimas fases no se produce (Beever *et al.* 2000) siendo, dicho descenso, superior al de especies como grama, cola de perro, holco y formental, especies que junto *C. cristatus* han sido consideradas, tradicionalmente, como de mediana o de mala calidad.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de valoración nutritiva se han encontrado más diferencias entre los estados fenológicos de las especies que entre ellas mismas y pondría de manifiesto que ciertas especies (sobre todo holco y cola de perro) no son tan mediocres como siempre se han considerado, ni el ballico tiene la calidad tan elevada que se le supone.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMMAR, H.; LÓPEZ, S.; BOCHI, O.; GARCÍA, R.; OVEJERO, F.J., 1999. Composición química y digestibilidad de hojas y tallos de gramíneas pratenses en distintos estados de madurez. *Itea*, **20**, vol. extra, 538-540.
- ANKOM. 1998. Procedures for fiber and in vitro analysis. En: <http://www.ankom.com>
- BEEVER, D. E.; OFFER, N.; GILL, M., 2000. The feeding value of grass and grass products. En: *Grass: Its production and utilization*, 140-195. Ed. A. HOPKINS. Blackwell Sciences Ltd. Oxford (UK).
- BOCHI, O.; LÓPEZ, S.; GONZÁLEZ, J. S.; OVEJERO, J., 1997. Determinación de la digestibilidad *in vitro* de forrajes: comparación entre el procedimiento Daisy-Ankom y la técnica convencional. *Itea*, **18**, vol. extra, 37-39.
- DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J., 1990. Forrajes. Gramíneas y leguminosas: influencia del estado de vegetación. En: *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*, 283-300. J. JARRIGE. Ed. Mundi Prensa. Madrid (España).

- DEMARQUILLY, C.; ALIBES, X., 1977. Tablas del valor nutritivo y alimenticio de los forrajes. *Hoja Técnica*, 16, INIA.
- GARCÍA, B.; GÓMEZ, G., 1974. Evolución de la producción, digestibilidad y proteína bruta durante el crecimiento primario de ocho especies forrajeras. *Pastos*, 4, 266-276.
- 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.
- GOERING, M. K.; VAN SOEST P. J., 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook*, 379, USDA, Washington.
- GONZÁLEZ, A., 1998. Manejo de la pradera de raigrás inglés y trébol blanco en primavera y uso de nitrógeno para el primer corte. *Actas XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*. Soria, 101-104.
- LAMBERT, J., 1970. Applications pratiques des données phytosociologiques et écologiques au problème du pâturage. 2^e. *Symposium Anwendung der Landschaftökologie in der Praxis* Bratislava.
- LINDNER, R., 1993. Evaluación del género *Dactylis* (Poaceae) del noroeste de la península ibérica. *Pastos*, 23, 69-81.
- LÓPEZ, S.; CARRO, M. D.; GONZÁLEZ, J. S.; OVEJERO, F. J., 1991. Rumen degradation of the main forage species harvested from permanent mountain meadows in North-western Spain. *Journal of Agricultural Science. Cambridge*, 117, 363-369.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D., 1995. *Nutrición Animal* (5^a Edición). Ed. Acribia. Zaragoza (España).
- ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. En: *The analysis of dietary fiber in foods*. Eds. W. P. P. JAMES Y O, THEANDER, New York (USA).
- RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA, R.; MORO, A.; CALLEJA, A., 1996. Los prados permanentes en la economía de la Montaña Leonesa. *Pastos*, 26, 25-37.
- VAN SOEST, P. J., 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2nd edition). O & B Books Inc. Oregon (USA).
- WILSON, J. R.; HATFIELD, R. D., 1997. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. *Australian Journal of Agricultural Research*, 48, 165-180.

CHEMICAL COMPOSITION AND IN VITRO DIGESTIBILITY OF GRASSES AT DIFFERENT STAGES OF MATURITY

SUMMARY

The evolution has been studied (along the spring cycles, summer and autumn) of certain indicators of nutritious valuation (crude protein, neutral detergent fibre, lignin and in vitro dry matter digestibility) on eight grasses more representative of the meadows of the Montaña of León. In the primary growth four different stages of maturity has been estimated: vegetative, early head, head-bloom and seed well formed.

The cell wall content increased with maturity and the digestibility decreases, as well the crude protein, being *Dactylis glomerata* the species with lower D-value, although with a good digestibility on its regrowths. In the last stage of maturity it is important the descent of the digestibility on *Lolium perenne*, while the reduction is smaller in species as *Holcus lanatus* and *Cynosurus cristatus*.

Key words: meadows, productive species, nutritive value.

PREDICCIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE LA MATERIA ORGÁNICA DE ENSILAJES DE MAÍZ A PARTIR DE SU COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO*

G. FLORES¹, A. GONZALEZ-ARRAEZ¹, J. CASTRO¹, P. CASTRO¹ Y M. CARDELLE²

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). ² Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Mabegondo (LAF). Apartado 10, 15080 A Coruña (España)

RESUMEN

Se presentan resultados de un estudio donde se analizó la capacidad predictiva de ecuaciones basadas en parámetros químicos y digestibilidad *in vitro* con líquido ruminal (DIV) para la estimación de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (DMO) de ensilajes de planta entera de maíz (PE) y parte verde (PV, planta entera sin mazorca), siendo utilizadas 43 y 15 muestras de cada tipo, respectivamente, que habían sido evaluadas *in vivo* en el CIAM. No se encontraron correlaciones significativas entre DMO y ninguna de las determinaciones analíticas para las muestras PE con menos del 28% de materia seca, siendo obtenidas para los restantes ensilajes de este grupo ecuaciones basadas en la fibra ácido detergente (FAD) y FAD y proteína bruta (PB) que explicaron el 34 y 50% de la varianza, con errores de validación cruzada de 2,9 y 2,5 unidades porcentuales de DMO, respectivamente, mostrando una mediocre capacidad de predicción. Para los ensilajes PV la varianza explicada por DIV fue similar a la explicada por FAD. Se sugiere la necesidad de investigar métodos alternativos a los estudiados para predicción de DMO de ensilajes de planta entera de maíz.

Palabra clave: métodos de laboratorio, maíz forrajero, valor energético, ecuaciones.

INTRODUCCIÓN

La utilización del ensilaje de maíz en la alimentación del ganado se ha incrementado notablemente a lo largo de la pasada década en las explotaciones lecheras gallegas, en particular en las de mayor dimensión. Esto ha hecho cobrar especial relevancia a la necesidad de disponer de métodos de laboratorio que permitan caracterizar adecuadamente su valor nutricional, particularmente en lo que se refiere a la estimación del valor energético. En la actualidad, los laboratorios de servicio de análisis de forraje de Galicia utilizan ecuaciones tomadas de la bibliografía para la predicción de digestibilidad *in vivo* del ensilaje de maíz, siendo la más usada la publicada por Givens et al., (1995)², que no ha sido validada hasta la fecha.

En 1997 se iniciaron en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) determinaciones de la digestibilidad *in vivo* de muestras de maíz ensilado, con el objetivo de mejorar la estimación del valor energético de este forraje por métodos de laboratorio. Se presentan en esta comunicación resultados de un trabajo donde se estudió la relación entre la composición química del forraje y digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica, evaluándose la capacidad predictiva de las ecuaciones basadas en parámetros químicos y digestibilidad *in vitro* con inóculo ruminal.

² MOD=87.7 - 4.44 FND, donde MOD: g de materia orgánica digestible/kg materia seca. FND: g de fibra neutro detergente/kg materia seca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Procedencia de las muestras de ensilado

Fueron estudiados 43 ensilajes de planta entera de maíz, comprendiendo 12 genotipos diferentes de los ciclos FAO 200 y 300, de los cuales 28 fueron realizados en explotaciones de leche gallegas, procediendo los 15 restantes de un ensayo realizado en el CIAM en el que se comparó la digestibilidad *in vivo* y composición química de ensilajes de planta de maíz recolectada entera o desprovista de mazorca inmediatamente antes de ser cosechada. Este grupo de 15 ensilajes de parte verde de la planta de maíz (comprendiendo las fracciones tallo, hojas, espigas y penacho) fueron también incluidos en el estudio. Los silos de explotaciones ganaderas fueron recolectados entre el 15 de septiembre y el 15 de octubre con cosechadora autopropulsada dotada con aplastador de granos, mientras que los producidos experimentalmente lo fueron con picadora de precisión semisuspendida de dos líneas entre mediados de agosto y comienzos de octubre (dos y diez semanas tras la floración femenina, respectivamente). Ninguno de los ensilajes fue tratado con aditivo, oscilando el tamaño de los silos entre 150 y 1,5 t de forraje (materia verde), para los ensilajes comerciales y los producidos en condiciones experimentales, respectivamente. De cada silo, transcurridos al menos 2,5 meses tras su realización, fueron extraídos unos 700 kg de forraje, ensacados en bolsas de plástico de 25-30 kg y congelados a -27 °C hasta la realización de la evaluación *in vivo*.

Determinación de la digestibilidad *in vivo*

Las evaluaciones de cada muestra de ensilaje se realizaron utilizando cinco carneros castrados de más de dos años de edad, de raza gallega, alojados en jaulas metabólicas dotadas con separadores de heces y orina. Los animales, que disponían de bloques de un corrector vitamínico-mineral a libre disposición, recibieron ensilaje como único alimento a un nivel próximo a mantenimiento, calculado como 30 g de materia seca (MS) por kg de peso vivo metabólico inicial. Se añadieron 2,3 g de urea por kg de materia verde de ensilaje, repartidos homogéneamente, antes de su distribución a los animales. Cada evaluación se inició con un período de adaptación al ensilaje de maíz y a las jaulas metabólicas de 10 días de duración, seguido por otro de 11 días de control diario (pesaje y toma de muestras, que se mantuvieron congeladas a -27 °C) del alimento ofrecido y las heces producidas, así como del ensilaje rechazado, en su caso. A partir de los resultados de las evaluaciones, y una vez completadas las series analíticas que se describen a continuación, se determinó la digestibilidad aparente de la materia orgánica (DMO) de las muestras de ensilaje.

Análisis de laboratorio

En estufa de aire forzado se determinó la materia seca de los ensilajes a 80 °C (MS) durante 16 horas, siendo posteriormente molidas las muestras a 1 mm. Sobre muestra seca y molida se determinó el contenido en cenizas (CZ) y humedad residual de la muestra seca en un analizador termogravimétrico LEKO-MAC500, siendo expresado el valor de Materia Orgánica (MO) como 100-CZ; nitrógeno (N) por digestión Kjeldhal, expresándose el contenido en proteína bruta (PB) como $N \times 6,25$; fibra bruta de Weende (FB); componentes de la pared celular (fibra neutro detergente, FND; lignocelulosa, FAD; celulosa, CEL y lignina-sulfúrico, LAD) según Goering y Van Soest (1970) y energía bruta (EB) en un calorímetro isoperibólico PARR-1281EF. Las heces y el alimento rechazado se analizaron, siguiendo los procedimientos descritos, para MS, CZ, FND, FAD, PB y EB. El contenido en almidón (ALM) de los ensilajes se determinó por el método de Stern y Endres (1991) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIV) de los mismos por el método de Tilley-Terry modificado por Alexander y McGowan (1969). En una alícuota de muestra fresca de cada ensilaje se determinó pH, ácidos de fermentación, etanol, N amoniacal y N soluble según los métodos descritos por Flores (2002).

Análisis estadístico

Se examinaron las relaciones entre los valores de digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica y las determinaciones de laboratorio mediante análisis de regresión lineal simple y múltiple, precedida de un proceso de regresión paso a paso. En la construcción de los modelos predictivos se utilizó un proceso

secuencial de validación cruzada para los grupos de ensilajes de planta entera y parte verde, por separado, en el cual del conjunto de calibración era excluida secuencialmente una de las muestras, sobre la que se realizó la validación de la predicción de digestibilidad *in vivo* a partir del modelo de calibración generado. Repetido el proceso un número de veces igual al número total de muestras de cada grupo (n), se computó el error estándar de validación cruzada (RSD_{cv}) a partir de los errores de estimación (e_i) de las n muestras del conjunto de validación como $RSD_{cv}=(\sum e_i^2/(n-1))^{0.5}$. El valor RSD_{cv} es muy cercano numéricamente al error estándar aplicable al valor predicho de una muestra individual, cuando el valor de la variable independiente es igual a la media de la población. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute, v 6.12).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los valores medios de digestibilidad *in vivo* y análisis de laboratorio del conjunto de ensilajes de planta entera, individualizándose el grupo de muestras que, procedentes del mismo cultivo, habían sido ensiladas tanto la planta entera como la parte verde, a fin de facilitar la comparación entre los resultados respectivos. El contenido en materia seca de los ensilados de planta entera varió ampliamente entre 15,3 y 36,7%, principalmente debido al diferente estado de madurez en la cosecha, mientras que para los ensilados de parte verde el rango de variación de la MS fue del 16 al 23%. Considerando el nivel de MS como un indicador de la madurez de la planta, el aumento de la proporción de grano respecto del total de materia seca de la planta con el avance de la madurez causó un claro incremento ($r=0,90$) en el contenido de almidón (rango 0,50-33,9 %MS) y un descenso en los restantes constituyentes especialmente marcado para FB, CEL, FAD y FND ($r= -0,79$; $-0,77$; $-0,76$ y $-0,74$, respectivamente), seguido de CZ y PB ($r= -0,54$ en ambos casos) y LAD ($r=-0,45$). El contenido en energía bruta del ensilaje de planta entera (media 18,94 MJ/kg MS) no fue afectado significativamente por el incremento de MS. La digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica fue de media 67,0%, con un amplio rango de variación (75,2 a 58,7%), existiendo una baja correlación, no significativa ($r=0,17$; $p=0,28$) entre DMO y el contenido en MS (Tabla 2). En general, los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica fueron siempre superiores a los correspondientes valores de DMO.

Cuando se compararon los resultados de los ensilajes de planta entera y de parte verde realizados a partir del mismo cultivo se comprobó que la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica fue significativamente superior para el primer grupo, como consecuencia de la presencia de grano en la planta, así como los valores de MS y EB. Por el contrario, el contenido en componentes de la pared celular (FND, FAD, FB, CEL y LAD) fue superior para los ensilajes de la parte verde, no encontrándose diferencias significativas entre ambos grupos de ensilajes ($p>0,05$) para el contenido en PB y parámetros fermentativos.

Como se expone en la Tabla 2, las correlaciones más elevadas entre los diferentes parámetros químicos y la DMO del ensilaje de planta entera se obtuvieron para los componentes de la pared celular, oscilando el coeficiente de correlación (r) entre $-0,43$ para FAD y LAD y $-0,34$ para FB. Se destaca la baja correlación existente entre DMO y la digestibilidad *in vitro* ($r=0,33$), inferior a cualquiera de las anteriores. Para los ensilajes de parte verde el grado de asociación entre DMO y DIV fue más elevado, igualando en valor absoluto al obtenido para FAD ($r=0,81$ y $-0,81$, respectivamente).

La mayor parte de la información obtenida de la bibliografía acerca de la predicción de digestibilidad *in vivo* de planta entera de maíz por métodos de laboratorio se refiere a plantas que han completado su ciclo normal de cultivo. Andrieu (1976) señala la existencia de correlaciones significativas entre la DMO y fibra únicamente cuando se consideran plantas con más del 28% MS o después de las 7 semanas de la floración femenina. Al dividir la muestra de ensilajes de planta entera estudiada en función del contenido en MS en dos grupos, utilizando el mismo criterio, se confirmó la ausencia de correlaciones significativas entre DMO y los posibles predictores para los ensilajes de menos del 28% MS, mientras que las correlaciones obtenidas para el otro grupo fueron substancialmente más elevadas comparadas con las obtenidas para la totalidad de la muestra (Tabla 2).

Tabla 1.- Digestibilidad *in vivo* y resultados de los análisis de laboratorio de los ensilajes de planta entera de maíz (a) y de los correspondientes a planta entera y parte verde realizados en el mismo cultivo (b)

	(a) Ensilajes planta entera (n=43)		(b) Ensilajes planta entera y parte verde			
	Media	s.d.	Planta entera (n=15)		Parte verde (n=15)	
			Media	s.d.	Media	s.d.
<i>Digestibilidad in vivo (%)</i> , de						
Materia Seca (DMS)	64,97	3,85	67,71	3,76	59,11	6,01
Materia Orgánica (DMO)	67,01	3,58	69,32	3,56	60,54	6,07
Energía bruta (DE)	65,37	3,25	67,31	2,68	58,33	5,47
Fibra Neutro Detergente (DFND)	57,20	5,38	54,84	7,46	56,06	5,91
Fibra Acido Detergente (DFAD)	50,90	6,97	59,06	5,32	54,99	6,11
<i>Digestibilidad in vitro (%)</i>						
Materia Orgánica (DIV)	69,44	5,24	68,42	7,42	63,45	7,59
<i>Análisis químicos</i>						
Energía Bruta (MJ/kg MS)	18,94	0,43	18,73	0,28	18,22	0,40
Materia Seca (%)	26,89	5,55	24,43	6,60	18,92	2,43
Materia Seca corregida ¹ (%)	27,61	5,52	25,20	6,58	19,65	2,37
Cenizas (%MS)	4,22	1,03	4,39	1,28	5,90	0,56
Fibra Neutro Detergente (%MS)	52,04	7,25	54,13	9,30	64,09	5,04
Fibra Acido Detergente (%MS)	29,75	5,44	31,18	7,17	39,57	5,05
Fibra Bruta de Weende (%MS)	25,34	4,69	26,57	5,93	33,10	3,45
Celulosa (%MS)	23,69	4,62	25,10	6,21	31,84	3,81
Lignina (%MS)	5,60	1,23	5,67	1,47	6,97	1,84
Almidón (%MS)	20,60	10,41	15,19	12,22	0,91	0,49
Proteína Bruta	7,63	1,35	8,67	1,47	7,74	1,35
pH	3,82	0,29	3,81	0,20	3,83	0,19
A. Láctico (%MS)	4,61	2,16	4,35	2,28	4,88	2,05
A. Acético (%MS)	1,96	1,27	2,54	1,61	2,99	1,44
A. Butírico (%MS)	0,09	0,20	0,14	0,26	0,10	0,23
A. Propiónico (%MS)	0,10	0,16	0,09	0,15	0,22	0,32
Etanol (%MS)	1,14	1,23	1,24	0,56	1,44	0,67
N Amonicacal (%N total)	4,95	2,16	5,87	2,13	6,19	2,42
N Soluble (N total)	43,49	9,19	43,67	8,06	41,05	3,20

¹ corregida por pérdida de volátiles durante el secado en estufa (según Dulphy y Demarquilly, 1981)

En la Tabla 3 se presentan las mejores ecuaciones encontradas para predicción de digestibilidad *in vivo* de los ensilajes estudiados, mostrando todas ellas un escaso poder predictivo, particularmente en el caso de los de planta entera. Considerando aisladamente las muestras de estos ensilajes cuyo contenido en MS era $\geq 28\%$, el modelo de una sola variable basado en FAD permitió explicar únicamente el 34% de la varianza de la DMO del grupo de validación (medida por el valor del coeficiente de determinación R^2_{cv}), incrementándose un 16% adicional con la inclusión de PB en el modelo. La precisión de dichas estimaciones (valor RSD_{cv}) fue de 2,95 y 2,58 unidades porcentuales, respectivamente. La digestibilidad *in vitro* resultó incluida, mediante el proceso de regresión paso a paso, en los modelos construidos para las muestras de ensilaje de parte verde pero no en los de planta entera, siendo explicada significativamente ($p < 0,05$) para aquellos el 49% de la varianza para el modelo con DIV como única variable y el 78% cuando se incluía también PB.

Tabla 2.- Matriz de correlaciones entre parámetros analíticos de ensilajes de planta entera y de parte verde de maíz y la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica

		MS (%)	CZ (%MS)	FND (%MS)	FAD (%MS)	FB (%MS)	CEL (%MS)	LAD (%MS)	ALM (%MS)	PB (%MS)	DIV (%)
Planta entera (n=43)	r	0,17	-0,20	-0,40	-0,43	-0,34	-0,37	-0,43	0,10	0,27	0,33
	p	0,281	0,187	0,008	0,004	0,028	0,014	0,004	0,513	0,036	0,030
Planta entera MS<28% (n=16)	r	-0,06	-0,15	-0,16	-0,19	-0,19	-0,07	-0,14	-0,17	0,48	0,31
	p	0,804	0,573	0,533	0,458	0,458	0,769	0,596	0,520	0,057	0,239
Planta entera MS≥28% (n=24)	r	0,06	-0,17	-0,60	-0,68	-0,45	-0,59	-0,56	0,12	0,46	0,45
	p	0,756	0,412	0,001	0,0002	0,024	0,002	0,004	0,572	0,022	0,024
Parte verde (n=15)	r	-0,14	0,14	-0,73	-0,81	-0,64	-0,76	-0,42	0,19	0,26	0,81
	p	0,619	0,609	0,002	0,0001	0,010	0,001	0,123	0,757	0,348	0,0001

Tabla 3.- Ecuaciones de predicción para digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de ensilajes de planta entera de maíz y parte verde basadas en análisis de laboratorio

Ecuación de predicción de digestibilidad <i>in vivo</i> (DMO)	p	Media DMO	Calibración		Validación cruzada	
			R ² _c	RSD _c	R ² _{cv}	RSD _{cv}
<i>Ensilajes de planta entera (n=43)</i>						
DMO=74,29 - 1,265 LAD	<0,004	67,00	0,19	3,19	0,10	3,34
DMO=77,19 - 0,341 FAD	<0,004	67,00	0,19	3,19	0,11	3,33
DMO=68,60 - 0,301 FND + 1,879 PB	<0,0001	67,00	0,43	2,71	0,35	2,84
DMO=66,10 - 0,438 FAD + 1,849 PB	<0,0001	67,00	0,46	2,63	0,38	2,77
<i>Ensilajes de planta entera con MS≥28% (n=24)</i>						
DMO=90,91 - 0,481 FND	<0,0017	67,67	0,36	2,95	0,22	3,27
DMO=87,90 - 0,757 FAD	<0,0002	67,67	0,46	2,71	0,34	2,95
DMO=78,27 - 0,518 FND + 1,982 PB	<0,0001	67,67	0,63	2,29	0,46	2,71
DMO=75,53 - 0,721 FAD + 1,568 PB	<0,0001	67,67	0,63	2,29	0,50	2,58
<i>Ensilajes de parte verde (n=15)</i>						
DMO=19,79 - 0,640 DIV	<0,0002	60,54	0,65	3,59	0,49	4,35
DMO=98,07 - 0,951 FAD	<0,0003	60,54	0,64	3,66	0,54	4,04
DMO=72,73 - 0,130 FAD PB + 4,449 PB ²	<0,0001	60,54	0,85	2,48	0,76	2,87
DMO=88,88 + 0,778 DIV - 21,44 PB + 1,494 PB ²	<0,0001	60,54	0,88	2,30	0,78	2,84

La ecuación de Givens *et al.*, (1995), frecuentemente usada para estimación de DMO en laboratorios de análisis gallegos, fue validada en los ensilajes de planta entera. Su capacidad predictiva fue baja, semejante a la mostrada por los modelos de una única variable. El porcentaje de varianza explicado fue del 11.3 y 36.4%, con RSD_v de 3,35 y 2,96 para el total de muestras y el grupo de aquellas con MS≥28%, respectivamente. Se observó un sesgo tendente a sobreestimar ligeramente el valor de DMO respecto de los valores observados (media de 0,64 y 1,47 puntos para ambos grupos de muestras, respectivamente).

CONCLUSIONES

La fiabilidad de la estimación de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de ensilajes de planta entera de maíz a partir de la digestibilidad *in vitro* por el método Tilley-Terry es muy baja, siendo ligeramente mejorada por la utilización de ecuaciones que incluyen parámetros químicos como predictores y cuando se consideran solamente ensilajes con un contenido en MS $\geq 28\%$. La utilización de modelos de dos variables basadas en FAD y PB permite reducir el error de la predicción de DMO respecto de la ecuación usada actualmente en las rutinas de laboratorio, si bien el grado de precisión alcanzado no es satisfactorio. Deben ser reforzados los trabajos encaminados a evaluar métodos de estimación alternativos a los expuestos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIEU, J., 1976. Factors influencing the composition and nutritive value of ensiled whole crop maize. *Animal Feed Science and Technology*, **1**, 381-392.
- ALEXANDER, R.H.; MCGOWAN, M., 1969. The routine determination of *in vitro* digestibility of organic matter in forages. *Journal of the British Grassland Society*, **21**, 140-147.
- DULPHY, J.; DEMARQUILLY, C., 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. En: *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, 81-104. Ed. INRA publications, París (Francia).
- FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; CASTRO, J.; CASTRO, P. y CARDELLE, M., 2002. Variabilidad de las determinaciones analíticas de silos de hierba de explotaciones gallegas muestreados con sonda. *XLII Reunión Científica de la SEEP*. Lleida, (España)
- GIVENS, D. I.; COTTYN, B. G.; DEWEY, P. J. S.; STEG, A., 1995. A comparison of the neutral detergent-cellulase method with other laboratory methods for predicting the digestibility *in vivo* of maize silages from three European countries. *Animal Feed Science and Technology*, **54**, 55-64.
- GOERING, H.; VAN SOEST, P., 1970. *Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and some applications)*. U.S.D.A. Agriculture Handbook n° 379, 20 pp. EEUU
- STERN, M. y ENDRES, M., 1991. *Laboratory Manual. Research Techniques in Ruminant Nutrition*. Department of Animal Science. University of Minnesota. EEUU.

PREDICTION OF THE *IN VIVO* ORGANIC MATTER DIGESTIBILITY OF MAIZE SILAGES FROM CHEMICAL COMPOSITION AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY

SUMMARY

The results of a study into the predictive ability of equations based on chemical parameters and *in vitro* digestibility (rumen fluid method, DIV) for the estimation of *in vivo* organic matter digestibility (DMO) of maize silages from Galicia (NW Spain) are reported. Forty-three whole-plant and fifteen stover maize silages of known *in vivo* digestibility were used in the study. No statistical significance was observed between independent variables and OMD for whole-plant silages below 28% dry matter (MS). Regression equations based on acid detergent fiber (FAD) and FAD and crude protein (PB) accounted for 34 and 50% of the variance, with standard errors of crossvalidation of 2.9 and 2.5 percent DMO units, respectively, showing a limited predictive capacity. Only for the stover silages DIV performed better than FAD as a DMO predictor. It is suggested that alternative methods for estimating DMO must be investigated.

Key words: laboratory methods, energy value, forage maize, equations.

PARÁMETROS GENÉTICOS DEL RENDIMIENTO, DIGESTIBILIDAD Y OTROS CARACTERES DEL MAÍZ (*ZEA MAYS*, L.) FORRAJERO

J. MORENO-GONZALEZ, I. BRICHETTE MIEG, A. LOPEZ, Y R.C. ALONSO

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

RESUMEN

Se han recopilado datos de tres experimentos con los objetivos de: (1) estudiar la variabilidad genética de la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de poblaciones de maíz y su relación con otros caracteres; y (2) determinar el momento idóneo para la recolección del maíz forrajero. Se estudiaron diferentes caracteres agronómicos relacionados con producción y DMO. Las estimas de la heredabilidad en sentido amplio fueron de 0,77 y 0,62 por la DMO y el rendimiento de la mazorca respectivamente. Se encontraron correlaciones significativas favorables entre DMO y rendimiento de la parte verde en poblaciones locales (0,18 y 0,29 para los años 1998 y 1999, respectivamente).

Palabras claves: variabilidad genética, NIRS, digestibilidad materia orgánica (DMO).

INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz forrajero ha crecido espectacularmente en los países fríos del norte de Europa durante las últimas décadas (Moreno-González, 1996). Igualmente en España su cultivo es una alternativa importante para proporcionar abundante forraje de calidad. La intensificación de la producción forrajera exige el diseño de rotaciones en donde el cultivo del maíz debe ser el núcleo central que permita una utilización más flexible de los forrajes. Sin embargo en este cultivo hay aspectos técnicos todavía no resueltos, cuyo estudio permitirá un incremento de la producción y la calidad, así como una mejor utilización en las explotaciones. Entre esos problemas de índole técnica, se pueden citar el desconocimiento de la variabilidad de la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) entre los híbridos comerciales de maíz, la escasa información sobre el momento idóneo de recolección con vistas a optimizar producción y calidad del forraje, así como la indefinición de las condiciones de cultivo para mejorar su potencial productivo. Objetivos de este trabajo son: (1) estudiar la variabilidad genética de la DMO de poblaciones segregantes y variedades locales de maíz y su relación con otros caracteres con el propósito de mejorar la DMO en los cultivares; (2) estudiar las bases que permitan establecer el momento más apropiado para la recolección.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental

Se han utilizado datos de tres experimentos. En el *experimento 1*, se ensayaron ocho poblaciones élites de grano liso y dentado, que fueron cruzadas entre ellas en un diseño dialélico y adicionalmente cada una de ellas se cruzó con dos líneas puras como probadores (*topcross*) y se evaluaron en tres localidades en 1991 (Moreno-González *et al.*, 2000). Se estudiaron los caracteres: contenido de materia seca (CMS) de la parte verde y la planta entera, rendimientos de materia seca (RMS) de la mazorca y la parte verde, y la digestibilidad de materia orgánica (DMO) de la parte verde. En el *experimento 2*, se estudiaron 26 variedades locales y tres híbridos en 1998 y 1999, aparte de

otras 395 variedades cuyos resultados se publicaron en Brichette *et al.* (2001). Se midieron los siguientes caracteres: CMS de la parte verde y mazorca, RMS de la mazorca y la parte verde, unidades térmicas de crecimiento (UTC) (Derieux, 1988) y relación entre los rendimientos de mazorca y parte verde (RRMPV), así como la DMO de la parte verde (Brichette *et al.*, 2001). En el *experimento 3*, se estudiaron nueve híbridos, tres de cada ciclo FAO 200, FAO 300 y FAO 400 que se cosecharon en cinco semanas consecutivas a partir de la sexta después de la floración femenina en Mabegondo, en 2001. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones en parcelas subdivididas, donde la parcela principal fue atribuida a la época de recolección, y la parcela subdividida a los híbridos. Los caracteres medidos fueron: CMS de parte verde, mazorca y espigas, RMS de mazorca y parte verde, y UTC.

Desarrollo de ecuaciones NIRS

En el *experimento 1* se desarrollaron las ecuaciones de espectroscopía reflectante en el infrarrojo cercano (NIRS) para determinar la DMO y la fibra ácida detergente (FAD) de la parte verde y planta entera. Las ecuaciones fueron calibradas con 100 muestras, analizadas por métodos de referencia, análisis "in vitro" de la DMO (Tilley y Terry, 1963) y de la FAD (Goering y Van Soest, 1970), y validadas con 108 muestras independientes. En el *experimento 2* se ampliaron y mejoraron las ecuaciones NIRS para determinar la DMO de la mazorca y la parte verde. Se registraron por NIRS un total de 896 muestras de maíz, procedentes del estudio de Brichette *et al.* (2001), de las cuales 306 se escogieron al azar para ser analizadas en el laboratorio y determinar la DMO "in vitro". Además, otras muestras procedentes de la base de datos del CIAM incluidas en Campo (1999) fueron usadas para ampliar las ecuaciones NIRS. El procedimiento se describe en la tabla 1.

Análisis estadístico

En el *experimento 1* se determinaron los coeficientes de correlación fenotípica entre los distintos caracteres, utilizando el PROC CORR del programa SAS (SAS Institute Inc., 1999), así como una estimación de la heredabilidad a partir del análisis de varianza (ANOVA) basado en las medias ajustadas para los tres ambientes, sobre los caracteres de RMS. En el *experimento 2* se realizó un ANOVA combinado durante los dos años, sobre tres híbridos y 26 variedades locales. A partir del ANOVA combinado, se estimó la varianza genotípica, la varianza genotipo x ambiente, y la heredabilidad en sentido amplio para todos los caracteres. Así mismo se estimaron los coeficientes de correlación genéticos entre caracteres como describe Falconer (1981). Se realizó un análisis de covarianza para calcular la correlación genética entre caracteres, usando la opción "Manova" en el PROC ANOVA del programa SAS (SAS Institute Inc., 1999). Los errores asociados con los coeficientes de correlación se computaron de acuerdo con Reeve (1955) y Robertson (1959). En el *experimento 3* se realizó un ANOVA para los nueve híbridos y las cinco épocas de recolección, y se estimó la correlación fenotípica entre los diferentes caracteres.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El grado de precisión alcanzado por las ecuaciones de predicción NIRS en este estudio, se muestra en la Tabla 1, al comparar la DMO predicha con el NIRS frente a los valores "in vitro". El coeficiente de determinación múltiple de calibración (R^2c) fue superior al encontrado por Lubberstedt *et al.* (1997). Albanell *et al.* (1997) encontraron un R^2c más elevado, pero también un mayor SEC que el mostrado en este estudio.

En el ANOVA combinado del *experimento 2*, donde se incluyeron tres híbridos y 26 variedades locales (Tabla 2), el efecto año fue altamente significativo para todos los caracteres. Parece ser que los caracteres estudiados están particularmente afectados por el año de siembra. Aunque estos resultados habían sido confirmados previamente en numerosas ocasiones para el encamado y RMS de la mazorca, nuestro estudio confirma que la calidad del maíz forrajero está también influenciada por las condiciones ambientales. La interacción genotipo x año fue significativa para todos los caracteres excepto para el CMS de la mazorca y la DMO de la parte verde. Se encontraron diferencias entre los

genotipos para todos los caracteres, excepto para encamado y CMS de la parte verde. Por tanto, las variaciones fenotípicas observadas para encamado, CMS de la parte verde y RMS de la parte verde deben ser atribuidas mayoritariamente a factores ambientales y no genéticos.

Tabla 1. Procedimientos y parámetros de la ecuación NIRS para estimar la DMO en la parte verde de la planta de maíz en 1998-1999

Procedimientos y parámetros de la ecuación	1998	1999
Procedimiento estadístico	MCPM ¹	MCPM ¹
Tratamiento matemático	2ª derivada	2ª derivada
Grupos de Validación cruzada	8	8
Términos de la ecuación	5	5
Muestras en calibración	235	286
Muestras en validación	148	90
R ² c	0,89	0,90
ESC	2,45	1,82
R ² p	0,90	0,87
ESP	2,31	1,88

¹ MCPM se refiere al mínimos cuadrados parcialmente modificados.

Tabla 2. Cuadrados medios (CM), cuadrados medios esperados (CME), y grados de libertad (GL) del análisis de la varianza combinado para 26 variedades locales y tres híbridos durante los años 1998 y 1999.

Fuentes de variación	GL	CM								CME
		Vigor	Encamado	UTC ¹	CMS maz ¹	CMS pve ¹	RMS maz ¹	RMS pve ¹	DMO	
		%	%	°C d	g H ₂ O kg ⁻¹	g H ₂ O kg ⁻¹	t ha ⁻¹	t ha ⁻¹	g kg ⁻¹	
Año	1	54,7**	62684**	210250**	379**	1213**	213,7**	175,0**	32554**	
Rep (año)	2	7,3 **	3	3326*	13	21*	1,1	3,4	890	
Genotipo	28	5,2 *	454	2862**	45*	15	12,9**	7,2	1471**	$\sigma_e^2 + 2\sigma_{ga}^2 + 4\sigma_g^2$
Año*genotipo	28	2,4**	331*	2075**	22	22**	4,9	4,1*	342	$\sigma_e^2 + 2\sigma_{ga}^2$
Error	92	1,1	185	1042	17	7	3,1	2,3	521	σ_e^2

* Nivel de significación de 5% ** Nivel de significación de 1%. ¹ UTC, DMO, CMS, RMS, pve, y maz se refieren a unidades térmicas de crecimiento, digestibilidad de materia orgánica, contenido en materia seca, rendimiento en materia seca, parte verde de la planta y mazorca respectivamente.

En la Tabla 3 se muestran las varianzas genotípicas, la interacción genotipo × ambiente y la heredabilidad en sentido amplio del *experimento 2*. Los caracteres más heredables fueron UTC, DMO y RMS de la mazorca, seguidos por vigor y CMS de la mazorca. Las menores heredabilidades se encontraron en RMS de la parte verde, encamado y CMS de la parte verde. En el ANOVA se muestra cómo estos tres caracteres estaban afectados más por los efectos ambientales que por los genéticos (Tabla 2). A partir del ANOVA realizado agrupando los datos de las 395 variedades locales se estimaron la varianza genotípica ($\sigma_g^2 = 709$) y heredabilidad ($h^2 = 0,58$) de DMO de la parte verde (Bricchette *et al.*, 2001). Estas estimaciones de heredabilidades no resultaron diferentes significativamente de las obtenidas en el ANOVA combinado cuando se calcularon los intervalos de confianza (Knapp, 1985). En el *experimento 1* se estimó también la heredabilidad del RMS y se obtuvo una h^2 de 0,74 para RMS de la mazorca y 0,77 para RMS de la parte verde (Moreno-González *et al.*, 2000).

En la Tabla 6 se muestran los coeficientes de correlación para cada uno de los híbridos, entre el RMS de la planta entera y el resto de los caracteres estudiados en el *experimento 3*. El carácter que mejor predijo el RMS de la planta fue el RMS de la mazorca, donde las correlaciones son altas y se mantienen estables para todos los híbridos, siendo la correlación más baja igual a 0,8, y habiendo resultado significativos siete de los nueve híbridos incluidos en el estudio. Sin embargo, el carácter más manejable para predecir el RMS de la planta es el CMS de la mazorca por ser fácilmente analizable en el curso de maduración del cultivo.

Tabla 3. Estimaciones de la varianza genotípica ($\hat{\sigma}_g^2$), varianza genotípica x ambiente ($\hat{\sigma}_{ga}^2$) y heredabilidad (\hat{h}^2) para diferentes caracteres en 26 variedades locales y tres híbridos en 1998 y 1999.

Parámetro	Vigor	Encamado	UTC ¹	CMS maz ¹	CMS pve ¹	RMS maz ¹	RMS pve ¹	DMO ¹
$\hat{\sigma}_g^2$	0,70	30,75	5197	5,75	0	2,00	0,78	282
$\hat{\sigma}_{ga}^2$	0,65	73,00	516	2,50	7,50	0,90	0,90	0,00
\hat{h}^2	0,54	0,27	0,91	0,51	0	0,62	0,43	0,77

¹ UTC, DMO, CMS, RMS pve, maz y ple se refieren a unidades térmicas de crecimiento, digestibilidad de materia orgánica, contenido en materia seca, rendimiento en materia seca, parte verde de la planta, mazorca y planta entera respectivamente.

En el *experimento 2*, se estimaron los coeficientes de correlación genotípica entre los ocho caracteres estudiados durante los años 1998 y 1999 (Tabla 4). La correlación favorable que existe entre los caracteres agronómicos de resistencia al encamado, precocidad, CMS y RMS y los de calidad forrajera sugiere que sería posible una ganancia genética simultánea si se llevase a cabo un plan de mejora para caracteres múltiples favorables sobre estas variedades. El RMS de la mazorca y de la parte verde estaban positivamente correlacionados con la DMO de la parte verde. Por tanto, una mejora simultánea para la producción y la digestibilidad del forraje no sería difícil de obtener, al menos en estas variedades locales. Sin embargo, estas correlaciones favorables no se encontraron cuando se consideraron las poblaciones mejoradas junto con los cruzamientos dialélicos y los cruces con los probadores del *experimento 1* (Tabla 5). Dhillon *et al.* (1990) también encontraron que el RMS de la parte verde y la DMO de la parte verde no presentaban una correlación significativa en híbridos de maíz tras un cruce dialélico, mientras que los valores de correlación entre el RMS de la mazorca y la DMO de la parte verde eran significativamente negativos. Parece ser que las correlaciones entre la DMO de la parte verde y el RMS de la mazorca y de la parte verde no siguen el mismo patrón cuando se trata de variedades locales no seleccionadas, que cuando se utilizan poblaciones mejoradas e híbridos de maíz. Tal vez la selección continuada e intensa durante muchas generaciones para el rendimiento del grano ha sacrificado otros atributos de calidad.

Tabla 4. Coeficientes de correlación genética entre ocho caracteres agronómicos para 27 variedades locales y tres híbridos, en 1998 (sobre la diagonal) y 1999 (bajo la diagonal).

	UTC ¹	Encamado	CMS maz ¹	CMS pve ¹	RMS maz ¹	RMS pve ¹	DMO pve ¹
UTC ¹		0,13	0,11	-0,04	0,44**	0,79**	-0,18*
Encamado	0,47**		0,30*	0,55**	-0,03	0,07	-0,09
CMS maz ¹	-0,10	0,12		0,54**	0,07	0,03	-0,28*
CMS pve ¹	-0,15*	0,15	0,62**		-0,37**	-0,25**	-0,30**
RMS maz ¹	0,34**	0,13	-0,09	-0,52**		0,78**	0,16
RMS pve ¹	0,58**	0,42**	-0,31**	-0,60**	0,83**		0,18*
DMO pve ¹	-0,30**	-0,42**	-0,45**	-0,64**	0,23**	0,29**	

* Nivel de significación de 5% ** Nivel de significación de 1% . ¹ UTC, DMO, CMS, RMS, pve y maz se refieren a unidades térmicas de crecimiento, digestibilidad de materia orgánica, contenido en materia seca, rendimiento en materia seca, parte verde de la planta y mazorca respectivamente.

En el análisis de varianza del *experimento 3* se muestra en la Tabla 7, donde se puede ver que existen diferencias significativas entre los híbridos para todos los caracteres excepto para CMS de la parte verde y de la planta entera. Así mismo, el efecto época de cosecha resultó significativo para todos los caracteres excepto para el RMS de la parte verde. Con un posterior análisis de la DMO de la parte verde podremos ver si existen también diferencias significativas del momento de corte para este carácter. Este análisis ayudará a determinar el momento idóneo de cosecha para los caracteres productivos y de calidad forrajera.

Tabla 5. Coeficientes de correlación fenotípica entre siete caracteres para ocho poblaciones, sus 28 cruzamientos dialélicos y 16 topcross con los testigos en 1991.

	CMS pve ¹	CMS ple ¹	RMS maz ¹	RMS pve ¹	RMS ple ¹	RRMPV ¹
DMO pve ¹	-0,17	-0,19	-0,14	-0,03	-0,09	-0,10
CMS pve ¹		0,66**	-0,13	0,03	-0,05	-0,19
CMS ple ¹			-0,06	-0,19	-0,14	0,19
RMS maz ¹				0,71**	0,92**	0,02
RMS pve ¹					0,93**	-0,68**
RMS ple ¹						-0,37**

* Nivel de significación ≤ 0.05 ** Nivel de significación ≤ 0.01 ¹ DMO, CMS, RMS, RRMPV pve, maz y ple son la digestibilidad de materia orgánica, contenido en materia seca, rendimiento en materia seca, relación entre rendimiento de mazorca y parte verde, parte verde de la planta, mazorca y planta entera respectivamente.

Tabla 6. Coeficientes de correlación fenotípica entre el rendimiento de materia seca (RMS) de la planta entera y siete caracteres agronómicos para nueve híbridos, según la época de recolección, en 2001.

HÍBRIDO	UTC ¹	CMS esp	CMS maz ¹	CMS pl ¹	CMS pve	RMS n
CLARICA	0,63	0,51	0,61	0,71	0,98**	0,80
XUNCAL	0,78	0,71	0,88*	0,50	0,56	0,96**
MAGELLAN	0,30	0,49	0,59	0,30	0,39	0,82
FURIO	0,80	0,77	0,82	0,92*	0,98**	0,89*
SURTEP	0,82	0,66	0,89*	0,85	-0,02	0,96**
HORREO-368	0,72	0,79	0,81	0,86	0,82	0,88*
MAVERIK	0,87	0,42	0,83	0,65	-0,09	0,98**
DK-485	0,80	0,52	0,85	0,73	0,53	0,96**
HORREO-400	0,70	0,71	0,84	0,78	-0,04	0,92*

* Nivel de significación ≤ 0.05 ** Nivel de significación ≤ 0.01 . ¹ UTC, CMS, RMS, esp, pve, maz y ple se refieren a unidades térmicas de crecimiento, contenido en materia seca, rendimiento en materia seca, las espigas, la parte verde de la planta, mazorca y planta entera respectivamente.

Tabla 7. Cuadrados medios (CM), y grados de libertad (GL) del análisis combinado de varianza para nueve híbridos en 2001

Fuentes de var.	GL	CMS esp ¹	CMS maz ¹	CMS pve ¹	CMS ple ¹	RMS maz ¹	RMS pve ¹	RMS ple ¹
Rep	2	151,58*	7,99*	76,95**	94,54**	15,04***	4,99**	38,16**
Epoca	4	3087,84**	1105,13**	65,69*	243,05**	85,51**	8,29	61,99*
Híbrido	8	314,17**	23,58**	3,83	15,27	5,22**	22,08**	36,98**
Epoc*Rep	8	48,12*	5,30*	9,46**	12,30**	3,31**	2,90**	11,55**
Híbrido*Epoc	32	76,50**	5,34**	8,46**	8,72**	0,95	0,74	1,89
Error	80	20,75	2,49	2,44	2,33	0,79	0,60	1,67

* Nivel de significación ≤ 0.05 ** Nivel de significación ≤ 0.01 . ¹ UTC, CMS, RMS, esp, pve, maz y ple se refieren a unidades térmicas de crecimiento, contenido en materia seca, rendimiento en materia seca, las espigas, la parte verde de la planta, mazorca y planta entera respectivamente

CONCLUSIONES

Las ecuaciones NIRS obtenidas predicen la DMO de la parte verde del maíz forrajero con buena precisión. En las variedades locales existe variabilidad genotípica para todos los caracteres excepto encamado y CMS de la parte verde y RMS de la parte verde. La estimación de la heredabilidad de DMO de la parte verde es moderada y no es diferente de la obtenida en otros experimentos. Existen correlaciones favorables entre DMO de la parte verde y RMS de la mazorca y de la parte verde en las poblaciones locales no seleccionadas, pero estas correlaciones desaparecen en

las poblaciones mejoradas y los híbridos de maíz. El carácter más manejable para predecir el RMS de la planta entera del maíz fue el CMS de la mazorca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBANELL, E.; PLAXATS, J.; HAS, H.T., 1997. A note on prediction of maize stover quality by NIRS technique. *J. Anim. Feed. Sci.*, **6** (4), 559-565.
- BRICHETTE MIEG I.; MORENO-GONZÁLEZ, J.; LÓPEZ, A., 2001. Variability of european maize landraces for forage digestibility using NIRS. *Maydica*, **46**, (en prensa)
- CAMPO RAMIREZ, L., 1999. Efecto de la competencia de plantas en el rendimiento, caracteres agronómicos y estimación de parámetros genéticos en *Zea mays*, L. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago. Lugo (España).
- DERIEUX M., 1988. Breeding maize for earliness. In: Maize breeding and maize production, 35-46. *Euromaize*, '88. Maize Research institute, Zenum Polje, Belgrade, Yugoslavia.
- DHILLON, B.S.; PAUL, CHR.; ZIMMER E.; GURRATH, P.A.; KLEIN, D., 1990. Variation and covariation in stover digestibility traits in diallel crosses of maize. *Crop Sci.*, **30**, 931-936.
- FALCONER D.S., 1981. *Introduction to quantitative genetics*. Longman Group L. England.
- GOERING, H.K.; P.J. VAN SOEST. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents and some applications). *USDA Agric. Handb.* 379. U.S. Gov. Print. Office, Washington, D.C.
- KNAPP, S.J.; STROUP, W.W. AND ROSS, W.M., 1985. Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. *Crop Sci.*, **25**, 192-195.
- LÜBBERSTED, T.; MELCHINGER, A. E.; KLEIN, D.; DEGENHARDT, H.; PAUL. C., 1997. QTL mapping in Testercrosses of European flint lines in maize. *Crop. Sci.* **37**, 1913-1922.
- MORENO-GONZÁLEZ J., 1996. El papel del maíz forrajero en la intensificación de la producción forrajera. Su mejora genética. *III Jornadas pratenses*. 25-38.
- MORENO-GONZÁLEZ, J.; MARTÍNEZ, I.; BRICHETTE MIEG, I.; LÓPEZ. A., 2000. Breeding potential of European flint and earliness-selected U.S. Corn Belt dent maize populations for forage use. *Crop Sci.*, **40**, 1588-1595.
- REEVE, E.C.R., 1955. Variance of the genetic correlation coefficient. *Biometrics*, **11**, 357-374.
- ROBERTSON, A., 1959. Sampling variance of the genetic correlation coefficient. *Biometrics*, **15**, 469-485.
- SAS Institute Inc., 1999. *SAS/Stat User's Guide, Version 8*, Cary INC: SAS Institute Inc.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A., 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crop. *J. Br. Grassl. Soc.*, **18**, 104-111.

GENETIC PARAMETERS OF THE YIELD, DIGESTIBILITY AND OTHER CHARACTERS OF THE FORAGE MAIZE (*Zea mays*, L.)

SUMMARY

Information from three experiments has been compiled with the aims of : (1) study the genetic variability of the digestibility of the organic matter (DOM) of maize populations and its relation with other characters; (2) to establish the better moment for harvesting. Different agronomic characters related to the production, and DOM were studied. The equations NIRS reached a good precision determining DOM of green part of maize. Estimates of broad-sense heritability were 0.77 and 0.62 for DOM and ear yield, respectively. Significant favorable correlations between DOM and yield of the green part were found in local populations (0.18 and 0.29 for years 1998 and 1999, respectively).

Key words: genetic variability, NIRS, digestibility organic matter (DOM).

VALOR NUTRITIVO Y DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LOS COMPONENTES MORFOLÓGICOS DEL MAÍZ FORRAJERO EN DOS ESTADOS DE MADUREZ

G. SALCEDO DIAZ¹; M. SARMIENTO FERNANDEZ²

¹Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja", 39792 Heras, (Cantabria). ²Laboratorio Agroalimentario. 39071 Santander (Cantabria)

RESUMEN

Durante los años 1995 y 1996 se determinó el valor nutritivo y degradabilidad ruminal de los componentes morfológicos (espatas (E), hojas (H), mazorca (M) y tallos (T) y de la planta entera del maíz en dos estados vegetativos (pastoso y vítreo). La degradabilidad *in situ* fue realizada con dos vacas fistuladas en rumen, para un ritmo de paso $K = 0,06 \text{ h}^{-1}$. De los resultados obtenidos se desprende un bajo contenido en proteína (9,3 y 8,9% sobre materia seca en la fase de grano pastoso y vítreo respectivamente) estando el mayor porcentaje (17,2%) localizado en las hojas de la fase pastosa. La degradabilidad efectiva de la materia seca para la planta entera no difirió entre estados de madurez (promedio general del 56,7%), pero para la degradabilidad efectiva de la proteína bruta (73,8% en estado pastoso y 77,3 en vítreo; $P < 0,05$). La mazorca es el componente morfológico de mayor degradabilidad a nivel de materia seca y proteína ($P < 0,001$) y, el tallo el menor ($P < 0,001$). Los contenidos de fibra ácido y neutro detergente son las variables que más explican la variación de la degradabilidad.

Palabras clave: *Zea mays*, maduración, partes vegetativas, degradabilidad "in sacco".

INTRODUCCIÓN

El maíz es un forraje muy utilizado en la Cornisa Cantábrica, sobre todo en sistemas intensivos, debido a sus elevados rendimientos, pero deficitario en proteína. La degradabilidad de la misma en los forrajes depende de las formas proteínicas de reserva (Wallace *et al.*, 1987); de su localización en el interior de las paredes celulares (Tamminga, 1983); de las características físicas y químicas del propio forraje (Ellis *et al.* 1988; Aufrère y Cartailier, 1988) y del grado de lignificación (Deinum, 1984).

Entre las diferentes técnicas utilizadas para determinar la degradabilidad, la más frecuente es la de las bolsas de nylon o "in situ" (Ørskov y McDonald, 1979), aunque es laboriosa, puesto que requiere animales preparados quirúrgicamente. Existen métodos alternativos de laboratorio como el uso de buffers, enzimas o fluidos ruminales, que son menos costosos y de alta fiabilidad (Krishnamoorthy *et al.*, 1983; Aufrère y Cartailier, 1988; Susmel *et al.*, 1993). En condiciones "in situ", la determinación de la degradabilidad con material fresco es problemático, debido a las dificultades de manipulación y la posible pérdida de componentes celulares solubles, por lo que suele recurrirse al secado en estufa o la liofilización (Flores *et al.*, 1999).

El empleo de alimentos de baja degradabilidad proteica en raciones de vacas lecheras, puede originar en ocasiones deficiencias de N soluble en rumen que impida el máximo crecimiento

microbiano, por lo que el ARC (1980) recomienda una relación nitrógeno degradable en rumen por MJ de energía metabolizable de 1,25 g para optimizar la síntesis de proteína microbiana y, de este modo, minimizar las pérdidas de N en heces y orina.

El objetivo del presente trabajo se centra en determinar la composición química y degradabilidad ruminal mediante la técnica "in situ" de la composición morfológica del maíz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Forrajes

El maíz forrajero cv "A 33" fue sembrado los días cinco y ocho de mayo en 1995 y 1996, empleando una dosis de semilla de 33 kg/ha⁻¹. Como abono de fondo se utilizaron 40-120-80 kg de N-P₂O₅-K₂O y en posterior cobertera 70 kg de nitrato amónico cálcico del 26%. Las fechas de muestreo fueron el 30 de agosto y 15 de setiembre en 1995 y tres y diecinueve de setiembre en 1996, para los estados pastoso y vítreo respectivamente.

Diseño experimental

Para la siembra del maíz se realizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y un tamaño de parcela de 20 m², asignando la mitad a cada momento de aprovechamiento. La siega y la separación de la composición morfológica en espigas (E); hojas (H); planta entera (P); mazorca (T) y tallos (T) se realizó manualmente. Las diferentes partes fueron homogeneizadas con picadora de forraje. La determinación de la degradabilidad ruminal se realizó según un diseño en cuadrado latino 2 x 2 (dos vacas por dos períodos de 15 días) aplicando la técnica *in situ* antes mencionada (Ørskov y McDonald, 1979). Las muestras del año 1995 se almacenaron en contenedores herméticos hasta el siguiente año que fueron mezcladas con las de 1996.

Análisis químico

Las muestras se secaron en estufa durante 48 h a 60 °C y se molieron a 2 mm. Se determinaron cenizas a 550 °C; proteína bruta (PB) como N Kjeldhal x 6,25; fibra ácido detergente (FAD) según Goering y Van Soest (1970); fibra neutro detergente (FND) según Van Soest *et al.*, (1991); digestibilidad enzimática de la materia orgánica por el método FND-celulasa (Riveros y Argamentaría, 1987).

Mediciones "in situ"

Para esta fase fueron utilizadas dos vacas en lactación provistas de cánulas ruminales de 10 cm de diámetro efectivo, en pastoreo y suplementadas con 3,5 kg de concentrado repartidos en dos tomas iguales.

Para las medidas de degradación ruminal "in situ" se emplearon bolsas de nylon de 13x7,7 cm y poros de 45 µm, conteniendo cada una tres g de muestra. Todas las bolsas fueron introducidas al mismo tiempo en el rumen de las vacas, a las ocho de la mañana, retirándose después de 2, 4, 8, 16 24, 48 y 72 horas. A continuación fueron lavadas con agua fría en lavadora durante tres períodos de 10 minutos, con cambio de agua, y secadas a 60 °C en estufa durante 48 horas. El número de repeticiones fue de seis por muestra, vaca y tiempo de incubación.

Cálculos

La materia seca (MS) y el N desaparecido se ajustaron según el modelo exponencial descrito por Ørskov y McDonald (1979): $y = a + b [1 - e^{-(c \cdot t)}]$. Los parámetros *a*, *b* y *c* de este modelo se obtuvieron por regresión no lineal usando el PROC (NLIN) de SAS (1985). La degradabilidad efectiva (DE) de la PB y MS se calculó para una velocidad de vaciado ruminal $K = 6\%/h$, utilizando la fórmula propuesta por los autores antes citados: $DE = a + b \cdot c / (c + k)$.

Análisis estadístico

Se utilizó el procedimiento PRC GLM de SAS (1985). Para la composición química, según el modelo: $Y = \mu + E_i + CM_j + A_k + (E \times CM)_{ij} + (E \times A)_{ik} + (CM \times A)_{jk} + \epsilon_{ijk}$, donde: Y = observación, μ = media de la población, E_i = Estado de madurez, =1,2, CM_j = Composición morfológica, =1,2,3,4,5; A_k = año 1995, 1996; ϵ_{ijk} = error residual. Para la cinética de degradación ruminal $Y = \mu + E_i + CM_j + (E \times CM)_{ij} + V_k + \epsilon_{ijk}$, con el mismo significado anterior y añadiendo V_k = vaca, $k = 1,2$. Las medias fueron comparadas mediante el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

La tabla 1 recoge la producción de nutrientes por hectárea de los diferentes componentes vegetativos y su composición química en los dos estados vegetativos evaluados. La distribución de la producción de materia seca se reparte en 13,8%-8,25%; 13,5%-15,04%; 40,9%-50,0% y 30,7%-25,1% según estado lechoso y vítreo, por espatas, hojas, mazorca y tallos, respectivamente. Según estados de madurez, la producción de materia seca por hectárea fue mayor en estado vítreo ($P < 0,05$), imputable al aumento del grano ($P < 0,05$).

El porcentaje de materia seca según estados de madurez fue mayor en la fase vítrea ($P < 0,001$) y, según las fracciones morfológicas, superior en la mazorca ($P < 0,05$), sin diferencias significativas entre años. El mayor porcentaje de proteína se localiza en las hojas del estado pastoso ($P < 0,05$) y, los mínimos en el tallo y espatas ($P < 0,05$). Los tallos, en ambos estados de madurez, son la fracción de mayor contenido en FAD y FND ($P < 0,05$). La materia orgánica digestible (MOD) de las diferentes partes vegetativas disminuye con la edad ($P < 0,001$), excepto la mazorca ($P < 0,05$), imputable al mayor contenido de almidón.

Tabla 1. Datos de composición química (%) y producción (kg ha^{-1}) de los diferentes componentes vegetativos en los estados de madurez considerados

Madurez		MS	MO	PB	FAD	FND	MOD	MS ha^{-1}	PB ha^{-1}	MOD ha^{-1}
Pastoso	Espatas	26,1e	97,1ab	5,7d	28,1b	55,8d	68,8c	1537h	88f	1058gh
	Planta	21,7g	93,2cd	9,3c	28,6b	54,5de	70,7bc	11124b	1063b	7871b
	Hojas	31,6d	88,9e	17,2a	25,4d	52,9e	73,8b	1502h	259e	1110gh
	Mazorca	39,8b	97,7ab	9,7c	19,8e	55,3d	73,5b	4552d	442d	3350d
	Tallos	12,7g	92,4d	4,8de	30,4b	64,9b	58,3e	3418f	166ef	1996e
Vítreo	Espatas	32,9d	97,9ab	5,0d	31,4b	65,4b	53,7f	1209i	60f	650h
	Planta	27,1e	94,3c	8,9c	26,9c	49,6f	69,3d	14645a	1366a	10164a
	Hojas	36,9c	89,5e	11,5b	30,9b	59,4c	64,2d	2203g	255e	1415fg
	Mazorca	56,1a	98,5a	10,2c	16,2f	48,0g	77,7a	7329c	752c	5700c
	Tallos	12,9g	96,1b	4,6e	35,3a	70,2a	51,3f	3685e	173ef	1892ef
Std		12	3,31	3,63	5,41	6,92	8,6	4744	476	3426
Año		NS	NS	***	***	***	***	***	NS	NS
Madurez		***	***	***	***	***	***	***	***	***
Comp. Morf.		***	***	***	***	***	***	***	***	***
Madu.*Com.Mf		***	***	***	***	***	***	***	***	***
Año*Madurez		NS	**	***	NS	NS	NS	***	*	***
Año*Comp.Morf		**	NS	***	**	***	*	***	*	***

a,b,c,d,e,f,g: Valores acompañados de distinta letra dentro de cada columna difiere $P < 0,05$; *** ($P < 0,001$); ** ($P < 0,01$); * ($P < 0,05$); NS: no significativo

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FAD: fibra ácido detergente; FND: fibra neutro detergente; MOD: materia orgánica digestible por celulasa.

Degradabilidad ruminal

Los resultados de la cinética de degradación ruminal figuran en la tabla 2, apreciándose diferencias significativas entre estados vegetativos y composición morfológica ($P < 0,001$). En la tabla 3 se resumen las ecuaciones de predicción de la degradabilidad efectiva a partir de su composición química de las diferentes fracciones vegetativas del maíz.

La fracción soluble de la materia seca (a MS) disminuye con la edad en todas las partes vegetativas ($P < 0,05$), posiblemente por incrementar la proporción de carbohidratos estructurales frente a los solubles ($r^2 = 0,54$), excepto en la mazorca, que incrementa en 11% ($P < 0,05$), atribuible al mayor contenido de grano. De igual manera, la degradabilidad efectiva (DE MS) en las espaldas, tallo y hoja se reduce a mayor estado de madurez. Por el contrario, para la planta entera no se apreciaron diferencias significativas entre el estado de grano pastoso y vítreo. Posiblemente, la causa sea atribuible a un efecto compensador del grano. Por su parte, Van Soest (1982), señala que la lignificación es el primer factor limitante de la digestibilidad de la pared celular en los forrajes para los microorganismos ruminales.

Tabla 2. Parámetros de degradación ruminal (a,b,c), degradabilidad efectiva (DE) y potencial (DP) de los componentes vegetativos en los estados de madurez considerados

Madurez		a	b	c	DE	DP	a	b	c	DE	DP
		MS	MS	MS	MS	MS	PB	PB	PB	PB	PB
Pastoso	Espaldas	34,8b	37,9d	0,095c	58,1c	72,8c	41,7a	35,1d	0,147 ^a	66,7b	76,8cd
	Planta	31,3de	42,4c	0,093c	56,9c	73,8c	39,2b	45b	0,12bc	69,2 ^a	84,7 ^a
	Hojas	31,9d	38,5d	0,11b	56,8c	70,4d	39,8b	35,3d	0,13abc	63,9cd	75,2d
	Mazorca	33,8c	49,1c	0,131a	63,1b	76,9b	32,7d	48,2a	0,13abc	66bc	80,9b
	Tallos	20,9g	45,7b	0,076ef	45,8e	66,1f	31,6e	31,6e	0,053e	46,1f	56,5e
Vítreo	Espaldas	30,6e	37,7d	0,07f	51,1d	68,6e	36,8c	37,7c	0,115c	61,7de	78c
	Planta	29,2f	48,1a	0,077e	56,4c	77,2b	38,8b	44,1b	0,06de	60,7e	83,1 ^a
	Hojas	30,7e	38,3d	0,087d	50,7d	69,3ed	42a	35,1d	0,08d	60,4e	76,7cd
	Mazorca	38a	42,1c	0,132a	66,9a	80,1a	38b	44,3b	0,14ab	70a	83,3a
	Tallos	19h	42,3c	0,063g	40,5f	59,4g	31,6e	35,4f	0,055e	43g	56,9e
Std		5,41	3,6	0,02	7,3	5,8	3,7	6,7	0,003	8,7	9,7

a,b,c,d,e,f,g,h: Valores acompañados de distinta letra dentro de cada columna difiere $P < 0,05$; Std: error estándar de la media

La fracción soluble de la proteína bruta (a PB) de la planta no fue modificada por el estado de madurez; por el contrario, en las hojas y mazorca incrementa significativamente en estado de grano vítreo ($P < 0,05$), sin diferencias en los tallos. El ritmo de degradación horaria de la proteína (c PB) descendió en todos los casos ($P < 0,05$), a excepción de la mazorca, imputable a la diferente naturaleza de sus componentes proteicos. Para la planta entera, el descenso fue del 53,2%, o bien $0,00386 \text{ h}^{-1}$ por día del estado pastoso al vítreo. La variable más íntimamente relacionada con el ritmo de degradación horaria de la proteína bruta fue la FND ($r = 0,82$, $P < 0,001$).

La degradabilidad efectiva de la proteína bruta (DE PB) descendió con la madurez ($P < 0,001$), excepto en la mazorca, donde incrementó de 66% a 70% al pasar del estado pastoso al vítreo. Para la planta entera, la pérdida de degradabilidad efectiva de la proteína fue de 0,47 unidades porcentuales por día entre ambas fases, lo que podría suponer un incremento de la proteína indegradable e indigestible, si bien no puede confundirse en el presente trabajo, ya que no se efectuó ninguna determinación de laboratorio que permita estimar la digestibilidad intestinal de la fracción no degradada en el rumen.

Las ecuaciones de predicción de DE MS y DE PB figuran en la tabla 3. En ella puede apreciarse que para cada una de las partes vegetativas de la planta del maíz, al igual que para como la planta entera, los contenidos en FAD y FND son los parámetros analíticos más íntimamente relacionados con la degradabilidad efectiva de la materia seca y proteína bruta.

Tabla 3. Predicción de la degradabilidad efectiva de la materia seca y proteína bruta (Y, en %) en las diferentes fracciones vegetativas del maíz considerados a partir de la FAD (x₁), FND (x₂) MOD (x₃)

Composición morfológica	Y = a + bx	R ²	n
<i>Materia Seca</i>			
Espatas	Y = 115,7 - 2,05 x ₁	0,98	16
Planta	Y = 36,29 + 0,21 x ₃	0,86	16
Hojas	Y = 83,01 - 1,03 x ₁	0,76	16
Mazorca	Y = 82,57 - 0,96 x ₁	0,89	16
Tallos	Y = 79,27 - 1,09 x ₁	0,97	16
<i>Proteína Bruta</i>			
Espatas	Y = 96,18 - 0,52 x ₂	0,87	16
Planta	Y = -8,93 + 1,41 x ₂	0,66	16
Hojas	Y = 80,78 - 0,65 x ₁	0,95	16
Mazorca	Y = 93,89 - 5 x ₂	0,68	16
Tallos	Y = 65,97 - 0,65 x ₁	0,70	16

CONCLUSIONES

El ensilar en grano vítreo frente a pastoso conlleva producción y contenido en materia seca, sobre todo en la mazorca. Las partes menos digestibles en ambos estados son los tallos y las espatas. El tallo contribuye en un 30,7% y 25,1% de la producción final en estado pastoso y vítreo respectivamente.

La cinética de la degradabilidad ruminal disminuye de un estado de madurez a otro, atribuible al mayor contenido de fibra ácido y neutro detergente. La mayor degradabilidad de la proteína se alcanza en el estado de grano pastoso.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Javier Cruchaga, Julián Marrupe de la Unidad de Producción de leche del I.E.S. "La Granja" por la ayuda prestada en los diferentes trabajos durante el desarrollo de la experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARC, 1980. *The nutrient requirements of ruminant livestock*, Commonw. Agric. Bur., Farnham Royal, U.K.
- AUFRERE, J.; CARTAILLER, D., 1988. Mise au point d'une méthode de laboratoire de prévision de la dégradabilité des protéines alimentaires des aliments concentrés dans le rumen. *Ann. Zootech.*, **37(4)**, 255-270.
- DEINUM, B., 1984. Chemical composition and nutritive value of herbage in relation to climate. En: *Proceedings of the tenth general meeting of the European Grassland Federation*, 338-350. As Norway (Riley H, Skjelvag AO, eds). The Norwegian State Agricultural Research Stations, Moervegen.
- ELLIS, W. C.; WYLIE, M. J.; MATIS, J. H., 1988. Dietary-digestive interactions determining the feeding value of forages and roughages. En: *Feed Science*. 177-225. Edi. Elsevier. Orskov. Elsevier, Amsterdam (París).
- FLORES, G.; CASTRO, J.; BREA, T.; AMIL, G.; GONZALEZ-ARRAEZ, A.; CARDELLE, M.; GONZALEZ-WARLETA, M., 1999. Efecto del uso de aditivo y del método de secado de la muestra sobre la degradabilidad ruminal en ensilado de hierba de pradera de alta humedad. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.* 401-406. Almería.

- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J., 1970. *Forage fiber analysis*. Agric. Handoobk N° 379. ARS, USDA Washington.
- KRISHANMOORTHY, U.; SNIFFEN, C. J.; STER, M. D.; VAN SOEST, P. J., 1983. Evaluation of a mathematical model of rumen digestion and an in vitro simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen undergraded nitrogen content of feedstuffs. *Br. J. Nutr.*, **50**, 555-568.
- MEHREZ, A. A.; ORSKOV, E. R., 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agri. Sci. Cambridge*, **88**, 645-650.
- ORSKOV, E. R.; McDONALD, Y., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agri. Sci. Cambridge*, **92**, 499-503.
- RIVEROS, E.; ARGAMENTERIA, A., 1987. Métodos enzimáticos de predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. 1. Forrajes verdes. 2. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, **12**, 49-75.
- SAS/STAT, 1985. User's Guide Release 6.04 SAS-Institute INC. Cary NC USA.
- SUSMEL, P.; MILLS, C. R.; COLITTI, M.; STEFANON, B., 1993. In vitro solubility and degradability of nitrogen in concentrate ruminal feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **42**, 1-13.
- TAMMINGA, S., 1983. Recent advances in our knowledge on protein digestion and absorption in ruminants. En: *14th Int. Symp. Protein metabolism and nutrition*, Clermont-Ferrand (France). 5-9 septembre., 263-287. Ed. INRA Publ., Vol 1 (Les Colloques de l'INRA, n° 16).
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**, 3583-3597.
- VAN SOEST, P. J., 1982. *Nutritional ecology of ruminant*. Corvallis. O & B. Books.
- WALLACE, R. J.; BRODERICK, G. A.; BRAMMAL, M. L., 1987. Protein degradation by ruminal microorganisms from sheep fed dietary supplements of urea, casein, or albumin. *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**, 751-753.

NUTRITIVE VALUE AND RUMINAL DEGRADABILITY OF THE MORPHOLOGICAL COMPONENTS OF FODDER CORN IN TWO MATURITY STATES

SUMMARY

During the years 1995 and 1996 it was determined the nutritive value and the ruminal degradability of the morphological components (leaves, cob and stem and of the whole corn plant in two different vegetative states (thick and vitreous). The technique *in sacco* was tested on two cows in fistular rumen, for a rate of $k = 0,06 \text{ h}^{-1}$. The results showed a low protein content 9,3 and 8,9% on dry matter in the thick and vitreous grain phase respectively whereas the highest percentage (17,2%) was found in the leaves in the thick vegetative state. The dry matter effective degradability for a whole plant was not different between maturity states, 56,9% in the thick phase and 56,4% in the vitreous phase. However, the effective degradability of the crude protein was different states ($P < 0,05$). The cob was the morphological component which had, the highest degradability respect to the dry matter and protein ($P < 0,001$) and stem had the lowest ($P < 0,001$).

The two variables that better explain the degradability changes occur in the morphological components were acid and neutral detergent fiber (ADF, MDF).

Key words: *Zea mays*, maturity, vegetative part, degradability *in sacco*.

PÉRDIDAS MECÁNICAS DE VALOR NUTRITIVO Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* EN EL HENIFICADO DE ALFALFA

V. GONZÁLEZ, R. GARCÍA, A. MORO Y A. CALLEJA.

Dpto. de Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León.

RESUMEN

En un cultivo monofito de alfalfa de regadío situado en la provincia de León, a 796 m de altitud, se estudiaron las pérdidas en el henificado de un primer corte bajo condiciones climatológicas adversas.

En la mitad de la parcela se realizó el empacado del heno a los 10 días de la siega y tras recibir una lluvia de 20 mm y en la otra mitad de la parcela se empacó a los 15 días, tras recibir 25 mm. Las pérdidas en materia seca (MS) fueron mayores al retrasarse el periodo de henificado y oscilaron entre 16,9% y 28,7%; los henos obtenidos presentaron incrementos en los componentes de las paredes celulares: fibra neutro detergente (33,3% y 40,0%), fibra ácido detergente (32,0% y 38,4%) y lignina (65,2% y 74,1%) y descensos de proteína bruta (2,9% y 13,1%), cenizas (3,2% y 13,7%) y digestibilidad de la materia seca (1,5% y 2%).

Palabras clave: secado, lluvia, composición química.

INTRODUCCIÓN

En zonas bajas de la provincia de León, incluidos los nuevos regadíos de los ríos Porma y Esla, se cultiva alfalfa como forraje de calidad para autoconsumo en las explotaciones de vacuno lechero. Los excedentes, cuando los hay, normalmente se venden a otras explotaciones cercanas.

El henificado es el sistema de conservación que se utiliza en todos los cortes, el ensilado no está implantado y a las dificultades propias de conservación de este cultivo se unen, además, otras adicionales, tanto de carácter técnico como de organización de las explotaciones (maquinaria, silos, personal, etc.).

La calidad que buscan los ganaderos en el forraje va a depender fundamentalmente del estado de madurez del cultivo en el momento del corte y de las condiciones climáticas que modifican el proceso de secado (Cabon, 1982; Dulphy, 1987). Las pérdidas de materia seca y de valor nutritivo durante el henificado son inevitables, fluctúan enormemente (Andrieu y Demarquilly, 1987) y, generalmente, se asocian a manejos inadecuados (Mauriès y Paillat, 1997; Van Bockstaele *et al.*, 1981).

Durante el primer corte de alfalfa en esta zona (mes de mayo) llueve con una cierta frecuencia, que provoca un alargamiento en el tiempo de secado y se hacen necesarias labores suplementarias para facilitar el henificado; por lo que se incrementan las pérdidas de hojas y varía la composición química del heno (Wilman y Mzaman, 1986; Demarquilly, 1987). Sin embargo, no es motivo suficiente para que los agricultores cambien de sistema de conservación; en general consideran que las pérdidas por lluvia, salvo casos extraordinarios, se exageran y que es posible minimizarlas con un manejo más lógico y cuidadoso.

En este trabajo se aportan datos de pérdidas mecánicas y de calidad en el henificado de alfalfa en un primer corte, en condiciones climáticas que incluyen la presencia de la lluvia.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se ha realizado en la localidad de Mansilla Mayor de la provincia de León, a una altitud de 796 m en una parcela de regadío de cuatro hectáreas de superficie. La alfalfa cultivada es de la variedad Aragón, en su segundo año de aprovechamiento, segada en el primer corte y con el 10-15% de flores.

El material vegetal utilizado en este trabajo procede de tres momentos distintos:

a) Forraje. Obtenido tras la siega con sistema de barra de corte acoplada al tractor, con una anchura de 190 cm y con una altura de corte de siete centímetros. Los datos de producción se obtuvieron midiendo y pesando cuatro parcelas de 19 m² (1,9 m x 10 m) distantes entre sí 20 m. En cada parcela se tomaron muestras por duplicado para la determinación de la materia seca, producción, análisis químicos y para la separación botánica.

b) Heno1. En la mitad de la parcela el proceso de henificado tuvo una duración de 15 días, con dos periodos de lluvia (5 mm en los días segundo y quinto y 20 mm entre los días séptimo y undécimo después de la siega), que representó un aporte total de 25 mm.

c) Heno2. La otra mitad de la parcela se henificó en 10 días, tras recibir 20 mm, repartidos entre los días segundo y sexto después de la siega.

La toma de muestras del heno siguió el siguiente esquema:

Siega	Lluvia	Siega	Lluvia	Empacado
X	5 mm	----	20 mm	Heno1
		X	20 mm	Heno2

En ambos casos, solamente se realizó un hilerado (con rastrillo hilerador clásico) y el heno se recogió mediante empacadora, de pacas prismáticas, a baja presión (16 ± 0,75 kg). Todos los trabajos se realizaron por la mañana (sin sobrepasar las 11 horas).

Para llevar a cabo el análisis químico y la separación botánica, se tomaron muestras por duplicado de 16 pacas, ocho por cada zona elegidas al azar. Para cuantificar las pérdidas se utilizaron otras 16 muestras; en cada zona se recogió el material seco de ocho rectángulos de 2 m x 0,2 m; los rectángulos se colocaban perpendicularmente entre dos hileras e incluían una zona completa de una de ellas; el material vegetal más grueso se recogió manualmente y para el más fino se utilizó un aspirador portátil.

De las muestras de forraje y heno se realizó la separación botánica en las fracciones de "hojas" y "tallos" de alfalfa, así como "otras" plantas. Todas las muestras se secaron a 60°C hasta peso constante y se molieron, utilizando malla de un mm.

Los análisis realizados fueron: cenizas por incineración de la muestra en un horno de mufla a 550°C durante 12 horas; el contenido en proteína bruta (PB) se obtuvo multiplicando el N Kjeldahl por el factor 6,25; los componentes de la pared celular: fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina, fueron analizados según la técnica secuencial propuesta por Goering y Van Soest (1970) y por Robertson y Van Soest (1981) y adaptada por Ankom (1998).

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las muestras (DMS) se determinó de acuerdo con la técnica propuesta por Goering y Van Soest (1970), con las modificaciones introducidas en el procedimiento Ankom (Ankom, 1998; Bochi *et al.*, 1997), con incubación en bolsas de material sintético poroso.

Para el estudio estadístico se ha utilizado el paquete SAS (SAS, 1989) del que se utilizó el procedimiento GLM y el test de Duncan como contraste de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La alfalfa recién segada tenía el 27,9 % de MS, una relación hojas/tallos de 1,07, una proporción de hojas del 45,4% y con una producción, en éste primer aprovechamiento, de 5218 kg ha⁻¹ de MS (Tabla 1). El grupo de "otras plantas" superó la décima parte de la materia seca, con predominio de plantas anuales, entre las que se encontraron: *Capsella bursa-pastoris*, *Cerastium glomeratum*, *Brassica nigra*, *Hordeum vulgare*, *Lolium sp.*, *Poa annua*, *Rumex acetosa*, *Rumex crispus*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*, *Picris echioides*, *Veronica hederifolia*.

Tabla 1. Composición botánica y pérdidas de producción del forraje recién segado y de los henos de alfalfa resultantes.

	% Hojas	% Tallos	% Otras	Pérdidas kg MS ha ⁻¹	Pérdidas % MS
Forraje	45,4 ± 1,1	42,2 ± 0,4	12,4 ± 1,5	---	---
Heno1 10 días de secado	40,0 ± 0,9	46,5 ± 1,8	13,5 ± 1,9	883 ± 124	16,9
Heno2 15 días de secado	35,6 ± 1,8	48,7 ± 3,5	15,7 ± 2,9	1496 ± 182	28,7

Las pérdidas mecánicas en el henificado de la alfalfa son considerables; sus hojas se secan rápidamente y se separan con facilidad de los tallos, sobre todo cuando el forraje está parcialmente seco y cuando se utilizan máquinas agresivas que incrementan los fragmentos rotos no recuperables (Cabon, 1982). Las labores suplementarias que puede ocasionar la lluvia son muy perjudiciales e incrementan las pérdidas de material seco (Van Bockstaele *et al.*, 1981).

Las pérdidas de MS descritas en la bibliografía son muy variadas y en general están ligadas a las condiciones de secado y a las labores que se precisan para ello; varían desde cantidades de 6,3% (Rankin y Undersander, 2000), hasta 15-30% que Dulphy (1987) considera normales y alcanzan 30-55% en henificados con lluvia y largos periodos de secado o incluso con pérdida total de la cosecha (Klinner, 1975). Para la mayoría de los autores las pérdidas mecánicas están en función de las manipulaciones mecánicas del hilerado-volteado, y del porcentaje de humedad del forraje (Jones y Harris, 1980; Van Bockstaele *et al.*, 1981).

En este trabajo (Tabla 1) el proceso de henificado tras una lluvia de 20 mm y 10 días de permanencia del forraje en el campo, redujo la relación hojas/tallos hasta valores de 0,86, con descenso de 5,4 unidades porcentuales de hojas de alfalfa. Con 25 mm de lluvia y más días de retraso al realizar el empacado, la relación hojas/tallos descende hasta 0,73 y el porcentaje de hojas baja 9,8 puntos. Con todo ello, las pérdidas oscilaron entre 16,9% y 28,7% de la materia seca potencialmente utilizable. Los henos recogidos presentaron un 85,4 % de MS.

Referente a las modificaciones de la composición química ocasionadas por la lluvia se han estudiado menos y son peor conocidas que las pérdidas mecánicas; es difícil diferenciar las que resultan de la lixiviación y del incremento de la respiración o las que se deben a las pérdidas de hojas.

Cuando la desecación es lenta, hay una degradación de proteínas insolubles a nitrógeno soluble, pero el porcentaje de nitrógeno total apenas varía. Para Demarquilly (1987) la modificación de las materias nitrogenadas durante el henificado, cuando son muy importantes, se deben más a pérdidas mecánicas de hojas que a procesos de proteólisis. Wilman y Mzamane (1986) citan pérdidas de 0,4% de PB con poca lluvia y 1,25% con cantidades medias de 63 mm; Andrieu *et al.* (1981) de 6,25% de PB con secado de menos de 10 días y de 9,4% con más de 10 días y Andrieu y Demarquilly (1987) describen pérdidas de 16,8% PB con abundante lluvia.

Nuestros datos (Tabla 2) muestran descensos moderados y comparables a los últimos autores citados, cifrándose entre 2,9% y 13,2% de PB, siendo únicamente significativos para el periodo de secado de 15 días.

Tabla 2. Composición química y digestibilidad *in vitro* (DMS) del forraje recién segado y de los heno de alfalfa obtenidos tras los periodos de secado (% de MS).

	Forraje	Heno1 10 días de secado	Heno2 15 días de secado	E.e.d.
PB	20,09 a	19,51 a	17,45 b	0,44
Cenizas	9,58 a	9,27 a	8,27 b	0,27
FND	30,32 a	40,41 b	42,44 c	0,88
FAD	19,24 a	25,40 b	26,83 c	0,59
Lignina	3,05 a	5,04 b	5,31 b	0,23
DMS	64,63 a	63,67 b	63,37 b	0,39

E.e.d. Error estándar de la diferencia.

Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

El proceso respiratorio es tanto más importante cuanto mayor es el contenido en agua del forraje. Las pérdidas que ocasiona están generalmente relacionadas con la duración del proceso de secado (presencia de lluvia); cuando éste es lento autores como Dulphy (1987) las cifran entre 8-10%. Paralelamente, según Demarquilly (1987), la disminución de glúcidos solubles entraña un aumento pasivo de otros constituyentes de la planta, cenizas, fibras, etc. Wood y Parquer (1971) consideran que la temperatura, cuando el proceso de secado es lento, es especialmente importante. En nuestro caso ésta fue baja (temperatura media de 8,7°C y media de las máximas de 15°C) por lo que las pérdidas en este apartado fueron moderadas.

Los constituyentes de la pared celular: FND, FAD y lignina, se incrementan en el proceso de henificado y son mayores con condiciones climáticas adversas (mayor cantidad de lluvia y con forraje más seco). Autores como Andrieu *et al.* (1981) y Andrieu y Demarquilly (1987) describen incrementos de fibra bruta que varían entre 5,1% y 13,2% con distintos niveles de lluvia y lo relacionan con el progresivo aumento de tallos en el heno.

En esta experiencia encontramos un incremento de las paredes celulares con la duración del periodo de secado: FND (33,3% y 40,0%), FAD (32,0 y 38,4%) y un descenso en el contenido de cenizas (3,2% y 13,7%) que fue significativamente superior en el periodo de secado más largo (Tabla 2).

La digestibilidad es utilizada frecuentemente como parámetro de valoración de forraje; al inicio de la floración es mayor en las hojas que en los tallos y se mantiene muy constante mientras que en los tallos decae a razón de 0,7 unidades porcentuales por día; Demarquilly (1982) y Andrieu y

Demarquilly (1987) citan pérdidas de digestibilidad de la materia orgánica (DMO) desde 13,0% hasta 16,8%, con abundante lluvia, relacionándolas con las pérdidas de hojas y con el incremento de tallos en el heno.

En este trabajo los descensos de la digestibilidad son menores, presentan caídas del 1,5% y del 2% (sin diferencias entre periodos de secado) y podrían deberse a que las pérdidas de hojas son moderadas (entre cinco y 10 unidades porcentuales) y a que nuestros datos de digestibilidad corresponden a digestibilidad de la materia seca (DMS), medida a las 48 horas de digestión, momento en el que la velocidad de degradación de hojas y tallos en alfalfa es muy parecida (Demarquilly, 1982).

CONCLUSIONES

En forrajes con proporciones elevadas de hojas, caso de la alfalfa, es posible no sufrir elevadas pérdidas en el proceso de henificado, cuando las condiciones climáticas son adversas, siempre y cuando las labores propias del proceso se realicen a primeras horas de la mañana, con temperaturas moderadas y un único hilerado con maquinaria poco agresiva, pudiendo cifrarse dichas pérdidas entre el 16,9% y 28,7% de MS.

El mayor tiempo de permanencia de la alfalfa segada en el suelo, acompañado de ligeras lluvias, incrementó los contenidos de FND y FAD, redujo la proporción de PB y cenizas mientras que la DMS no varió entre los dos periodos considerados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIEU, J.; DEMARQUILLY, C., 1987. Composition et valeur alimentaire des foins et des pailles. En: *Les fourrages secs, recolte, utilisation*, 163-182. Ed. C. DEMARQUILLY. INRA. Paris (Francia).
- ANDRIEU, J.; DEMARQUILLY, C.; WEGAT-LITRE, E.; WEISS, Ph., 1981. Prévion de la valeur énergétique des foins. En: *Prevision de la valeur nutritive des aliments des ruminantes*, 119-127. Ed. INRA publications. Versailles (Francia).
- ANKOM. 1998. Procedures for fiber and in vitro analysis. En: <http://www.ankom.com>
- BOCHI, O.; LÓPEZ, S.; GONZÁLEZ, J. S.; OVEJERO, J., 1997. Determinación de la digestibilidad in vitro de forrajes: comparación entre el procedimiento Daisy-Ankom y la técnica convencional. *Itea*, **18**, 37-39.
- CABON, G., 1982. Les pertes en cours de récolte et de conservation de la luzerne et du trèfle violet. Aspects économiques de quelques chantiers de recolte. *Fourrages*, **90**, 161-180.
- DEMARQUILLY, C., 1982. Valeur alimentaire des légumineuses (luzerne et trèfle violet) en vert et modifications entraînées par les différentes méthodes de conservation. *Fourrages*, **90**, 181-202.
- DEMARQUILLY, C., 1987. La fenaison: évolution de la plante au champ entre la fauche et la recolte. Perte déau, métabolisme, modifications de la composition morphologique et chimique. En: *Les fourrages secs, recolte, utilisation*, 23-46. Ed. C. DEMARQUILLY. INRA. Paris (Francia).
- DULPHY, J. P., 1987. Fenaison: pertes en cours de récolte et de conservation. En: *Les fourrages secs, recolte, utilisation*, 103-124. Ed. C. DEMARQUILLY. INRA. Paris (Francia).
- GOERING, M. K.; VAN SOEST P. J., 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook*, **379**, USDA, Washington.
- JONES, L.; HARRIS, C. E., 1980. Plant and swath limits to drying. En: *Forage conservation in the 80's*, 53-60. Ed. C. THOMAS. Brighton (UK).
- KLINNER, W. E., 1975. Design and performance characteristic of an experimental crop conditioning system for difficult climates. *J. Agric. Eng. Res.*, **20**, 149-165.
- MAURIÈS, M.; PAILLAT, J., 1997. Culture et utilisation de la luzerne: pratiques des éleveurs de bovins du centre de Charente. *Fourrages*, **149**, 69-79.

- RANKIN, M.; UNDERSANDER, D., 2000. Rain damage to forage during hay and silage making. En: <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage>
- ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J., 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. *The analysis of dietary fiber in foods*. Ed. W. P. P. JAMES Y O. THEANDER. New York (USA).
- S.A.S. 1989. SAS/STAT®. *User's Guide Int.* (Ver. 6, 4th Ed.). SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
- VAN BOCKSTAELE, E. J.; BEHAEGHE, T. J.; DE BAETS, A. E., 1981. Les pertes occasionnées par le séchage sur champ. *Revue de l' Agriculture*, **34**, 187-803.
- WILMAN, D.; MZAMANE, N., 1986. The effect of field drying on the concentrations of some mayor elements in herbage. *J. Agric. Sci.*, **107**, 9-13.
- WOOD, J. G. M.; PARKER, J., 1971. Respiration during the drying of hay. *J. Agric. Eng. Res.*, **16**, 179-191.

MECHANICAL, NUTRITIVES AND *IN VITRO* DRY MATTER DIGESTIBILITY LOSSES DURING ALFALFA HAYMAKING

SUMMARY

The haymaking losses of the first cut on irrigated alfalfa were studied in the county of Leon (Spain), at 796 m above sea level and with bad weather conditions.

Alfalfa from the half of the field was stored 10 days before mowing and under 2 showers of rain (20 mm); the other half was stored 15 days after mowing and under 4 showers of rain (25 mm).

The losses of dry matter (DM) ranged between 16.9 % and 28.7 %; the cell wall constituent contents were increased during haymaking process: neutral detergent fiber (NDF, 33.3% and 40.0%), acid detergent fiber (ADF, 32.0 and 38.4%) and lignin (65.2% and 74.1%), whereas crude protein (CP), ashes and dry matter digestibility (DDM) where decreased (2.9%-13.1% for CP; 3.2%-13.7% for ash and 1.5%-2% for DDM, respectively).

Key words: wilting, rainfall, chemical composition.

RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA PROTEÍNA BRUTA DE LAS ALFALFAS VERDES

J. FARÍA-MÁRMOL¹, C. A. RODRÍGUEZ², M. R. ALVIR² Y J. GONZÁLEZ²

¹Dpto de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Maracaibo. Apartado 15205 (Venezuela).

²Dpto de Producción Animal. E.T.S I.A. Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid (España).

RESUMEN

A partir de las características de composición química, se ensayo la predicción de los parámetros de las cinéticas de degradación ruminal y de la degradabilidad efectiva (DE) de la proteína bruta de las alfalfas verdes. Las muestras (n=10) se seleccionaron, sobre la base de distintos estados de madurez y diferentes épocas de cosecha, para lograr un amplio rango de variación en su composición química. Las cinéticas de degradación ruminal se estimaron mediante la técnica *in situ*, utilizando tres corderos alimentados con una ración constituida por heno de alfalfa y concentrado comercial (2:1) a un nivel de ingestión de 40 g MS/kg P^{0,75}. La DE se calculó utilizando una tasa de tránsito de 2,26%/h, determinada para esta ración. Los posibles efectos de la composición química de las muestras de alfalfa verde sobre las características de degradación se estudiaron por correlación y por regresión multivariante (Stepwise). La DE media de las alfalfas verdes fue elevada (83,2 ± 3,21%). Las ecuaciones de predicción obtenidas fueron: 1) DE=70,4 (±3,45) + 0,70 (±0,19) PB (R²=0,640; P<0,001); 2) DE=92,1 (±2,52) -1,67 (±0,45) NFAD (R²=0,628; P<0,006).

Palabras clave: *Medicago sativa* L, rumen, ovino.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas actuales de valoración proteica de alimentos para rumiantes requieren de información fiable acerca de la degradación ruminal de su proteína bruta (PB). En los sistemas actuales de racionamiento, el método mas usado para estimar la degradabilidad efectiva (DE) de los alimentos es mediante técnicas *in situ*. Estos sistemas presentan, sin embargo, la limitación de operar con valores tabulados, no considerándose así la posible variación intramuestras. En el caso de un forraje verde son numerosos los factores (estado de madurez, especie vegetal, condiciones ambientales, etc.) que pueden condicionar su composición química y su aprovechamiento en el rumen (Merchen y Bourquin, 1994). Ante esta circunstancia, se planteó un experimento para establecer las variables de composición química que pudiesen permitir la predicción del valor de DE de la PB de la alfalfa verde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 10 muestras de alfalfa (variedad Aragón) seleccionadas a lo largo de un ciclo completo de cultivo a diferentes estados de madurez (4) y distintos números de corte (6) para obtener un amplio rango de variación en su composición química. La alfalfa se cosechó, en el año 1998, en una parcela ubicada en los campos de prácticas de la Universidad Politécnica de Madrid. Las

muestras, de aproximadamente 4 kg cada una, fueron inmediatamente congeladas, liofilizadas y molidas a 2mm para los ensayos de degradación ruminal y a 1mm para los análisis de composición química.

Se emplearon tres corderos adultos fistulizados en rumen y alimentados con una ración de heno de alfalfa y pienso concentrado en proporción 2:1 (en base a MS), distribuida, en dos comidas por día (9:00 y 17:00 h), a un nivel de ingestión de 40 g MS/kg P^{0.75}. Las cinéticas de degradación se establecieron utilizando bolsas de nylon (6,5 x 10,5 cm), con un tamaño de poro de 46 µm, conteniendo 3 g de muestra liofilizada. Un total de 42 bolsas por alimento repartidas en 2 series de incubación, fueron introducidas en el rumen de los corderos durante 2, 4, 8, 15, 24, 48 y 72 horas. Después de la incubación, las bolsas se almacenaron a -20 °C. Posteriormente fueron lavadas en agua fría en una minilavadora de turbina (tres lavados de 5 minutos), secadas en estufa a 80°C durante 48 horas y pesadas, determinándose la MS y PB residual. El mismo proceso de lavado se aplicó a tres bolsas adicionales de cada muestra para obtener el valor de desaparición de 0 horas. La evolución, en función del tiempo de incubación, de la desaparición de MS y PB de las bolsas se modelizó, individualmente para cada animal, mediante regresión no lineal, según el modelo exponencial propuesto por Ørskov y Mc Donald (1979). La degradabilidad efectiva se estimó mediante la ecuación: $DE = a + (b * k_d / (k_d + k_p))$. La tasa de tránsito ruminal (k_p) fue determinada para el heno de alfalfa integrante de la ración, marcado con Yb, siendo su valor medio 2,26%/h (Faría-Mármol *et al.*, 2002).

Las relaciones entre los parámetros de degradación ruminal y la composición química fueron establecidas mediante análisis de correlación lineal y regresión múltiple paso a paso (stepwise).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de la alfalfa verde (Tabla 1) se corresponde con los valores reportados para esta especie (Broderick y Buxton, 1991; NRC, 1996). Los mayores coeficientes de variación se observaron para el nitrógeno ligado a la fibra neutro detergente (FND) y la fibra ácido detergente (FAD), con valores de 28,7 y 27,1%, respectivamente. Contrariamente, la concentración de cenizas fue la variable química que mostró mayor uniformidad entre muestras (CV=10,3), variando entre 8,66 y 12,2%.

Tabla 1. Composición química (% en base seca) de las muestras de alfalfa verde.

Items	Media	DS	CV	Rango
CZ	10,5	1,08	10,3	8,66-12,2
PB	18,2	3,55	19,5	14,9-27,0
FND	41,0	6,90	16,8	29,4-48,8
FAD	31,4	5,36	17,1	24,2-37,9
LAD	7,00	1,11	15,9	5,36-8,88
NFND ¹	10,9	3,14	28,7	7,60-16,2
NFAD ¹	5,37	1,46	27,2	2,15-7,31

¹Porcentaje del N total; DS= Desviación estándar; CV=Coefficiente de variación; CZ= Cenizas; PB= Proteína bruta; FND= fibra neutro detergente; FAD=fibra ácido detergente; LAD=lignina ácido detergente; NFND=nitrógeno ligado a FND; NFAD= nitrógeno ligado a FAD.

La degradabilidad ruminal media de la PB en las alfalfas verdes, 83,2% (Tabla 2), concuerda con los valores obtenidos por Repetto (1996) y Aufrère *et al.* (1994) de 82,7% y 84,7%, respectivamente.

La alta degradabilidad efectiva de la PB, resulta consecuencia de: i) la abundante proporción de PB soluble (50,8%), ii) la elevada tasa de degradación ($k_d = 16,2\%/h$) de la PB potencialmente degradable, y iii) el relativamente bajo valor de la fracción indegradable (11,4%). Los valores de degradabilidad serían todavía más elevados si se considerara la contaminación de los residuos de incubación. Así, la aplicación de la ecuación propuesta por Rodríguez *et al.* (1999), obtenida en

condiciones muy similares a las de este experimento, indica un valor medio para la degradabilidad real de 88,2%.

Tabla 2. Cinética de degradación ruminal y DE de la proteína bruta de las muestras de alfalfa verde.

Items(%)	Media	DS	CV	Rango
a	50,8	5,74	11,3	38,5-59,5
b	37,8	4,42	11,7	31,5-47,2
k _d (%/h ¹)	16,2	6,56	40,4	6,66-27,4
i	11,4	3,51	30,7	4,73-15,6
DE	83,2	3,21	3,74	79,1-89,6

SD= Desviación estándar; CV= Coeficiente de variación (%); a= Fracción inmediatamente soluble; b= Fracción potencialmente degradable ; k_d= Tasa fraccional de degradación; i= Fracción indegradable; DE= Degradabilidad efectiva.

Los coeficientes de correlación entre los parámetros de degradación y la composición química se muestran en la Tabla 3. La fracción de PB soluble y rápidamente degradable solo manifestó correlaciones a nivel de tendencia ($P < 0,10$) con los contenidos en PB y FAD, mientras que la fracción de proteína potencialmente degradable y su tasa de degradación no evidenciaron relación alguna con los componentes químicos. La PB indegradable se correlacionó en forma positiva con el contenido en: FND, FAD y con la proporción de NFND, y de forma negativa con los contenidos de CZ y de PB. Similares correlaciones han sido reportadas por Rodríguez (1996) en distintos alimentos; Alvir *et al.* (1999) con henos de alfalfa y Haj-Ayed *et al.* (2000) con henos de veza-avena.

El contenido de nitrógeno en la fibra ácido detergente ha sido utilizado como un estimador del nitrógeno indegradable en forrajes, empleándolo el sistema de Cornell para la predicción de esta fracción (Sniffen *et al.*, 1992). Además, según Broderick (1994), en muestras de alfalfa no expuestas al calor, el nitrógeno ligado a la fibra ácido detergente es esencialmente indigestible. Sin embargo, en nuestros resultados, si bien la fracción indegradable se correlacionó directamente con el NFAD, existen correlaciones más estrechas, particularmente con FAD. Rodríguez (1996) trabajando con 14 muestras de distintos alimentos evidencia que el componente microbiano (contaminación) de la proteína indegradable que es, por otra parte mayoritario en el caso de forrajes está positivamente correlacionado con el contenido de carbohidratos estructurales principalmente celulosa ($r=0,91$; $P < 0,001$, en este estudio) y negativamente con el contenido de PB del alimento. Por el contrario, la correlación positiva observada entre la fracción indegradable y NFAD podría estar relacionada con el nitrógeno de la lignina de la alfalfa. Estos hechos y la elevada degradabilidad ruminal de la PB indican que la proteína no degradada que puede ser digerida en el intestino debe ser limitada. Consecuentemente la mayoría de la PB disponible para el animal se deriva en el caso de la alfalfa verde de la síntesis de proteína microbiana.

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre los parámetros de degradación y la composición química de muestras de alfalfa verde¹

Items(%)	CZ	PB	FND	FAD	LAD	NFND	NFAD
A	0,34	0,58	-0,50	-0,56	-0,51	0,36	-0,20
B	0,23	-0,11	0,08	-0,26	0,25	-0,33	-0,25
k_d (%h ⁻¹)	0,12	-0,10	0,28	0,38	0,212	-0,54	-0,20
I	-0,85**	-0,80**	0,91***	0,95***	0,52	-0,16	0,64**
DE	0,71*	0,80**	-0,77**	-0,70*	-0,33	-0,03	-0,79**

¹Abreviaturas definidas en Tablas 1 y 2.

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Los incrementos del contenido de CZ favorecieron una disminución de la fracción indegradable y, por consiguiente, un acrecentamiento de la DE. Esto sugiere que las CZ adicionales correspondieron a elementos nutritivos minerales del contenido celular y no a la sílice que impregna las paredes celulares. Los coeficientes de correlación obtenidos entre "i" o DE y las concentraciones de PB y componentes de la pared celular indican igualmente que la degradación de la PB de la alfalfa verde esta básicamente asociada a la calidad de esta.

Tabla 4. Ecuación de predicción de los parámetros de degradación y DE en función de sus constituyentes químicos

Ecuación	RSD	R ²	P
$i = -8,01(\pm 2,41) + 0,62(\pm 0,08) \text{ FAD}$	1,22	0,892	<0,001
$\text{DE} = 70,38(\pm 3,45) + 0,70(\pm 0,19) \text{ PB}$	1,98	0,640	0,005
$\text{DE} = 92,14(\pm 2,52) - 1,67(\pm 0,45) \text{ NFAD}$	2,02	0,628	0,006

i= Fracción indegradable.

El contenido de PB resultó la variable más asociada con su DE (Tabla 4), explicando un 64% de la variabilidad observada. Madsen y Hvelplund (1985) han señalado una relación significativa entre el contenido de proteína bruta y la degradabilidad de la proteína en gramíneas ($R^2=0,97$; RSD =2,0), así como en ensilajes de mezclas gramíneas-leguminosas ($R^2=0,47$; RSD =4,3).

CONCLUSIONES

La proteína bruta de las alfalfas verdes es degradada extensamente en el rumen (83%), siendo el contenido de PB el parámetro químico que mejor predice la DE de la misma, si bien el grado de precisión no es elevado ($R^2=0,640$).

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado con cargo al proyecto CICYT AGF98-0842.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIR, M.R.; GONZÁLEZ, J.; RODRÍGUEZ, C.A., 1999. Relationship between in situ rumen protein degradability and chemical composition of alfalfa hays. *Annales de Zootechnie*, **48** (6), 447-456.
- AUFRÈRE, J.; BOULBEHANE, D.; GRAVIOU, D., 1994. Dégradation dans le rumen de l'azote des parois d'une même luzerne, verte ou ensilée. *Annales de Zootechnie*, **43** (2), 273.
- BRODERICK, G. A., 1994. Quantifying forage protein quality". En: *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*, 200-228. Ed. G. FAHEY., M. COLLINS., D. MERTENS y L. MOSER. A.S.A; CSSA; SSSA. Wisconsin (USA).
- BRODERICK, G. A.; BUXTON, D. R., 1991. Genetic variation in alfalfa for ruminal protein degradability. *Canadian Journal of Plant Science*, **71** (3), 755-760.
- FARÍA-MÁRMOL, J.; GONZÁLEZ, J.; RODRÍGUEZ, C.A; ALVIR, M. R., 2002. Effect of diet forage to concentrate ratio on rumen degradability and post-ruminal availability of protein from fresh and dried lucerne. *Animal Science* (en prensa).
- HAI-AYED, M.; GONZÁLEZ, J.; CABALLERO, R.; ALVIR, M., 2000. Nutritive value of on-farm common vetch-oat hays. II. Ruminal degradability of dry matter and crude protein. *Annales de Zootechnie*, **49** (5), 391-398.
- MADSEN, J.; HVELPLUND, T., 1985. Protein degradation in the rumen. A comparison between in vivo, nylon bag, in vitro and buffer measurements. *Acta Agriculturae Scandinavica.*, **25**, (Supl.), 103-124.
- MERCHEN, N. R.; BOURQUIN, L. D., 1994. Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants. En: *Forage quality, Evaluation, and Utilization*, 564-612. Ed. G. FAHEY., M. COLLINS., D. MERTENS y L. MOSER. A.S.A; CSSA; SSSA. Wisconsin (USA).
- NRC., 1996. *Nutrient requirements of Beef Cattle*. National Academy of Science. National Academy Press. 157 pp. Washintong, DC (USA).
- ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **92** (2), 499-503.
- REPETTO, J. L., 1996. *Degradabilidad ruminal de la alfalfa deshidratada*. Tesis Doctoral. Escola Tecnica Superior d'Enginyeria Agraria. Universitat de Lleida. 145pp. Lleida (España).
- RODRÍGUEZ, C.A., 1996 *Estudio de la colonización microbiana de los alimentos en el rumen implicaciones sobre la estimación de la degradabilidad ruminal de las materias nitrogenadas mediante técnicas in situ*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. 288pp. Madrid (España) .
- RODRÍGUEZ, C; GONZÁLEZ, J.; ALVIR, M.R.; REPETTO, J.L., 1999. Microbial nitrogen contamination of in sacco ruminal incubated feeds. En: *VII th International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition*. 68. Ed: G. LOBLEY, A. WHITE, J. MACRAE. Wageningen Pers. Aberdeen (United Kingdon).
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.J.; FOX D. G., RUSSELL, J. B., 1992. A Net Carbohydrate and Protein System for evaluating Cattle Diets: II. Carbohydrate and Protein Availability. *Journal of Animal Science*, **70** (11), 3562-3577.

RELATIONSHIP BETWEEN RUMEN DEGRADABILITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF FRESH LUCERNE CRUDE PROTEIN

SUMMARY

The variation in crude protein (CP) degradation kinetics and effective degradability (ED) of 10 fresh lucerne samples was studied to evaluate the prediction of these parameters from chemical composition measures. The fresh lucernes were selected based on their stage of maturity and cutting season to obtain a wide range of variation in their chemical composition. Rumen effective degradability measured by the *in situ* technique, and rumen outflow rates were determined on three rumen-cannulated wethers. The animals were fed a 2:1 lucerne hay to concentrate diet at an intake level of 40 g DM kg⁻¹ BW^{0.75}. The ED was determined using a rumen outflow rate of 2.26%/h. Possible effects of chemical composition of fresh lucerne on their CP degradation characteristics were studied by correlation and multivariate (stepwise) regression analyses of data. Average ED of CP in fresh lucerne was high (83.2 ± 3.2 %). When ED values from fresh lucerne were related with their chemical composition, the following prediction equations were obtained: 1) ED=70.4 (±3.45) + 0.70 (±0.19) CP (R²=0.640; P<0.001) and 2) ED=92.1 (±2.52) - 1.67 (±0.45) NADF (R²=0.628; P<0.006).

Key words: *Medicago sativa* L., rumen, sheep.

ANÁLISIS DE LOS PASTOS DE DOS ZONAS DE LA MONTAÑA DE PALENCIA Y SU CONTRIBUCIÓN A LA COBERTURA DE NECESIDADES NUTRITIVAS DE LAS VACAS DE CARNE

P. ACERO ADAMEZ, A. FOMBELLIDA VILLAFRUELA, J.J. MAZÓN NIETO DE COSSÍO¹ Y M. SARMIENTO FERNÁNDEZ²

¹ Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Avda. de Madrid 44. 34071 Palencia. ² Laboratorio Agroalimentario de Cantabria. M.A.P.A. Prolongación de Marqués de la Hermida s/n. 39071 Santander.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudian dos comarcas de la zona norte de Palencia; en esta franja septentrional de la provincia se asienta una importante cabaña ganadera, mayoritariamente de vacas de carne. En el mes de julio fueron muestreadas 8 zonas de la comarca de Pantanos y 12 de la de Pernía, para analizar pH, CIC y minerales en suelo y MS, MO, FND, FAD, PB y minerales en el pasto.

Los niveles de pH en suelo están por debajo de 6 en todas las muestras de Pernía y en buena parte de las de Pantanos; los valores de PB fueron bajos en ambas comarcas, pero especialmente en la de Pernía, donde no alcanzó el 9 por ciento de la materia seca. El contenido en P y Na fue también muy bajo en suelo, traduciéndose esta situación en porcentajes muy bajos en las muestras de pasto.

Con estos datos preliminares, parece que estas zonas necesitarían de tratamientos de encalado que elevasen algo el valor de pH, abonados fosfóricos de fondo y aportes de sales a los animales como práctica de manejo. La utilización en fechas más tempranas de los pastos, sería también recomendable.

Palabras clave: suelo, pastoreo, valor nutritivo, vacuno extensivo.

INTRODUCCIÓN

La zona norte de Palencia participa de la continuidad del sistema montañoso de la Cordillera Cantábrica; la altitud de la mayor parte de su superficie supera los 1000 m, con una orografía accidentada y pendientes pronunciadas. Sobre esta superficie se asienta una importante cabaña ganadera de la especie vacuna, fundamentalmente de aptitud carne, que sigue unos modelos de producción clásicos de montaña, con una coincidencia de partos alrededor del final del invierno y venta de los terneros hacia el mes de octubre. Este subsector tiene una gran importancia, tanto económica como social, por cuanto está plenamente integrado en el modelo vigente de la ganadería de la zona, que utiliza recursos de difícil uso alternativo y mantiene ecosistemas y población rural.

Sin embargo, existe un profundo desconocimiento de los recursos pastables, sobre todo en cuanto a su contenido en nutrientes. Además, la condición de terrenos comunales, en su mayor parte, de estas superficies, hace que las prácticas de abonado sean generalmente inexistentes, por lo que las únicas extracciones posibles, por parte de la biomasa vegetal, tendrán lugar a partir de los nutrientes disponibles en el suelo. Con este trabajo se pretende contribuir a determinar, de forma preliminar, la calidad de la biomasa pastable de dos comarcas de esta zona, en función de las características de sus suelos y su contribución a la cobertura de las necesidades de los animales que se explotan en ellas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realiza en dos comarcas, dentro de lo que es el conjunto de la Montaña de Palencia: Pernía, situada en la zona noreste y, Pantanos, en la parte más septentrional.

Se tomaron muestras de suelo en ambas comarcas, correspondiendo los suelos S1 a S8 a Pantanos, y los S9 a S20 a Pernía; los resultados de los análisis aparecen expuestos en la Tabla 1 (Acero, 2001). Las muestras de suelos fueron recogidas de acuerdo con la metodología indicada en las normas del MAPA, respecto a la forma, método y almacenamiento de las mismas. En los mismos lugares en que se tomaron las muestras de suelo, se recogieron muestras de forraje: en Pantanos, del 7 a 10 de julio y en Pernía, del 13 al 16 de julio del año 2000. Su contenido en materia seca (MS) fue determinado en estufa de aire forzado durante 48 h a 65 °C; la materia orgánica (MO), por incineración a 550 °C durante 5 h; la proteína bruta (PB) como N Kjeldahl x 6,25, y la fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) según el método de Goering y Van Soest (1970). El fósforo (P) se determinó por colorimetría, el potasio (K) por fotometría de llama y el resto de minerales por espectroscopía de absorción atómica (Duque, 1971).

El análisis estadístico se realizó sometiendo los resultados a análisis de varianza, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1990). Las comparaciones entre medias se realizaron utilizando el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos son de textura franco-arcillosa, en su mayoría, en la comarca de Pernía; la textura franca es predominante en Pantanos. En general, los suelos son ácidos en ambas, observándose los valores más bajos en Pernía, con valores de pH inferiores a 6 en todas las determinaciones (Tabla 1). Los valores del fósforo resultaron también bajos en la mayoría de los suelos, con estimaciones alejadas de 25 ppm aconsejable según distintos autores, lo que va a limitar el desarrollo de especies leguminosas, con el consiguiente efecto sobre el contenido proteico de los pastos. Las Tablas 2 y 3, muestran los resultados para los nutrientes contenidos en los forrajes, correspondientes a las comarcas de Pantanos y Pernía, respectivamente. Los pastos de la zona de Pernía presentan valores más altos en MS, FND y FAD, sin diferencias significativas entre los diferentes suelos.

En esta misma comarca se observaron los valores más bajos para la PB, inferiores al 9 por ciento en las muestras de pasto de todos los suelos (Fig. 2) y con diferencias significativas entre ellos: los suelos con los valores de pH más bajos coincidieron con los porcentajes significativamente menores ($P < 0,05$) de PB; en la otra comarca se obtuvieron valores más altos para este nutriente; según el A.R.C. (1980), un contenido en proteína inferior al 9% resulta insuficiente para satisfacer las necesidades de los microorganismos del rumen, si bien la obtención de la materia orgánica digestible y su relación con la proteína bruta aportaría una información más sólida (Hogan, 1982).

En ambas comarcas se observó una relación inversa entre el contenido en proteína y las fracciones fibroso-detergentes. El valor de pH de esos suelos, sobre todo en Pantanos, no alcanzó 5,9 y con una relación Ca/P próxima a la unidad. El valor de FND más bajo en esta zona (Fig.1), se correspondió con valores para la proteína por encima del 10 por ciento, valores de pH en el suelo de 6,07 y relación Ca/P de 3,5.

Las vacas mayoritarias en esta zona son de raza Parda; una vaca estándar de 575 kg de peso vivo medio, con una tasa de fertilidad de 85 por ciento, una vida útil de las reproductoras de diez años y en las condiciones de manejo tradicionales, con partos a la salida de invierno, tendría unas necesidades energéticas medias, para los meses de junio, julio y agosto, de 9,34; 9,59 y 9,85 UFI por vaca estándar y día, respectivamente; de estas necesidades totales, a las reproductoras corresponderían 7,5 UFI por vaca y día. La ENI (Mcal/kg MS) = $2,469 - 0,0351 \text{ FAD (\% MS)}$, que para estas comarcas proporcionaría valores de 1,25 a 1,34 Mcal ENI/kg MS; considerando un consumo de 2,2 por ciento del peso vivo (Holechek, 1988), las posibilidades de cubrir sus necesidades energéticas son

difíciles en estos meses críticos, en cuanto a obtener los objetivos reproductivos, en la medida que coinciden con la época de cubrición de las vacas.

Tabla 1.- Características del suelo de las comarcas consideradas.

Suelo	pH	Textura	P	K	Ca	Mg	Na	CIC (2)
		1	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g
S1	6,12	F	5	54,85	11,99	1,26	0,04	24,06
S2	7,21	F	4	132,95	22,78	1,09	0,05	20,94
S3	6,36	F	8	61,45	21,32	0,78	0,10	30,31
S4	6,12	F	5	110,95	15,57	1,91	0,06	30,63
S5	6,28	F	5	107,10	14,64	1,52	0,08	35,63
S6	5,93	F	9	187,95	7,16	1,07	0,04	22,5
S7	5,82	FAr	35	184,10	8,29	0,63	0,06	31,88
S8	5,7	F	32	168,70	6,14	0,66	0,04	25,00
S9	5,96	AcG	11	112,60	17,54	2,18	0,10	28,13
S10	5,34	AcG	9	124,70	10,11	1,13	0,12	30,00
S11	5,46	FAc	13	125,25	8,06	1,23	0,09	28,13
S12	5,72	FAc	7	135,70	9,72	1,11	0,09	30,00
S13	5,41	F	12	278,15	3,15	0,72	0,03	20,63
S14	5,85	FAc	6	121,40	12,70	0,93	0,09	28,13
S15	5,7	FAc	9	106,00	5,31	1,21	0,06	23,13
S16	5,66	FAc	16	114,80	8,24	1,23	0,06	45,63
S17	5,77	FL	7	97,20	13,91	1,63	0,14	33,13
S18	5,84	FAc	8	111,75	13,88	1,36	0,13	27,81
S19	5,46	FAc	6	153,55	10,70	1,51	0,15	29,06
S20	5,84	FAc	5	99,10	15,96	1,61	0,1	28,44

(1): FAc: franco arcilloso; FAr: franco arenoso; FL: franco limoso; F: franco; AcG: arcilla gruesa.
 (2): capacidad de intercambio catiónico.

En Tabla 1 también se observan unos bajos niveles de fósforo en los suelos; los niveles medios del resto de minerales tomaron valores inferiores a lo que aconsejan diferentes autores, salvo los valores del calcio y del potasio, lo que provoca desequilibrios importantes en la relación correspondiente entre estos iones y con todos los demás.

Figura 1. Contenido de Fibra de los forrajes valorados en la comarca de Pantanos

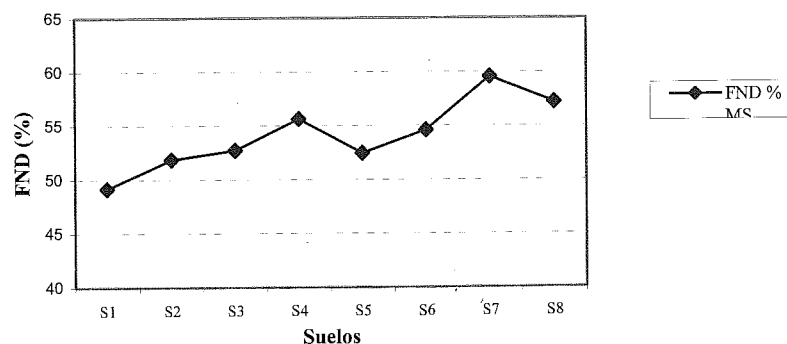


Tabla 2.- Influencia del suelo en el valor nutritivo del pasto de la comarca de Pantanos

	N	MS %	CENIZAS % MS	MO % MS	FND % MS	FAD % MS	PB % MS
S1	4	35,46±6,83	7,77±0,98 A	92,23±0,98 B	49,17±5,75 B	31,11±3,11 AB	9,27±0,86
S2	5	31,19±3,17	7,06±1,58 AB	92,93±1,58 AB	51,87±7,11 AB	30,98±3,13 AB	9,75±1,09
S3	4	32,19±4,27	6,32±0,75 AB	93,67±0,75 AB	52,73±1,27 AB	30,62±3,06 B	9,40±0,48
S4	5	36,61±8,30	6,57±1,25 AB	93,43±1,25 AB	55,64±2,18 AB	32,99±0,49 AB	8,14±1,04
S5	4	31,99±3,69	7,21±0,88 AB	92,79±0,88 AB	52,46±6,90 AB	33,77±2,51 AB	9,26±2,40
S6	5	30,96±5,58	5,97±0,84 AB	94,03±0,84 AB	54,60±6,87 AB	31,41±0,89 AB	9,51±2,13
S7	4	35,31±7,07	5,61±1,51 B	94,39±1,51 A	59,53±7,02 A	34,27±1,15 A	8,76±2,01
S8	3	36,83±6,32	5,75±1,25 B	94,25±1,25 A	57,20±4,75 AB	33,02±1,39 AB	10,21±1,74

AB: medias en la misma columna con diferente letra son diferentes entre sí (P<0,05)

Tabla 3.- Influencia del suelo en el valor nutritivo del pasto de la comarca de Pernía

	N	MS %	CENIZAS % MS	MO % MS	FND % MS	FAD % MS	PB % MS
S9	3	38,05±7,92	6,93±0,95	93,07±0,95	51,13±7,87	33,15±1,36	7,47±1,08 ABCD
S10	6	37,20±7,68	6,06±0,73	93,93±0,73	53,33±9,07	32,00±2,69	8,63±0,56 AB
S11	5	34,67±4,99	6,74±0,44	93,25±0,44	56,60±7,02	35,22±1,48	8,44±0,88 ABC
S12	3	40,23±4,73	6,47±1,60	93,52±1,60	57,10±8,63	35,63±2,00	7,48±1,20 ABCD
S13	3	38,89±6,99	6,24±0,32	93,76±0,32	60,81±2,75	34,34±0,89	7,51±1,22 ABCD
S14	3	41,15±5,87	6,08±0,94	93,92±0,94	58,66±0,43	35,64±1,59	6,65±0,53 BCD
S15	3	38,01±7,87	6,32±1,52	93,68±1,52	53,42±8,92	36,17±8,69	7,30±1,95 ABCD
S16	3	39,74±8,34	6,55±0,44	93,44±0,44	53,39±6,69	35,79±3,73	7,49±0,30 ABCD
S17	3	34,06±2,08	7,15±0,84	92,84±0,84	52,89±1,63	33,38±0,65	8,32±1,62 ABC
S18	5	39,76±6,80	7,04±0,78	92,95±0,78	49,71±3,67	35,71±2,84	8,76±0,99 A
S19	3	43,26±1,28	5,86±0,97	94,13±0,97	58,25±8,35	35,48±2,66	6,14±1,30 D
S20	3	42,81±5,59	6,14±0,36	93,86±0,36	53,03±1,22	33,07±0,83	6,47±1,22 CD

ABCD: medias en la misma columna con diferente letra son diferentes entre sí (P<0,05)

Figura 2. Valores obtenidos para la Proteína en los forrajes recogidos en la comarca de Pernía

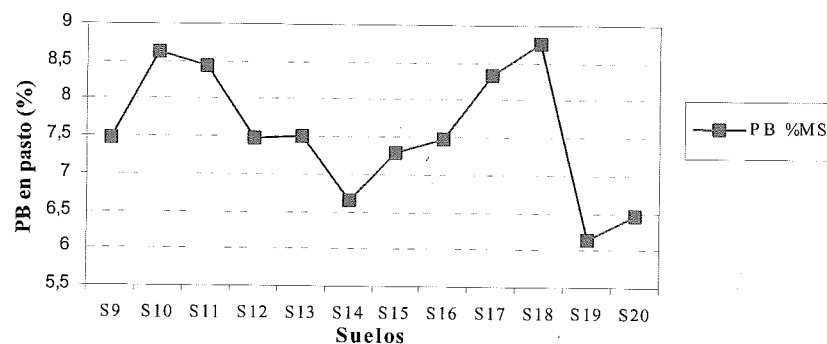
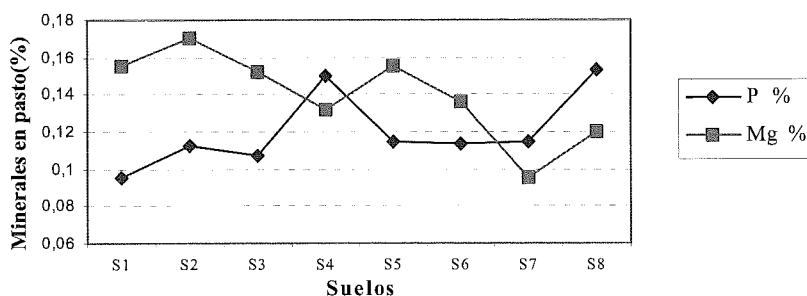
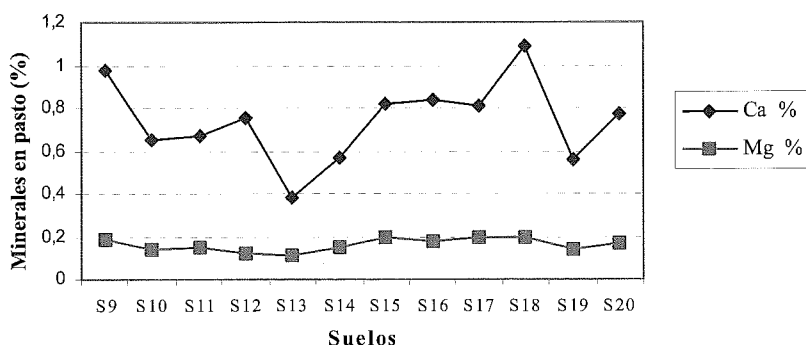


Figura 3. Influencia de las características del suelo sobre el contenido en P y Mg del pasto en Pantanos



Los resultados de los análisis de minerales en el pasto, aparecen recogidos en las Tablas 4 y 5, observándose la distribución de algunos de ellos en las Figuras 3 y 4. Se advierte una relación directa entre los contenidos de minerales en suelo y en planta, de tal modo que en ambas comarcas, los niveles de Ca y K en el pasto estuvieron por encima de los niveles de necesidades mínimas que establece el NRC (1995) para vacuno de carne.

Figura 4. Influencia de las características del suelo de la comarca de Pernía sobre el contenido en Ca y Mg del pasto



De forma general, los iones que presentaron niveles por debajo de esas recomendaciones, fueron sobre todo el sodio y el fósforo produciéndose esta situación en ambas zonas; las muestras de forraje de Pernía, mostraron los valores absolutos más bajos en fósforo; la respuesta para el contenido de este mineral fue similar a la de la PB, apreciándose los valores más bajos en las muestras con pH menor. En suelos ácidos se puede producir una solubilización y paso a la solución del suelo, de iones Fe^{3+} , con precipitación posterior en forma de PO_4Fe , o absorberse los iones fosfóricos sobre partículas muy finas de caliza o que se fijen sobre el complejo arcillo-húmico mediante puentes de calcio (Busqué et al., 1995). Carpintero et al. (1991) consideran que la sequía estival explicaría el descenso de P y el incremento en Ca del forraje, con una relación Ca/P más elevada en los cortes de verano.

Las deficiencias minerales suelen provocar disminución del apetito, provocando desnutrición y una serie de trastornos patológicos característicos en el animal en más o menos grado según su intensidad; entre estos trastornos se encontrarían las alteraciones de la reproducción. No se conoce la relación directa del fósforo con la fertilidad, pero Underwood y Suttle (1999) observan escaso nacimiento de terneros en rebaños confinados en pastos deficientes en fósforo. En función de lo expuesto por diversos investigadores, la deficiencia en fósforo lleva a una menor ingesta de alimentos y podría provocar una deficiencia de energía con trastornos secundarios de fertilidad.

Tabla 4.- Influencia de las características del suelo de la comarca de Pantanos sobre el contenido en minerales del pasto

	N	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %
S1	4	0,095±0,01 C	1,400±0,23	1,085±0,31 A	0,155±0,02 A	0,010±0,00 B
S2	5	0,112±0,01 ABC	1,176±0,39	0,684±0,21 B	0,170±0,03 A	0,012±0,00 B
S3	4	0,107±0,02 BC	1,125±0,27	0,582±0,15 B	0,152±0,02 A	0,010±0,00 B
S4	5	0,150±0,02 AB	1,504±0,38	0,360±0,12 B	0,132±0,02 AB	0,008±0,00 B
S5	4	0,115±0,01 ABC	1,477±0,20	0,707±0,26 B	0,155±0,04 A	0,008±0,00 B
S6	5	0,114±0,02 ABC	1,146±0,09	0,518±0,24 B	0,136±0,04 AB	0,008±0,00 B
S7	4	0,115±0,04 ABC	1,017±0,05	0,382±0,18 B	0,095±0,01 B	0,005±0,01 B
S8	3	0,153±0,05 A	1,123±0,63	0,496±0,26 B	0,120±0,05 AB	0,030±0,03 A

ABC: medias en la misma columna con diferente letra son diferentes entre sí ($P < 0,05$)

Tabla 5.- Influencia de las características del suelo de la comarca de Pernía sobre el contenido en minerales del pasto

	N	P %	K %	Ca %	Mg %	Na %
S9	3	0,120±0,02 B	1,076±0,37 B	0,976±0,01 AB	0,190±0,01 AB	0,010±0,00
S10	6	0,127±0,03 B	1,078±0,14 B	0,647±0,40 AB	0,142±0,04 AB	0,015±0,01
S11	5	0,108±0,03 B	1,198±0,17 B	0,666±0,31 AB	0,152±0,03 AB	0,008±0,01
S12	4	0,090±0,01 B	1,267±0,15 B	0,755±0,57 AB	0,122±0,06 AB	0,010±0,00
S13	3	0,120±0,01 B	1,580±0,15 A	0,383±0,11 B	0,110±0,02 B	0,010±0,00
S14	3	0,093±0,02 B	1,190±0,34 B	0,563±0,15 AB	0,147±0,04 AB	0,010±0,00
S15	3	0,106±0,04 B	1,083±0,05 B	0,820±0,50 AB	0,197±0,10 AB	0,010±0,01
S16	3	0,113±0,04 B	1,146±0,30 B	0,840±0,40 AB	0,177±0,07 AB	0,013±0,00
S17	3	0,090±0,01 B	0,940±0,09 B	0,810±0,18 AB	0,197±0,03 AB	0,026±0,01
S18	5	0,106±0,02 B	1,060±0,22 B	1,090±0,20 A	0,198±0,02 A	0,034±0,04
S19	3	1,590±2,63 A	1,113±0,09 B	0,560±0,42 AB	0,140±0,05 AB	0,010±0,00
S20	3	0,070±0,01 B	0,973±0,10 B	0,776±0,16 AB	0,170±0,01 AB	0,007±0,00

AB: medias en la misma columna con diferente letra son diferentes entre sí ($P < 0,05$)

En la comarca de Pantanos se obtuvieron valores también muy bajos en el contenido de fósforo de las plantas y con diferencias significativas entre los distintos suelos; los niveles de Ca en los suelos S8 fueron excepcionalmente bajos ($pH = 5,7$) y los de P muy altos, lo que se tradujo en que los forrajes de este suelo alcanzaran los valores más altos para el fósforo.

A la vista de los resultados observados, parece que el contenido en fósforo del pasto es el más influenciado por su contenido en el suelo, ligado tanto al desequilibrio que presenta con el calcio como a la fijación del mismo por el suelo; en estos suelos donde el pH no es excesivamente ácido ($pH > 5,5$), las deficiencias se podrían corregir con abonado fosfórico de fondo.

El nivel del sodio de las muestras de forraje de ambas zonas no alcanzó el valor mínimo de 0,06 por ciento, considerado como adecuado para ganado vacuno en extensivo según distintos

autores. Se apreció una correlación directa entre el nivel de este macromineral en el pasto y su concentración en suelo (Tablas 4 y 5). El aporte de este ión en forma de sal debe ser una práctica necesaria para la ganadería de estas zonas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACERO, P. 2001. Efecto de las características del suelo sobre la composición química de los pastos de montaña en Palencia. IX Jornadas Técnicas sobre Producción Animal. Volumen Extra 22(1): 391-393.
- A.R.C., 1980. The nutrient requirement of ruminant livestock. Technical review by an Agricultural Research Council Working party. Commonwealth Agriculture Bureaux.
- BUSQUÉ, J., FERNÁNDEZ, B., ALFAGEME, A. y SARMIENTO, M., 1995. Comportamiento ecológico y productivo de dos tipos de pastizales de montaña en Cantabria. *SEEP*: 295-300.
- CARPINTERO, C., SUÁREZ, A. y PASCUAL, M. R., 1991. Producción y calidad de varias gramíneas en cultivo monofito y en asociación. *Pastos*, **20-21**, 3-17.
- DUQUE, M. F., 1971. Determinación conjunta de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y zinc en plantas. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 30. pp 207.
- GOERING, H. K. y VAN SOEST, P. J., 1970. Forage analyses. Apparatus, reagent, procedures and some application. USDA. *Agricultural Research Service*. Handbook N° 379. Washington, D. C.
- HOGAN, J. D., 1982. *Nutritional Limits to Animal production from Pastures*. (Hacker, J. B. ed.), p. 245.
- HOLECHEK, J., 1988. Comparative contribution of grasses, forbs, and shrubs to the nutrition of range ungulates. *Rangelands*, Vol. **6 (6)**, 261-263.
- INRA, 1988. *Alimentación des bovins, ovins et caprins*. Francia.
- NRC, 1995. *Nutrient Requirement for beef cattle*.
- SAS, 1990. Statistical Analysis System. *Institute User's Guide* (V6 4th Ed.) Cary NC.
- UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N.F. 1999. *The Mineral Nutrition of livestock*. 3rd edition. CAB International.

ANALYSIS OF PASTURES FROM TWO MOUNTAIN DISTRICTS IN PALENCIA AND THEIR ADEQUACY IN MEETING THE NUTRIENT REQUIREMENTS OF BEEF CATTLE

SUMMARY

This paper focuses on two districts in the northernmost area of Palencia where a sizeable beef cattle herd is kept. During the month of July 2000, 8 sections in the district of Pantanos and 12 in that of Pernía were sampled in order to test pH, cation exchange capacity (CEC) and minerals in the soil, as well as, dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), crude protein (CP) and mineral content in the pasture.

All samples from Pernía and nearly all from Pantanos showed soil pH levels below 6; CP values were low in both districts, particularly those from Pernía where the 9% DM mark was never reached. The P and Na content in the soil was also well below appropriate levels resulting in significantly low percentages in the pasture samples.

These preliminary data seem to suggest that both districts would require regular liming to bring the pH level up, deep placement of phosphate fertilisers and salt supply for the stock as management practice.

Key words: ground, grassing, nutritional value, beef cattle, extensive systems.

VARIABILIDAD DE LAS DETERMINACIONES ANALÍTICAS DE SILOS DE HIERBA DE EXPLOTACIONES GALLEGAS MUESTREADOS CON SONDA

G. FLORES¹, A. GONZALEZ-ARRAEZ¹, J. CASTRO¹, P. CASTRO¹ Y M. CARDELLE²

¹ Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña. ² Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Mabegondo (LAF).

RESUMEN

Un total de 99 silos de hierba de pradera mixta de explotaciones ganaderas gallegas fueron muestreados con sonda en diferentes puntos, siendo analizadas las muestras individualmente en el laboratorio para composición química, calidad fermentativa y digestibilidad *in vitro* (DIV). La variabilidad entre muestras dentro del silo fue muy superior para los parámetros fermentativos (a excepción del pH) comparadas con el resto de las determinaciones. Mediante el test t de Student se estimó el tamaño de muestra mínimo para obtener resultados representativos, observándose que cinco puntos de muestreo por silo permiten estimar la media, al 95% de significación y 80% de confianza, con errores probables de aproximadamente 2,5% para DIV, 3% para materia orgánica, 4% para pH, y 6-7% para fibra, proteína bruta y materia seca. El tamaño de muestra necesario para estimar con similar precisión los restantes parámetros fermentativos es demasiado alto para los análisis rutinarios de ensilados de explotaciones, por lo que, en la práctica, debe ser aceptado un mayor margen de error de los resultados de las determinaciones analíticas de dichos parámetros.

Palabras clave: ensilado, tamaño de muestra, análisis de laboratorio.

INTRODUCCIÓN

Está generalmente admitida la utilidad que para el ganadero representa el disponer de resultados analíticos que caractericen adecuadamente el valor nutricional de los forrajes utilizados en la explotación. Dicha utilidad, sin embargo, está condicionada tanto por la calidad de los métodos de análisis y estimación utilizados por el laboratorio, como por la representatividad de la toma de muestras. Este aspecto, al que frecuentemente no se le presta la necesaria atención, puede fácilmente restar validez práctica a los resultados analíticos a la vez que generar desconfianza hacia los laboratorios de servicios de análisis de forrajes, independientemente del grado de fiabilidad de las rutinas empleadas en los mismos.

La mayor parte de las muestras de forraje enviadas por los ganaderos gallegos para ser analizadas corresponden a ensilajes de hierba, dada la importancia de este forraje conservado como base de la alimentación animal en las épocas de carencia de pasto, así como a la variabilidad que presenta en cuanto a su valor nutricional. Incluso dentro del mismo silo, la masa de forraje conservado es heterogénea, en mayor o menor medida, dependiendo de las características de las praderas ensiladas, las condiciones de medio y la metodología empleada en el ensilado, entre otros factores. El método recomendado para la toma de muestras implica la extracción del forraje con sonda, en toda la altura del silo y en diversos puntos de su superficie, dependiendo el número de muestreos de la

variabilidad esperada en la masa de forraje ensilado (Armstrong, 1960; Wilkinson, 1988; Adamson y Givens, 1988).

Habitualmente, en las campañas de muestreo de silos de explotaciones gallegas, el personal encargado de la toma de muestras raramente practica más de dos muestras con sonda por silo, siendo muy frecuente la realización del muestreo en un solo punto, en parte debido al esfuerzo requerido para alcanzar con la sonda toda la profundidad del silo y al elevado número de silos que deben ser muestreados diariamente. Con el objetivo de estimar el grado de imprecisión que conllevaría esta práctica, se realizó un estudio sobre 99 silos de explotaciones ganaderas gallegas, de donde se obtuvieron muestras con sonda en diversos puntos por silo, para conocer la variabilidad entre muestras tomadas del mismo silo para los diferentes parámetros analizados rutinariamente en el laboratorio. Con esta información se realiza una estimación de la relación entre el número de muestreos por silo y el error probable de la estimación. Los resultados de este trabajo son expuestos en esta comunicación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Procedencia de las muestras de ensilado

En el curso de un proyecto de investigación ya concluido, desarrollado en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) a lo largo de los años 1991 a 1993, uno de los objetivos planteados era la caracterización de los ensilajes realizados en explotaciones lecheras gallegas, y la relación entre la calidad del forraje conservado y la metodología empleada en su realización.

Todas las muestras de ensilaje recibidas en el CIAM se tomaron habiendo transcurrido al menos dos meses desde el cierre de los silos, y antes de su apertura, utilizando una sonda de acero inoxidable de 40 mm de diámetro interior en un número de puntos por silo que osciló entre dos y cinco, a lo largo de una diagonal de su superficie, en toda la altura de la masa de forraje. Para el presente trabajo se utilizó la información correspondiente a las muestras procedentes de 99 silos, que habían sido analizadas por separado (291 en total), correspondiendo cada una a un punto de muestreo con sonda.

La hierba procedía mayoritariamente de praderas mixtas de gramíneas y trébol cosechadas a finales de Abril-comienzos de Mayo (primer corte) y segunda quincena de Junio (segundo corte). Con cierta frecuencia el mismo silo contenía forraje procedente de diferentes fincas. Los silos, que pueden considerarse representativos de los elaborados en las explotaciones gallegas, eran de tipo plataforma sobre tierra, de altura media inferior a 1.7 m y capacidad próxima a las 90-100 t de forraje (materia fresca).

Análisis de las muestras

Todas las muestras se recibieron en el CIAM dentro de las 24 horas siguientes a su extracción y, una vez homogeneizadas, se dividieron en dos fracciones, que se mantuvieron congeladas a -27°C hasta ser analizadas. En una de ellas se determinó su contenido en materia seca (MS) en estufa a 80°C durante 16 horas y, sobre muestra seca y molida a 1 mm, se determinaron humedad residual de la muestra seca al aire, materia orgánica (MO), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) según los métodos descritos por Castro (1994), y digestibilidad de la materia orgánica *in vitro* (DIV) con líquido ruminal según el método de Tilley-Terry modificado por Alexander (1969). En una alícuota de la submuestra fresca se determinó el contenido en nitrógeno (N) total Kjeldhal, expresándose el contenido en proteína bruta (PB) como $\text{N} \times 6.25$. Sobre el extracto de 50 g de muestra fresca de ensilado, macerada a temperatura ambiente durante 2 horas en 150 ml de agua destilada, se determinó pH, N amoniacal (N-NH_3) con un electrodo selectivo (Orion), y ácidos de fermentación (láctico, LCT; acético, ACT y butírico, BUT) por cromatografía de gases (Cardelle, 1997). El contenido en N soluble (N-SOL) del ensilado fue determinado por Kjeldhal, tras maceración de muestra fresca con agua destilada a 80°C . En la expresión de los resultados no se realizaron correcciones por la pérdida de volátiles en la estufa durante el secado.

Análisis estadístico

Para cada determinación analítica se estimó la varianza de la población de muestras de tamaño n tomadas en el mismo silo (S_p^2) a partir de las varianzas observadas en cada uno de los 99 silos (S_i^2) y del número de muestras por silo (n_i) según la expresión $S_p^2 = \Sigma((n_i-1)S_i^2) / \Sigma(n_i-1)$. La relación entre el número de muestras tomadas por silo (n) y el error probable de la estima de la media (e) para cada parámetro se calculó a partir de la expresión $|e| = (t_{\alpha/2, v} + t_{\beta, v}) S_p / n^{0.5}$, donde n es el tamaño de muestra necesario para detectar una diferencia e , en valor absoluto, entre la verdadera media y su estimación en la muestra, con significación $1-\alpha$ y potencia $1-\beta$, siendo v los grados de libertad empleados en el cálculo de la varianza, y $S_p / n^{0.5}$ el error estándar de la media estimada con dicho tamaño de muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del conjunto de los 99 silos estudiados, pertenecientes todos ellos a explotaciones de más de 30 vacas, el 87% eran de primer corte, predominando los confeccionados con hierba no presecada (90%) y tratada con aditivos (64%), siendo el ácido fórmico el aditivo más usado. Las máquinas utilizadas en la cosecha de la hierba fueron remolques autocargadores y picadoras en un 26 y 74% de los casos, respectivamente. Los valores medios de la composición química de los silos (Tabla 1) indican que, en general, procedían de hierba de buena calidad atendiendo a los valores de proteína bruta (14,5% MS) y digestibilidad *in vitro* (72,3%) del ensilaje. A pesar de la alta humedad media (19,6% MS), la calidad fermentativa fue aceptable, con un valor de pH inferior al de estabilidad indicado por Haigh (1987) para ensilajes de hierba, un contenido en N amoniacal (expresado en % del N total) menor del 10% y en N soluble (en % del N total) inferior al 50%. Sin embargo, el valor medio de ácido butírico sobrepasa el límite del 0,5% MS, indicado por Dulphy y Demarquilly (1989) para una buena calidad de conservación.

La mayor variabilidad entre silos para los parámetros de composición química fue observada para los productos de fermentación, con coeficientes de variación (cv) del 56,3; 54,7; 123,0; 80,0 y 24,3 % para los ácidos láctico, acético, butírico, N amoniacal y N soluble, respectivamente. Los valores correspondientes al cv para materia seca, materia orgánica, proteína bruta y digestibilidad *in vitro* fueron de 13,9; 3,9; 16,6 y 7,2 %, respectivamente.

Tabla 1.- Composición química y digestibilidad *in vitro* (DIV) del ensilaje

	MS (%)	MO (%MS)	PB (%MS)	FND (%MS)	FAD (%MS)	pH	LCT (%MS)	ACT (%MS)	BUT (%MS)	N-NH ₃ (%MS)	N-SOL (%MS)	DIV (%)
Total muestra (n=99)												
Media	19,61	86,34	14,54	53,55	38,62	4,08	6,28	2,63	0,78	0,20	1,11	72,39
s.d.	2,73	3,44	2,42	6,94	3,28	0,39	3,54	1,44	0,96	0,16	0,27	5,23
c.v.	13,92	3,98	16,64	12,95	8,49	9,55	56,36	54,75	123,0	80,0	24,32	7,22
min.	14,0	78,50	10,00	40,07	31,79	3,53	2,01	0,62	0,00	0,03	0,60	55,00
máx.	30,5	93,37	21,72	67,20	47,38	5,73	16,76	8,14	3,54	1,16	2,21	80,50

s.d.: desviación estándar de la media ; c.v.: coeficiente de variación; min.: valor mínimo; máx.: valor máximo

En la Tabla 2 se reflejan los coeficientes de correlación entre los valores medios por silo de MS y DIV con los restantes parámetros analíticos. Se detectaron correlaciones significativas ($p < 0,05$) de MS con PB, FND, pH y ácidos láctico y acético ($r = -0,38; 0,41; 0,22; -0,29$ y $-0,34$, respectivamente) y de DIV con MO, PB, FND, FAD, pH, ácidos láctico y butírico y N amoniacal ($r = -0,33; 0,41; -0,68; -0,69; -0,75; 0,65; -0,70$ y $-0,69$, respectivamente).

En la Tabla 3 se presentan los valores de la varianza para los diferentes parámetros analíticos dentro de un mismo silo. Comparando la relación existente entre el coeficiente de variación entre silos y dentro de un mismo silo se observa que el primero es de 2 a 3 veces superior al segundo para la mayor parte de los parámetros, siendo para MO y DMO, 1,6 y 4,0 veces superior, respectivamente. A su vez, mientras la variabilidad entre muestras de un mismo silo es baja para DIV y MO (cv 1,79 y

2,48, respectivamente) y relativamente baja ($cv < 6\%$) para MS, PB, FND, FAD y pH, la correspondiente al contenido en ácidos de fermentación (en particular el de ácido butírico) y N amoniacal es mucho más elevada ($cv > 25\%$) siendo intermedia, a este respecto, la del N soluble ($cv 9,8\%$). Realizado un test de normalidad (PROC UNIVARIATE, SAS version 6.12) sobre las 291 muestras estudiadas no se encontraron desviaciones apreciables de una distribución normal para ninguno de los parámetros, con la salvedad del contenido en ácido butírico, la forma de cuya distribución era marcadamente asimétrica.

Tabla 2.- Correlación de MS (%) y DIV (%) con los restantes parámetros analíticos

		MO (%MS)	PB (%MS)	FND (%MS)	FAD (%MS)	pH	LCT (%MS)	ACT (%MS)	BUT (%MS)	N-NH ₃ (%MS)	N-SOL (%MS)
MS (%)	r	0,065	-0,380	0,412	0,102	0,221	-0,298	-0,345	0,111	0,110	-0,166
	p	0,535	0,000	0,001	0,330	0,028	0,003	0,001	0,273	0,280	0,110
DIV (%)	r	-0,333	0,417	-0,688	-0,699	-0,756	0,650	-0,113	-0,702	-0,697	-0,130
	p	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,265	0,0001	0,0001	0,213

Tabla 3.- Varianza entre muestras tomadas dentro del mismo silo (S^2_p)

	MS (%)	MO (%MS)	PB (%MS)	FND (%MS)	FAD (%MS)	pH	LCT (%MS)	ACT (%MS)	BUT (%MS)	N-NH ₃ (%MS)	N-SOL (%MS)	DIV (%)
Total muestra												
Media	19,90	86,34	14,26	53,90	38,66	4,09	6,08	2,65	0,76	0,21	1,11	72,18
S^2_p	1,36	4,60	0,63	6,72	3,57	0,022	2,66	0,50	0,32	0,003	0,012	1,68
g.l.	192	179	179	68	179	152	191	191	191	191	182	192
c.v.	5,86	2,48	5,56	4,80	4,88	3,62	26,82	26,68	42,10	26,08	9,86	1,79

g.l.: grados de libertad de la estimación de la varianza c.v.: coeficiente de variación

El número mínimo de muestras necesario para estimar la media de cada parámetro de un silo con un error probable de entre 2,5 y 15% de la verdadera media, a un nivel de significación α de 0,05 y 0,10, se presenta en la Tabla 4, habiéndose fijado el grado de confianza en la decisión en el 80% ($1-\beta$). Habitualmente se admite la recomendación acerca de que son suficientes dos puntos de muestreo, tomados en las dos mitades de una diagonal del silo para obtener una muestra representativa (Alexander, 1960), lo cual difiere de los resultados del presente estudio, dado que el error de estimación de la mayor parte de los parámetros con dicho tamaño de muestra sería inaceptable.

Claramente se observa la necesidad de aceptar errores de estimación muy superiores para los resultados de ácidos de fermentación y N amoniacal, comparados con el resto de los parámetros analíticos, lo cual concuerda con los resultados de Haslemore et al., (1981), quienes estudiando la variabilidad encontrada en el muestreo del frente de silos de hierba indicaban que mientras que se requerían siete muestras para estimar DIV con el 3% de error probable ($\alpha=0,05$), serían necesarias 30 muestras para estimar el contenido en ácidos láctico y acético con error del 22%, al mismo nivel de significación.

En la tabla 5 se relaciona el error probable de estimación de la media de los diferentes parámetros, en porcentaje, cuando el tamaño de muestra oscila entre 1 y 10, con significación $\alpha=0,05$ y $\beta=0,2$. Un muestreo en cinco puntos por silo permitiría estimar los parámetros MS, PB, FND y FAD con un error cercano al 6-7% de la media, mientras que para pH y MO sería del 4 y 3%, respectivamente y para DIV menor del 2,5%. Con este tamaño de muestra los errores de estimación de los productos de fermentación son netamente superiores (aproximadamente 32-34% para ácidos láctico, acético y N amoniacal, y alrededor del 12% para el N soluble) pese a lo cual podrían ser aceptables para los muestreos de rutina, dado el carácter indicativo de dichos parámetros. Se destaca la elevada imprecisión en la estimación del ácido butírico.

Tabla 4.- Tamaño de muestra requerido para cometer un error probable en la estimación de la media entre el 2,5 y el 15%

Error probable	Número de muestras tomadas con sonda en el silo							
	$\alpha=0,05$				$\alpha=0,10$			
	2.5%	5%	10%	15%	2.5%	5%	10%	15%
MS (%)	45	12	3	2	36	9	3	2
MO (%MS)	8	2	2	2	7	2	2	2
PB (%MS)	38	10	3	2	30	8	2	2
FND (%MS)	31	8	2	2	24	6	2	2
FAD (%MS)	31	8	2	2	24	6	2	2
PH	17	5	2	2	24	6	2	2
LCT (%MS)	>50	>50	>50	24	>50	>50	43	19
ACT (%MS)	>50	>50	>50	26	>50	>50	46	21
BUT (%MS)	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
N-NH ₃ (%MS)	>50	>50	>50	26	>50	25	7	3
N-SOL. (%MS)	>50	31	8	4	>50	25	7	3
DIV (%)	5	3	3	2	4	2	2	2

Tabla 5.- Error probable de la estimación de la media de cada parámetro, en %, al variar entre 1 y 10 el número de muestras tomadas por silo ($\alpha=0,05$)

	1 ^(*)	Número de muestras tomadas con sonda por silo								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
MS (%)	16,7	11,7	9,6	8,4	7,5	6,8	6,3	5,9	5,6	5,3
MO (%MS)	6,9	4,9	4,0	3,5	3,1	2,8	2,6	2,4	2,3	2,2
PB (%MS)	15,2	10,8	8,8	7,6	6,8	6,2	5,8	5,4	5,1	4,8
FND (%MS)	13,5	9,7	7,9	6,8	6,1	5,6	5,2	4,8	4,5	4,3
FAD (%MS)	13,7	9,7	7,9	6,8	6,1	5,6	5,2	4,8	4,6	4,3
pH	10,2	7,2	5,9	5,1	4,5	4,1	3,8	3,6	3,4	3,2
LCT (%MS)	72,7	51,7	42,2	36,5	32,7	29,8	27,6	25,8	24,3	23,1
ACT (%MS)	75,5	53,7	43,8	37,9	33,9	31,0	28,7	26,8	25,3	24,0
BUT (%MS)	205,2	145,8	119,1	103,1	92,2	84,2	77,9	72,9	68,7	65,2
N-NH ₃ (%MS)	75,9	53,9	44,0	38,1	34,1	31,1	28,8	26,9	25,4	24,1
N-SOL. (%MS)	27,6	19,6	16,0	13,9	12,4	11,3	10,5	9,8	9,2	8,7
DIV (%)	5,0	3,5	2,9	2,5	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	1,6

(*) el valor de t es aproximado por una normal Z

Para silos realizados con forraje del que se espera menor variabilidad que la observada en este trabajo (hierba de la misma pradera, praderas monofitas, baja contaminación por tierra, etc) sería posible reducir los puntos de muestreo, pese a lo cual consideramos que, en cualquier caso, aquellos no deben ser menos de tres por silo, tomados a lo largo de una diagonal, a fin de asegurar la representatividad de la toma de muestras.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren la necesidad de modificar la práctica de toma de muestras habitual en las rutinas de campo, en las condiciones semejantes a las estudiadas, incrementando el número de muestras por silo para no comprometer la validez de los resultados analíticos proporcionados por el laboratorio. A título orientativo se indica un tamaño de muestra de entre tres y cinco puntos de sondaje por silo, en función de la variabilidad esperada en el forraje ensilado. En cualquier caso, los valores relativos al contenido en ácidos de fermentación y N amoniacal deben considerarse puramente orientativos acerca de la calidad de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jesús Moreno, del CIAM, por la discusión de los resultados, así como al LAF y a la Sección de Análisis Instrumental del CIAM por la realización de los análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 n° 23. British Grassland Society. 20-23.
- CARDELLE, M., 1997. Comunicación personal acerca de la adaptación a la rutina del L.A.F. de Mabegondo del método descrito por Stern y Endres, (1991).
- CASTRO, P., 1994. *Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo próximo (NIRS) y evaluación nutritiva de pastos*. Tesis de Doctorado. Microficha n° 408. Servicio de Publicacións e Intercambio Científico. U.S.C. Santiago de C. (España).
- HAIGH, P., 1987. The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silage on commercial farms. *Grass and Forage Science*, **42**, 1-18.
- HASLEMORE, R.M. y HOLLAND, R., 1981. Sampling and chemical compositions of silage from a farm stack: variation in moisture content and in degree of fermentation. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **9**, 85-89.
- DULPHY, J.; DEMARQUILLY, C., 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. En: *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. Ed. INRA publications, 81-104. París (Francia).
- STERN, M.; ENDRES, M., 1991. *Laboratory Manual. Research Techniques in Ruminant Nutrition*. Department of Animal Science. University of Minnesota.
- WILKINSON, M., 1988. Sampling and Analysing Silage. En: *Silage UK*, 5th edition, 151-153. Ed. M.WILKINSON. Chalcombe Publications. Marlow. (Reino Unido)

VARIABILITY IN ROUTINE ANALYTICAL PARAMETERS OF GALICIAN FARM HERBAGE SILAGES SAMPLED BY CORING

SUMMARY

A total of 99 galician (NW Spain) farm herbage silages made from mixed swards were sampled by full coring in different points and individual samples subjected to routine analysis for chemical composition, fermentation quality and *in vitro* digestibility (IVD). Within silo variability was much higher for fermentation constituents (other than pH) compared with the rest of the parameters. Minimum sample numbers required for representative sampling were estimated using the Student's t-test. It is suggested that five full cores per silo will give good representative samples, allowing the estimation of the mean, at a 95% significance and 80% confidence, with errors around 2.5% for DIV, 3% for organic matter, 4% for pH and 6-7% for fiber, crude protein, and dry matter contents. Since sample sizes required for estimating the rest of the fermentation parameters with similar degree of precision are impractical for routine laboratory assessment of farm silages, it should be accepted a greater margin of error, with less confidence for such constituents.

Key words: silo, sample size, laboratory analysis.

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DISCRIMINANTE EN LA CLASIFICACIÓN DE ESPECIES HERBÁCEAS POR NIRS

A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, B. DE LA ROZA DELGADO Y A. ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo. 13. 33300 Villaviciosa. Asturias. (España).

RESUMEN

Para evaluar la capacidad del análisis discriminante (AD) por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para la clasificación de forrajes procedentes de praderas mono y polifitas, se recogieron los espectros NIR (1100-2500 nm) de 400 muestras de forrajes comúnmente empleados para ensilar en Asturias. Se formaron cuatro poblaciones atendiendo a características comunes: género-variedades de bromo (*Bromus catharticus*; n=78; BR), dactilo (*Dactylis glomerata*; n=61; DG), y raygrases italiano anual y bisanual e inglés (*Lolium*; n=222; RG) o sus mezclas y praderas polifitas agrupadas como praderas (n=39; PR), incluyendo como tales algunas mezclas manuales.

Se desarrollaron modelos de AD por PLS (mínimos cuadrados parciales) sobre la información espectral en las combinaciones binarias, ternarias y cuaternarias de los cuatro grupos establecidos: BR, DG, RG y PR.

Los resultados mostraron buena asignación según géneros. BR, DG y RG obtuvieron un porcentaje de éxito en la separación de modelos binarios superior al 90%, con algunas asignaciones dudosas, siendo nulo el número de muestras mal clasificadas. Los RG y las PR presentaron cuatro muestras mal clasificadas, lo que denota un solapamiento entre ambas poblaciones. Los modelos generados con tres y el total de los grupos, confirman la potencialidad del AD para efectuar una correcta clasificación cuando no hay solapamiento entre categorías establecidas.

Aunque estos resultados han de ser corroborados con el desarrollo de modelos discriminantes generados con mayor número de muestras y poblaciones en las que no interfiera tanto la variabilidad externa, la tecnología NIRS se presenta capaz de realizar clasificaciones por especies herbáceas a partir de datos espectrales.

Palabras clave: NIR, análisis cualitativo, bromo, dactilo, raigrás, praderas.

INTRODUCCIÓN

La calidad fermentativa de un ensilado de hierba depende, entre otros factores, del forraje de partida y, dentro de éste, la composición botánica de la pradera a ensilar determina su aptitud para el ensilado o ensilabilidad (Argamentería *et al*, 1997). En función de las especies que configuran una pradera, el contenido en carbohidratos solubles y la resistencia a la acidificación varían sensiblemente.

Trabajos previos desarrollados en el Dpto. de Producción Animal, Pastos y Forrajes del SERIDA, han puesto de manifiesto la viabilidad de la reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para predecir cuantitativamente los parámetros que definen la ensilabilidad de un forraje -contenido en materia seca, azúcares solubles y capacidad tampón- (Martínez *et al*, 1995), así como la composición físico-química y digestibilidad del ensilado resultante (Martínez *et al*, 1990; De la Roza y Martínez, 1992; De la Roza *et al*, 1996) e incluso, la respuesta animal, en términos de digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica y contenido en energía metabolizable de dichos ensilados (De la Roza *et al*, 2000).

En este trabajo se pretende aplicar el análisis espectroscópico cualitativo basado en la información espectral de las muestras. La asociación de dicha información con poderosos algoritmos matemáticos permiten identificaciones (García-Criado *et al*, 1991; García-Ciudad *et al*, 1993), incluso cuando las diferencias en absorbancia en toda la región espectral son muy pequeñas (Mark, 1992).

El objetivo de este estudio ha sido evaluar el análisis discriminante NIRS, para identificar los forrajes monofitos y polifitos y, dentro de los monofitos, clasificarlos según géneros, entre los comúnmente empleados para ensilar en nuestra región.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se reunió una colección de 400 forrajes de parcelas experimentales del SERIDA y de diversas explotaciones asturianas entre los años 1992 y 1999, que incluían muestras de raigrás italiano anual y bisanual (*Lolium multiflorum*; n=128), raigrás inglés (*Lolium perenne*; n=94), DG (*Dactylis glomerata*; n=61) y BR (*Bromus catharticus*; n=78), así como mezclas preestablecidas y praderas polifitas naturales y sembradas (n=39). En cada población se contempló gran variabilidad, con diferencias estacionales, según años, de fertilización (diferentes dosis de abonado), de estado de madurez (distintas fechas de corte) y de localización. En las mezclas se incluyeron variaciones en composición botánica (diferentes % de *Trifolium repens*) presencia de adventicias (*Rumex obtusifolius*, *Plantago sp*, *Ranunculus sp*, etc.), en procesado (forma de desecación), fertilización, etc.

Preparación de las muestras: Un elevado porcentaje de muestras habían sido liofilizadas (n=300), otras se desecaron en estufa de aire forzado a 60°C (n=80) y un pequeño número (n=20) lo fueron en horno microondas (1200W, 10 min), previamente a su molienda a 0,75 mm, con vistas al análisis por vía húmeda y NIR.

Recogida de datos espectrales: Los espectros de cada muestra fueron recogidos por duplicado (en diferentes cargas) como $\log 1/R$, (R= reflectancia), utilizando un equipo 5000 (Foss NIRSystem, MD, USA) de barrido continuo entre 1100 y 2500 nm, (con lecturas a intervalos de 2 nm), equipado con módulo de giro y provisto del software ISI NIRS 3 v 3.11 (ISI, 1998). A continuación los espectros de cada muestra fueron promediados y tratados matemáticamente con el paquete estadístico WINISI 1.02.

Análisis discriminante: Los espectros se reagruparon en cuatro poblaciones establecidas atendiendo a sus características comunes. Trés según género, en el caso de variedades de BR, DG y RG italiano e inglés. La cuarta incluía las mezclas manuales y praderas polifitas (agrupadas como PR en general). En cada grupo fueron eliminadas las muestras atípicas (una de BR, dos de DG, nueve de RG) según el algoritmo CENTER empleando como estadístico la distancia de Mahalanobis ($H > 3$) al espectro promedio de cada grupo (Shenk y Westerhaus, 1991), utilizando en todos los casos SNVD (Barnes *et al*, 1989) como pretratamiento de los datos espectrales a fin de minimizar los efectos del tamaño de partícula y dispersión de la luz. El procedimiento fue optimizado aplicando como tratamiento matemático la primera derivada de los espectros. Para eliminar la información redundante de éstos, se realizó un análisis por componentes principales.

A continuación se desarrollaron los modelos de clasificación mediante un AD por PLS. Para la evaluación del modelo se empleó una validación cruzada, donde, cada una de las *i* muestras es clasificada mediante el modelo generado a partir de las *n-i* restantes. Como opciones para la separación de grupos, se utilizaron 12 factores y seis grupos de validación cruzada. Los límites de

separación se establecieron de acuerdo con WINISI (1998) considerando muestras bien clasificadas aquellas con valores próximos a dos, mal clasificadas si resultaba igual o inferior a uno e inciertas con valores próximos a 1,5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para que un análisis discriminante efectúe una correcta clasificación, la proyección de los datos en el espacio multidimensional que define cada grupo, ha de permitir que cada uno de los grupos se encuentre aislado de los restantes que se hayan incluido para el desarrollo del modelo, es decir, no debe haber solapamiento. La distancia entre dos grupos ha de ser dos veces la UCL (límite de control superior) según Mark (1992). Si hay solapamiento, situación que acontece cuando la distancia entre dos grupos es menor de dos, pueden asignarse clasificaciones dudosas o fallidas.

De acuerdo con este concepto teórico, se realizó un primer AD para intentar separar las poblaciones de RG italiano anual, bisanual y de RG inglés. A pesar de que un AD por PLS emplea no sólo la información espectral de cada muestra, sino también características externas como origen geográfico, número de corte, influencia de fertilización, etc., la gran variabilidad considerada en cada grupo dentro de este trabajo, imposibilitó que la distancia espacial de sus proyecciones permitiera una clara separación entre muestras de diferente especie. Por este motivo, se reagruparon en una única población considerando como característica común pertenecer al género *Lolium* (raigrás; RG). Se desarrollaron a continuación los modelos de AD por PLS sobre la información espectral en todas las combinaciones binarias posibles entre los cuatro grupos establecidos: BR; DG; RG y PR. Ver resultados de la validación cruzada en tabla 1.

Tabla 1. Resultados de clasificación a partir de datos espectrales por análisis discriminante (PLS), en combinaciones binarias entre las poblaciones establecidas.

	BR vs DG		BR vs RG		BR vs PR		PR vs DG		PR vs RG		DG vs RG	
Nº de muestras totales	77	59	77	213	77	39	39	59	39	213	59	213
Mal clasificadas	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Bien clasificadas	76	56	71	202	77	35	33	57	24	201	54	201
Dudosas	1	3	5	11	0	4	6	2	11	12	5	12
% aciertos en la clasificación	98,7	94,9	92,2	94,8	100	89,7	84,6	96,6	61,5	94,4	91,5	94,4

BR: Bromo; DG: Dactilo; RG: Raigrás; PR: Praderas

Los resultados muestran buena asignación según géneros. BR, DG y RG obtuvieron un porcentaje de éxito en la separación superior al 90%, con algunas asignaciones dudosas siendo nulo el número de muestras mal clasificadas. RG y PR presentaron mayor dificultad para una correcta clasificación, lo que denota un solapamiento entre ambos grupos. Resultado esperable, si tenemos en cuenta que las praderas de la Cornisa Cantábrica contienen un elevado porcentaje de raigrás (incluso > 80%). DG se separa claramente de las PR según el modelo desarrollado. Según Piñeiro (1994), las gramíneas predominantes en la siembra de praderas con más de un 90% de la semilla utilizada son *Lolium multiflorum* Lam., *Lolium perenne* L. y *Dactylis glomerata* L., El DG representa un 6,5% del total.

El BR por su parte es un género relativamente joven en la escena agrícola pratense europea y aunque en el futuro podría convertirse en sustituto del raigrás italiano cuando se busca mayor duración de la pradera (Martínez y Piñeiro, 1996), su presencia actualmente en las praderas es ínfima, por lo que resulta muy fácil de separar de las mismas. Evaluado el potencial de los modelos binarios establecidos con estas poblaciones tan heterogéneas, se desarrollaron calibraciones discriminantes para establecer las clasificaciones entre tres poblaciones y finalmente con el total de los grupos considerados. Los resultados obtenidos para combinaciones posibles de tres grupos: bromo, dactilo y raigrás y bromo, dactilo y pradera, se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de clasificación de datos espectrales por análisis discriminante (PLS) en las combinaciones bromo, dactilo y raigrás y bromo, dactilo y pradera.

	BR vs DG vs RG			BR vs DG vs PR		
Nº de muestras totales	77	59	213	77	59	39
Mal clasificadas	0	0	0	0	0	0
Bien clasificadas	70	45	209	75	53	24
Dudosas	7	14	14	2	6	15
% aciertos en la clasificación	90,9	76,3	98,1	97,4	89,8	61,5

BR: Bromo; DG: Dactilo; RG: Raigrás; PR: Praderas

Estos resultados confirman la capacidad del AD para la clasificación de especies herbáceas, con error aceptable sobre muestras no empleadas en el desarrollo del modelo, a excepción de las PR, debido fundamentalmente al reducido número de muestras que forman la población y la poca uniformidad que existe entre ellas.

Los datos de validación cruzada del análisis discriminante realizado con las cuatro poblaciones incluidas en este estudio, se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de clasificación a partir de datos espectrales por análisis discriminante (PLS) de bromo, dactilo, raigrás y pradera.

	BR , DG, RG y PR			
Nº de muestras totales	77	59	213	39
Mal clasificadas	0	0	2	9
Bien clasificadas	64	27	166	11
Dudosas	13	32	45	19
% aciertos en la clasificación	83,1	45,8	77,9	28,2

BR: Bromo; DG: Dactilo; RG: Raigrás; PR: Praderas

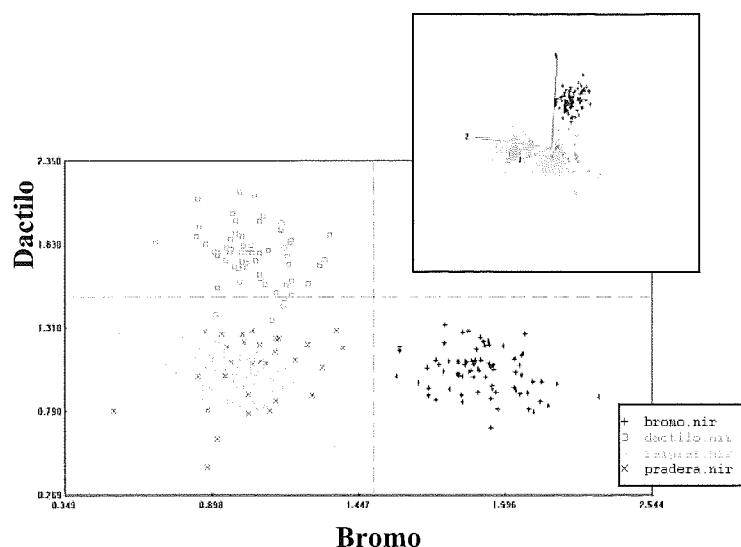
Los resultados confirman la potencialidad del AD para efectuar una correcta clasificación siempre y cuando no haya solapamiento entre las categorías establecidas. De hecho, se han desarrollado modelos para clasificaciones tan diversas como composición botánica (García-Criado *et al*, 1991; García-Ciudad *et al*, 1993), el análisis de la grasa de cerdo (García Olmo *et al*, 2001) o cultivares de ginseng (Woo *et al*, 2000).

Ya se ha comentado que los RG y DG son los géneros que en un mayor porcentaje integran las praderas de la España húmeda, lo que imposibilita la separación espacial completa de las poblaciones, de ahí los mayores porcentajes de error. Sin embargo, según se puede apreciar por las localizaciones tridimensionales de las muestras (figura 1), las clasificaciones dudosas de DG presentan valores de referencia superiores al 1,7, ello conlleva que aunque se les asigne a su grupo, el valor de referencia por sí mismo no es lo suficientemente seguro. Lo concerniente a PR se ratifica por el escaso número de muestras que integran el grupo.

CONCLUSIONES

Si bien estos resultados preliminares han de ser corroborados con modelos discriminantes generados con mayor número de muestras y poblaciones en las que no interfiera tanta variabilidad externa, la tecnología NIRS se presenta capaz de realizar clasificaciones por especies herbáceas a partir únicamente de los datos espectrales. La investigación en diferentes tratamientos matemáticos, rango de longitudes de onda y optimización del modelo discriminante redundará en una mayor eficiencia de clasificación.

Figura 1. Distribución espacial de las poblaciones según análisis discriminante.



AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al INIA la cofinanciación recibida y al personal del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA, por su colaboración en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. de la; MARTÍNEZ, A.; SANCHEZ, L.; MARTÍNEZ, A., 1997. *El ensilado en Asturias*. Ed.: Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias. 127 pp. (España)
- BARNES, R. J.; DHANOA, M. S.; LISTER, S. J., 1989. Standard normal variate transformation and de-trending of Near Infrared Diffuse Reflectance Spectra. *Applied Spectroscopy*, **43** (5), 772-777.
- GARCÍA-CIUDAD, A.; GARCÍA-CRIADO, B.; PÉREZ-CORONA, E.; R VAZQUEZ DE ALDANA, B.; RUANO-RAMOS, A., 1993. Application of Near Infrared Reflectance Spectroscopy to chemical analysis of heterogeneous and botanically complex grassland samples. *J. Sci. Food Agric.*, **63**, 419-426.
- GARCÍA-CRIADO, B.; GARCÍA-CIUDAD, A.; PÉREZ-CORONA, E., 1991. Prediction of botanical composition in grassland herbage samples by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.*, **57**, 507-515.
- GARCÍA OLMO, J.; DE PEDRO, E.; GARRIDO, A.; GUTIÉRREZ, R., 2001. Análisis cualitativo de grasa de cerdo ibérico mediante espectroscopía NIR para la evaluación de la alimentación en la etapa de cebo. *ITEA. IX Jornadas sobre Producción Animal*. Vol. Extra, nº 22 Tomo II: 604-606. Zaragoza.
- ISI. 1998. *The complete software solution for routine analysis, robust calibrations and networking manual*. FOSS NIRSystems. Infrasot International, LLC. MD, USA.
- MARK, H., 1992. Qualitative Discriminant Analysis. En *Handbook of Near-Infrared Analysis*. 329-363. Ed. D. A. Burns y E. W. Ciurczak. Marcel Dekker, Inc. New York.
- MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, 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. En: *Actas XXXV Reunión Científica de la S. E. E. P.* 335-361. Tenerife.
- MARTÍNEZ, A.; PIÑEIRO, J., 1996. Disponibilidad de la producción de la alfalfa y de las mezclas de raigrás italiano o de bromo con trébol violeta. En: *Actas XXXVI Reunión Científica para el Estudio de los Pastos*. 251-256. Logroño.

MARTINEZ, A.; ROZA, B. de la; ARGAMENTERIA, A., 1990. Valoración bromatológica de ensilados de hierba en la zona litoral de Asturias por reflectancia de infrarrojos. En: *Actas XXX Científica de la S. E. E. P.* 419-426. San Sebastián.

PIÑEIRO, J., 1994. Especies y mezclas pratenses para la España húmeda. En: *Actas XXXIV Reunión Científica para el estudio de los Pastos.* 145-160. Santander.

ROZA, B. de la; MARTINEZ, A., 1992. The use of near infrared reflectance spectroscopy to predict the nutritive value and *in vivo* digestibility of grass silages. En: *Making light work: Advances in near infrared spectroscopy.* 269-272. Ed.: Murray, I y Cowe, I. A. (VCH). Weinheim, New York (USA).

ROZA, B. de la; MARTÍNEZ, A.; MODROÑO, S., 1996. Determination of the quality of fresh silage by near infrared reflectance spectroscopy. En: *Near Infrared Spectroscopy the Future Waves.* 537-541. Ed.: Davies, A. M. C. y Williams, P. NIR Publications. UK.

ROZA, B. de la; MARTÍNEZ, A.; MODROÑO, S.; FLORES, G. y ARGAMENTERÍA, A., 2000. A comparison of near infrared spectroscopy with neutral detergent cellulase techniques to predict the *in vivo* digestibility of grass silages. En: *Proceedings of the 9th International Conference.* NIR Publications. Chichester. 661-665. Ed.: Davies, A. M. C. y Giangiacomo, R.

SHENK, J. S.; WESTERHAUS, M. O., 1991. New standarization and calibration procedures for NIRS analytical systems. *Crop Science*, **31**, 1694-1696.

WINISI, 1998. ISI Windows Near Infrared Software. WINISI II. Manual. 225 pp. Infrasoftware International, LLC. Foss NIRSystem / TECATOR.

WOO, Y.; CHANG, S.; KIM H.; CHO, J., 2000. Classification of cultivation years of ginseng using near infrared reflectance spectroscopy. En: *Proceedings of the 9th International Conference.* NIR Publications. Chichester. 523-527. Ed.: Davies, A. M. C. y Giangiacomo, R.

DISCRIMINANT ANALYSIS TO CLASSIFY SWARD SPECIES BY NIRS

SUMMARY

NIRS was applied to evaluate discriminant analysis (DA) capability for the classification of mono and poliphytes forages, using spectral information. The spectra were collected over 1100-2500 nm on 400 green forage samples, used to make silages in Asturias. Four groups were defined according to similar characteristics: genus- *Bromus catharticus* (n=78; BR), *Dactylis glomerata* (n=61; DG), *Lolium multiflorum* and *Lolium perenne* (n=222;RG) or their mixtures and meadows (n=39; PR). In order to get the most relevant information associated at different sample groups DA in PLS was performed on spectral data, using binary, ternary and quaternary combinations (BR, DG, RG and PR).

Results showed a good classification into binary combinations. The samples correctly classified (BR; DG and RG sets) were upper than 90%. Some of them, assigned unambiguously and not one data misclassification. RG and PR computed some errors. It means that these two populations are close, the boundaries overlapped. The models performed with ternary and quaternary combinations confirmed the DA potential as a tool to sward species classification when the multidimensional space regions space between groups are well isolated. Although these are not enough to allow definitive conclusion, these results are promising and show the possibility to use NIR DA in the classification of sward species. It is necessary to improve the DA model with more samples and populations without external effects.

Key words: NIR, qualitative analysis, flat brome grass, cocksfoot, ryegrass, prairies.

PREDICCIÓN DEL CONTENIDO DE FÓSFORO Y POTASIO EN PASTOS DE DEHESA UTILIZANDO ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO

E.M. FERRERA, F.J. VIGUERA, L. OLEA, L. COLETO

Dpto. de Biología y Producción de los Vegetales. Escuela de Ingenierías Agrarias. Apdo 311.

Universidad de Extremadura. Badajoz. jviguera@unex.es

RESUMEN

El estudio se centra en determinar la aceptabilidad de las predicciones del contenido de fósforo y potasio, mediante técnica NIRS, en pastos procedentes de distintas dehesas extremeñas. Los resultados de las calibraciones fueron bastante aceptables, para el fósforo, obteniendo un coeficiente de determinación múltiple (R^2) en calibración de 0,91 y en validación de 0,82, el error típico de la estimación (SEE) fue de 0,04 y el de predicción (SEP) de 0,05. Los resultados hallados en el potasio fueron, R^2 de 0,86 y 0,67 para calibración y validación respectivamente y un SEE de 0,21 y SEP de 0,28. Obteniéndose resultados aceptables para realizar cuantificaciones aproximadas de ambos minerales en estos pastos de dehesa.

Palabras clave: NIRS, calidad de forraje, minerales, calibración, validación.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS) para el análisis de diversos forrajes ya es un hecho confirmado por varios autores con la obtención de ecuaciones de calibración y de validación aceptables para estimar distintos parámetros de su valor nutritivo por ello la técnica NIRS, un sistema de análisis recomendado por numerosos investigadores. Esta tecnología se muestra así misma, como un potencial para la predicción de la digestibilidad e incluso de la respuesta animal (digestibilidad de la materia orgánica, energía metabolizable, etc.) tan preciso como los análisis convencionales de laboratorio (Marten *et al.*, 1984). Se trata de una técnica no destructiva, que no genera contaminación medioambiental por no utilizar reactivos químicos y tan solo requiere como paso previo al análisis de la muestra de pasto, una adecuada eliminación de la humedad y un picado que caracterice a la muestra como homogénea. Esta idea es especialmente atractiva, no sólo por la rapidez de la obtención de los resultados sino también por el ahorro de recursos materiales y humanos que conlleva siendo para gran parte de investigadores es una alternativa que supera los inconvenientes de las técnicas de análisis convencional (Lübberstedt *et al.*, 1997).

La espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS) se ha utilizado con éxito para predecir componentes de la calidad en cultivos forrajeros desde que Norris *et al.* (1976) comenzaran a emplearla para análisis de forrajes (García *et al.*, 1993). Aunque dentro de las fracciones químicas que caracterizan la calidad de los forrajes, son las inorgánicas las menos determinadas por esta técnica o así lo demuestra el volumen de publicaciones dedicadas a los parámetros orgánicos frente a los inorgánicos (Fósforo, potasio, magnesio, calcio, nitrógeno...). La posibilidad de determinar cuantitativamente algunos elementos minerales, se basa en la asociación de tales elementos con moléculas orgánicas o moléculas inorgánicas hidratadas (Clark *et al.*, 1987). Puede suponerse que

estos elementos forman complejos orgánicos en los alimentos y en los productos agrícolas, y la absorción de cierta longitud de onda, esta caracterizada por esa composición mineral (Vazquez de Aldana, 1992).

OBJETIVOS

En este trabajo se persigue describir la capacidad de la tecnología NIRS, para predecir los valores de fósforo y potasio en pastos procedentes de sistemas de dehesa de Extremadura que, indudablemente, resultan junto con otros muchos parámetros, imprescindibles para definir la calidad de un forraje como el que estamos tratando en este estudio. Otro de los objetivos que marca este trabajo es determinar el grado de aceptabilidad de las calibraciones y validaciones NIRS para ambos analitos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 240 pastos procedentes de catorce dehesas de las provincias de Badajoz y Cáceres, seleccionados durante los años 99, 00 y 01, con el fin de encontrar, muestras representativas de la población que posteriormente se quieren predecir (Shenk *et al*, 1981), y de las cuales se obtuvieron las ecuaciones de calibración.

En la selección en campo se eligieron muestras de muy distintos orígenes: dehesas arboladas, desarboladas, asentadas en suelos sobre pizarra y sobre granito. Las muestras se secaron en estufa a una temperatura de 70°C hasta peso constante, posteriormente se picaron en un molino de cuchillas modelo Fritsch con tamiz de 0,25 mm.

Posteriormente el fósforo y el potasio, se analizaron por el método descrito por Duque Macías (1970).

El análisis espectral se realizó con un espectrofotómetro de infrarrojo cercano con monocromador, modelo InfraAlyzer 500 (Bran+Luebbe), que cubre un rango de longitudes de onda entre 1100 a 2500 nm, proporcionando así, 700 datos por muestra, usando el programa comercial que asiste al mismo Sesame 3.01.

Se eligieron estadísticamente las mejores longitudes de onda para cada parámetro analítico, se desarrollaron las calibraciones y se validaron con el fin posterior de establecer aplicaciones para analizar el contenido de estos minerales en muestras de pasto, de forma rutinaria.

El análisis de los datos recogidos se hizo en varias fases, una vez obtenidos todos los resultados analíticos se seleccionaron los patrones más adecuados y representativos de la población objeto de estudio. Tras estudiar el comportamiento de los patrones de calibración en diversas transformaciones matemáticas de los espectros recogidos y los estudios estadísticos como regresión por mínimos cuadrados modificada (MLSR), regresión por componentes principales (PCR) y regresión por mínimos cuadrados parciales (PLSR), se hizo un análisis comparativo entre las distintas calibraciones, y el análisis estadístico elegido fue por PLSR, la transformación matemática de los espectros de calibración elegida para el caso del fósforo, fue series promediadas y normalización, para el potasio, obteniendo las ecuaciones NIRS que presentamos y elegimos como las de mejor comportamiento tanto en calibración como en validación, coincidiendo así, con Naes *et al*. 1986; Gohedart, 1990; Shenk y Westheraus, 1991, que recomiendan el método PLSR, como uno de los mejores (Vazquez de Aldana, 1992),

RESULTADOS

Como puede observarse en las tablas, los resultados obtenidos, fueron los siguientes:

Tabla 1. Datos de las muestras de Calibración

	FÓSFORO	POTASIO
N	55	52
MAXIMO	0,68	3,22
MÍNIMO	0,14	0,37
MEDIA	0,33	1,68
Ecuación de Regresión	$Y = 0,975 x + 0,0097$	$Y = 0,994 x + 0,013$

N: Número de muestras

Tabla2. Datos de las muestras de Validación

	FÓSFORO	POTASIO
N	52	53
MÁXIMO	0,62	2,7
MÍNIMO	0,16	0,9
MEDIA	0,31	1,59
Ecuación de regresión	$Y = 0,896 x + 0,027$	$Y = 0,824 x + 0,289$

N: Número de muestras

Comportamiento estadístico de las Calibraciones

Figura 1. Calibración para fósforo
R2: Coeficiente de determinación múltiple

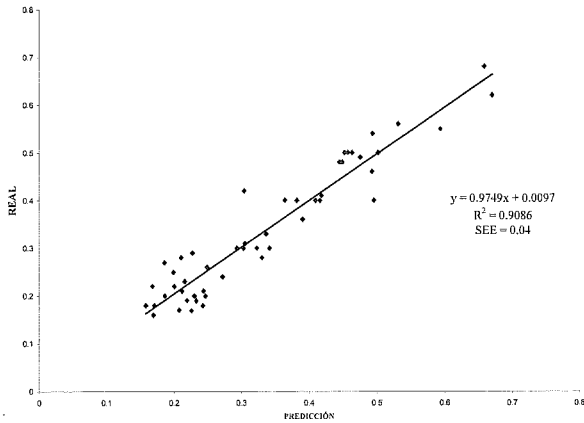


Figura 2. Calibración para potasio
R2: Coeficiente de determinación múltiple

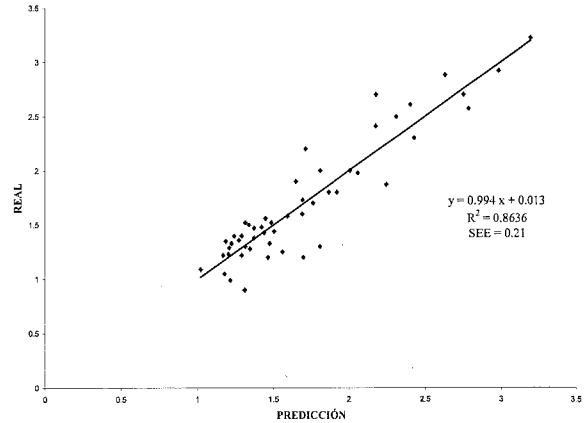


Figura 3. Validación para fósforo
R2: Coeficiente de determinación múltiple
SEP: Error de la predicción

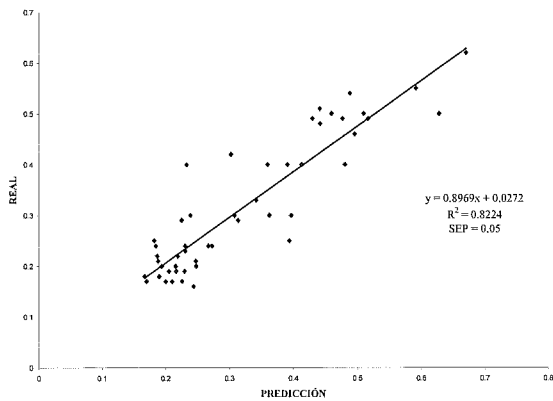
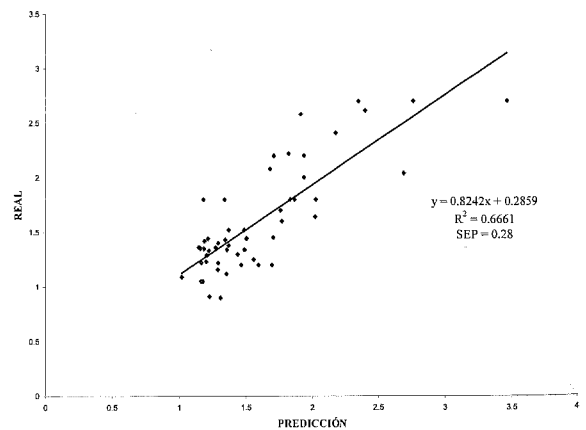


Figura 4. Validación para potasio
R2: Coeficiente de determinación múltiple
SEP: Error de la predicción



Comportamiento estadístico de las Validaciones

DISCUSIÓN

En las figuras 1 y 2, 3 y 4, se expresan los resultados de las calibraciones y validaciones para ambos parámetros analíticos, el coeficiente de determinación múltiple, para la cuantificación del fósforo es de 0,91, produciéndose un error típico de la estimación en la calibración de 0,04. En los resultados de validación, el coeficiente de determinación fue de 0,822 con un error de la predicción de 0,05.

En el caso de la calibración para el potasio, el coeficiente de determinación obtenido fue 0,86 y el error típico de la estimación de 0,21. Los resultados estadísticos de validación, fueron de 0,66 para el coeficiente de determinación y el error de la predicción de 0,28, como se aprecia en la figura 4.

Algunos autores indican que, el uso de la técnica NIRS, el número de muestras usadas en el desarrollo de las ecuaciones de calibración podría tener influencia en la precisión de la predicción de dichas ecuaciones (Rabotnikof *et al.*, 1995). Shenk *et al.* (1979), sugieren que 50 es el número mínimo para formar un grupo de muestras de calibración para desarrollar ecuaciones NIRS, sin embargo Brown *et al.* (1987) afirman que en otros estudios se demuestra que si la población de muestras es muy homogénea, se pueden desarrollar ecuaciones NIRS con menos de 50 muestras. Teniendo en cuenta esto y debido a la peculiaridad de la naturaleza de los pastos y forrajes, no pueden establecerse normas generales de muestreo, ni tampoco el número de muestras y submuestras más idóneo (Vázquez de Aldana, 1992). Ajustándonos a poblaciones de calibración de 55 y 52 muestras, hemos desarrollado ecuaciones que, a nuestro entender, serían válidas para aplicarlas, en la cuantificación de estos minerales en análisis rutinarios.

En el caso del fósforo, los coeficientes de determinación de calibración son algo más altos que los obtenidos por otros autores consultados en este tema (Clark *et al.*, 1987; Vazquez de Aldana *et al.*, 1995), sin embargo los errores de calibración y validación son algo más altos, si bien, sería aceptable que el error sea algo más alto ya que el rango de trabajo también es más amplio que en las referencias mencionadas y, aunque no es necesario que sea por esto, podría ser un motivo para esta pequeña subida del error de estimación en calibración y el de predicción de la validación. De cualquier manera consideramos que se trata de una calibración apta para predecir el contenido de fósforo en pastos de dehesa extremeños.

Si hablamos del potasio haciendo la misma comparativa del fósforo, el coeficiente de determinación en calibración es similar al obtenido por los autores citados anteriormente, pero el coeficiente de determinación en validación es algo más bajo que el conseguido por estos investigadores. Con respecto a los errores de la estimación en calibración y predicción, son levemente más altos que los conseguidos por Vazquez de Aldana *et al.* (1995) y por Clark *et al.* (1987). Si bien los resultados obtenidos en potasio no son de tan exitosa aceptabilidad, si lo son para aplicarlo en un tipo de análisis rápido y aproximado en estudios donde no se requiere una importante exactitud. De cualquier manera hay que tener en cuenta que los complejos inorgánico-orgánico no son estáticos y podrían contribuir a la variabilidad de los resultados NIRS (Clark *et al.*, 1989)

CONCLUSIONES

Podemos afirmar que el comportamiento de las calibraciones NIRS para fósforo y para potasio son aptas para determinar de forma aceptable, el contenido de estos dos minerales en los pastos de dehesa estudiados. La tecnología NIRS como demuestran los muchos autores que a ella se dedican, puede caracterizar los pastos, desde el punto de vista de la calidad, de forma más ventajosa y precisa, con una reiterada confirmación, para numerosos componentes orgánicos y algo menos confirmadas pero sí válidas para otros componentes inorgánicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, W.F.; MOORE, J.E., 1987. Analysis of forage research samples utilizing a combination of wet chemistry and near infrared reflectance spectroscopy. *J. Anim. Sci.*, **64**, 271-282.
- CLARK, D.H.; MAYLAND, H.F.; LAMB, R.C., 1987. Mineral analysis of forages with Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *Agron. J.*, **79**, 485-490
- CLARK, D.H.; CARY, E.E.; MAYLAND, H.F., 1989. analysis of trace elements in forages by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *Agron. J.*, **81**, 91-95.

- DUQUE MACÍAS, F., 1970; *Estudio Químico del Suelo y Especies Pratenses de Comunidades Seminaturales de la Provincia de Salamanca*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca (España).
- GARCÍA, A.; GARCÍA, B.; PÉREZ, E.; VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.; RUANO, A., 1993 Application of Near-Infrared Reflectance Spectroscopy to Chemical Analysis of heterogeneous and Botanically Complex Grassland Samples. *J. Sci. Food Agric.*, **63**, 419-426.
- GOEDHART, P.W., 1990. Comparison of multivariate calibration methods for prediction of feeding value by near infrared reflectance spectroscopy. *Neth. J. Agric. Sci.*, **38**, 449-460.
- LUBBERSTEDT, T; MELCHINGER, A.E.; KLEIN, D.; DEGENHARDT, H.; PAUL, C., 1997 QTL mapping in testcrosses of European flint lines of maize: II. Comparison of different testers for forage quality traits. *Crop. Sci.*, **37** (6), 1913-1922.
- MARTEN, G.C.; BRINK, G.E.; BUXTON, D.R.; HALGERSON, J.L.; HORNSTEIN, J.S., 1984 Near Infrared Reflectance Spectroscopy Analysis of forage Quality in Four Legume Species. *Crop Science*, **24**, 1179-1182.
- NAES, T.; IRGENS, C.; MARTENS, H., 1986. Comparison of linear statistical methods for calibration of NIR instruments. *Appl. Statist.*, **35**, 195-206.
- NORRIS, K.H.; BARNES, R.F.; MOORE, J.E.; SHENK, J.S., 1976. Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. *J. Anim. Sci.*, **43**, 889-897.
- RABOTNIKOF, C.M.; PLANAS, G.M.; SILVA-COLOMER, J.; STRITZLER, N.P., 1995. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) for predicting forage quality of perennial warm-season grasses in La Pampa, Argentina. *Ann. Zootech.*, **44**, 97-100.
- SHENK, J.S.; WESTERHAUS, M.O.; HOOVER, M.R.; 1979. Analysis of forages by Infrared reflectance. *J. Dairy Sci.*, **62**, 807.
- SHENK, J.S.; LANDA, I.; HOOVER, M.R.; WESTERHAUS, M.O., 1981. Description and evaluation of a Near Infrared Spectro-Computer for forage and grain analysis. *Crop Science*, **21**, 355-358
- SHENK, J.S.; WESTERHAUS, M.O., 1991. Population definition, sample, selection, and calibration procedures for near reflectance spectroscopy. *Crop Sci.* **31**, 469-474.
- VAZQUEZ DE ALDANA, B.R., 1992. Elementos minerales en comunidades de pastizal. Desarrollo y aplicación de la técnica NIRS para el análisis rápido. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca (España).
- VAZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCÍA CRIADO, B.; GARCÍA CIUDAD, A.; PÉREZ CORONA, M.E., 1995. Estimation of mineral content in natural grassland by Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, **26** (9&10), 1383-1396.

PHOSPHORUS AND POTASSIUM CONTENT PREDICTIONS IN DEHESA GRASSES USING NEAR INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY

SUMMARY

This study is based in determining the acceptability of phosphorus and potassium content predictions, using NIRS technology, in grasses origin of different dehesas in Extremadura region. The results of the calibrations were acceptable for both elements. In the case of phosphorus, a coefficient of multiple determination (R^2) of 0.91 in calibration and 0.82 in validation were obtained, as well as a standard error of the estimate (SEE) of 0.04 and a standard error prediction (SEP) of 0.05. In the case of potassium, the results were, R^2 0.86 and 0.67 for calibration and validation respectively and 0.21 and for SEE and SEP respectively. These results would let to carry out an approximated quantifications of both minerals in those dehesa grasses.

Key words: NIRS, forage quality, minerals, calibration, validation.

PASTOS DE DEHESA: CALIDAD NUTRITIVA

B.R. VAZQUEZ DE ALDANA¹, A. GARCIA CIUDAD¹, M.E. PEREZ CORONA², Y B. GARCIA CRIADO¹

¹Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, CSIC. Apdo 257; 37071 Salamanca. ²Departamento de Ecología, Facultad de Biología. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

RESUMEN

Una de las principales características de los pastos mediterráneos es que tienen una producción de biomasa y calidad nutritiva con fuertes oscilaciones interanuales que dependen de una variedad de factores. En este trabajo se estudió la calidad nutritiva de pastos de dehesa de la provincia de Salamanca, durante un período de 10 años (1987-1996). Para ello se controlaron las comunidades vegetales de pasto de 30 dehesas, considerando además dos posiciones topográficamente diferenciadas: zona alta y zona baja. La calidad nutritiva del pasto, representada por el contenido en proteína y fibra y la digestibilidad, presentó fluctuaciones interanuales con los siguientes rangos de valores (referidos a materia seca): proteína 8,4 – 12,8 g kg⁻¹; FND 44,6 – 59,5 g kg⁻¹; FAD 28,9 – 37,4 g kg⁻¹; digestibilidad 60,3 – 70,6 g kg⁻¹. Los distintos parámetros de calidad se encuentran fuertemente correlacionados con la composición florística del pasto, destacando la correlación entre la proteína y proporción de leguminosas, y entre FND y digestibilidad y la proporción de gramíneas.

Palabras clave: variabilidad interanual, pastos mediterráneos, proteína, digestibilidad.

INTRODUCCIÓN

El oeste semiárido de la Península Ibérica está caracterizado por la presencia de formaciones herbáceas con dosel arbóreo abierto y disperso conocidas como dehesas. El origen de estas formaciones se encuentra en las limitaciones del medio físico, tanto por la pobreza del suelo como por la dureza del clima, que dieron lugar a la transformación de los ecosistemas originales en sistemas de explotación en extensivo y de usos múltiples. Precisamente estas características de sistemas extensivos, diversificación y multifuncionalidad, son objetivos prioritarios en la reforma de la PAC y la Agenda 2000, por lo que se incrementa el interés del ecosistema de dehesa (en un amplio marco) desde varios puntos de vista como económico, cultural y social, además del ecológico.

Los sistemas mediterráneos están caracterizados por una producción con una marcada estacionalidad, así como por la variabilidad interanual en producción y calidad, en función de la meteorología (Ferrer y Broca, 1999). Por tanto, los estudios de producción y calidad del pasto en estos sistemas deberían estar referidos a varios años de muestreo, de forma que incluyan oscilaciones interanuales. El control temporal de las variaciones interanuales de la producción ha sido atribuido a la precipitación anual en pastos anuales de California (Duncan y Woodmansee, 1975) y en pastos de estepa (Lauenroth y Sala, 1992). Respecto a las variaciones interanuales de la calidad de pastos la información es mucho más escasa.

En este trabajo se plantea un estudio de la calidad de los pastos mediterráneos de dehesa de la provincia de Salamanca, estimada como el contenido de proteína y fibra y la digestibilidad. Se consideran dos factores importantes de variación en estos sistemas como son años, para lo cual se

incluyen ocho años de muestreo en un intervalo de 10 años, y además un factor topográfico, de acuerdo a las características del relieve de la zona.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio y muestreo

El estudio se llevó a cabo en el área de pastos de dehesa de la provincia de Salamanca. La zona está caracterizada por un relieve suave que permite considerar la ladera como unidad de estudio en estos ecosistemas. En dicha área se seleccionaron 30 laderas y en cada una de las laderas se determinaron dos zonas topográficamente diferenciadas: alta y baja. En cada zona se recogieron durante ocho años muestras de pasto al final de la primavera en el período 1987-1996 (1990 y 1992 excluidos). En cada punto de muestreo se recogieron cuatro réplicas del pasto cuya localización era elegida al azar, para lo cual se situaba un cuadrado de muestreo 0,25 m² y se cortaba el material herbáceo incluido en él. Información sobre la composición florística y proporción de los grupos botánicos (gramíneas, leguminosas y otras familias) en el pasto pueden encontrarse en Vázquez de Aldana *et al.* (2000). Las muestras se secaron en estufa de aire forzado a 60° C durante 48 horas.

Análisis químico

En cada una de las muestras se analizó: proteína bruta (por el método de Kjeldahl), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y digestibilidad de la materia seca (DMS), usando los métodos descritos por Goering y Van Soest (1970). Los resultados de cada uno de los parámetros se expresan sobre materia seca.

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza de dos vías considerando como factores "zona de la ladera" y "año de muestreo". Las variables de proporción de grupos botánicos en el pasto (gramíneas, leguminosas y otras familias) y de calidad se relacionaron mediante un análisis de correlación (STATISTICA 5.0).

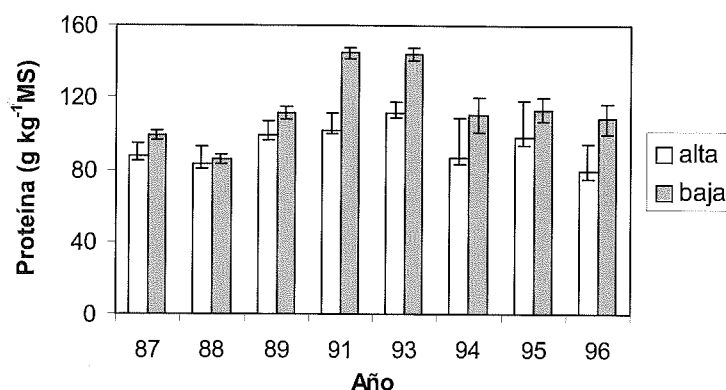
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proteína bruta

El contenido de proteína en la zona baja (11,5 g kg⁻¹) excede significativamente ($p < 0,001$) al de la zona alta de la ladera (9,3 g kg⁻¹). Estas diferencias topográficas en proteína están asociadas a diferencias en el estado fenológico de las plantas y en la composición florística, entre ambas zonas de la ladera. La mayor fertilidad de las zonas bajas hace que las plantas tengan un período de crecimiento más largo en relación a las zonas altas. Dado que el contenido de proteína disminuye con el estado de madurez (Pérez Corona *et al.*, 1994), es posible que el mayor contenido de proteína en las zonas bajas refleje un estado fenológico más temprano en relación a las zonas altas. En cuanto a la composición florística, las gramíneas son el grupo dominante en la zona baja y el grupo de otras familias domina en la zona alta; las leguminosas sin dominar en ninguna de las zonas, alcanzan mayores proporciones en la zona baja que en la alta. Así, las leguminosas con mayor contenido de proteína que gramíneas y otras familias (Vázquez de Aldana *et al.*, 2000), pueden incrementar el contenido de proteína en la zona baja donde la proporción en el pasto es mayor.

El análisis de varianza muestra un efecto significativo ($p < 0,001$) del año de muestreo en el contenido de proteína, que alcanza el valor más elevado en los años 1991 y 1993 (Figura 1) y el más bajo en 1988. Los resultados del análisis de correlación muestran que el contenido de proteína está correlacionado significativamente con la proporción de leguminosas en el pasto ($r = 0,404$; $p < 0,0001$), lo que indica que las variaciones de la proteína podrían estar asociadas a las de la proporción de leguminosas en el pasto.

Figura 1. Valores medios de proteína (\pm error estándar) en las zonas alta y baja de la ladera en el período 1987-1996.



Fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD)

El contenido de FND es significativamente ($p < 0,001$) mayor en la zona baja ($53,6 \text{ g kg}^{-1}$) que en la zona alta ($49,9 \text{ g kg}^{-1}$). Dado que al avanzar el estado de madurez de la planta aumenta el contenido de FND, podría pensarse que las zonas altas pudieran tener un contenido de FND más elevado. Sin embargo, hay que considerar otros factores importantes como son la composición florística y su contenido en las distintas fracciones de la FND (hemicelulosa, celulosa y lignina, Figura 2). Así, las gramíneas son el grupo predominante de las zonas bajas, y su contenido en hemicelulosa es del orden del doble al de leguminosas y otras familias (Pérez Corona *et al.*, 1995; Vázquez de Aldana *et al.*, 2000), lo que provoca que en el pasto de las zonas bajas la FND sea mayor que el de las zonas altas, a pesar de que en estas zonas el estado de madurez sea más avanzado según queda reflejado en el mayor contenido de lignina (Figura 2).

El año de muestreo influye de forma significativa ($p < 0,001$) en el contenido de FND (Tabla 1). Los años 1988 y 1996 tienen los valores más elevados de FND (Figura 2) y el año 1991 el más bajo. Según el análisis de correlación, hay una relación significativa entre el contenido FND y la proporción de gramíneas ($r = 0,62$; $p < 0,0001$) y negativa con la proporción de otras familias ($r = -0,45$; $p < 0,0001$) a lo largo de todos los años de muestreo.

Los valores de la FAD oscilan entre $29,9 - 38,0 \text{ g kg}^{-1}$ en la zona alta, y entre $27,8 - 37,5 \text{ g kg}^{-1}$ en la zona baja (Figura 2). Las diferencias zonales son significativas ($p < 0,001$) siendo el contenido medio de la zona alta ($34,1 \text{ g kg}^{-1}$) mayor que el de la zona baja ($32,5 \text{ g kg}^{-1}$). En este caso las diferencias entre grupos botánicos en el contenido de FAD no son tan destacadas como en el caso de la FND, y el pasto alcanza mayor contenido de FAD en las zonas altas, de más avanzada madurez y con un mayor contenido de lignina. Se encontraron diferencias interanuales significativas ($p < 0,001$). En ambas zonas de la ladera los valores máximos aparecen en los años 1988 y 1996 (Figura 2), coincidiendo con el máximo de FND.

Figura 2. Valores medios (\pm error estándar) de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) incluyendo las correspondientes fracciones de hemicelulosa, celulosa y lignina, en la zona alta (a) y baja (b) de la ladera, en el período 1987-1996.

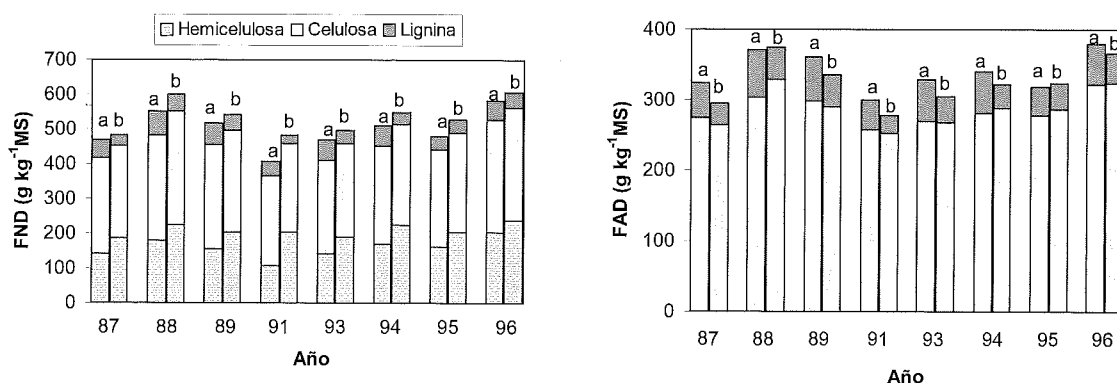


Tabla 1 - Resultados del ANOVA para los parámetros de calidad: proteína, fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y digestibilidad. La zona de la ladera y año de muestreo son los factores del análisis.

	gl	F	P
Proteína			
Zona	1	108	0,000
Año	7	39,5	0,000
Interacción	7	7,5	0,000
FND			
Zona	1	38,9	0,000
Año	7	44,1	0,000
Interacción	7	2,3	0,023
FAD			
Zona	1	26,7	0,000
Año	7	63,9	0,000
Interacción	7	2,45	0,017
Digestibilidad			
Zona	1	133	0,000
Año	7	72,3	0,000
Interacción	7	3,56	0,001

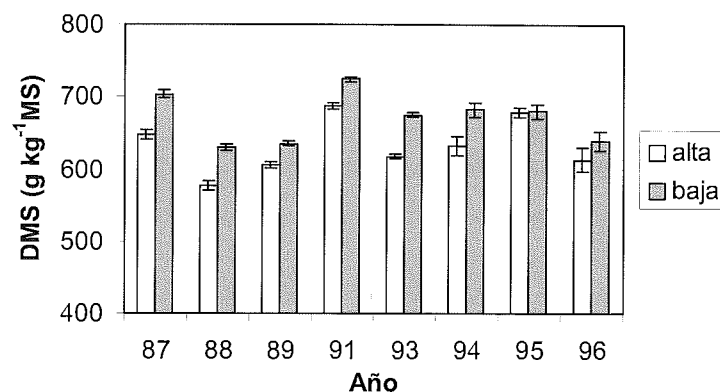
gl = grados de libertad; F = estadístico F de Fischer; P = nivel de significación.

Digestibilidad

La digestibilidad de la materia seca (DMS) es significativamente mayor ($p < 0,001$) en las zonas bajas ($67,1 \text{ g kg}^{-1}$) que en las altas ($63,2 \text{ g kg}^{-1}$). En ambas zonas de la ladera, el valor máximo se alcanza en el año 1991 (Figura 3), coincidiendo con el máximo de proteína y con el mínimo de FND y FAD. Sorprendentemente, en este año se registró la precipitación de primavera más baja (media de cinco estaciones meteorológicas en la zona de muestreo). Se encontró una relación significativa entre la digestibilidad y la proporción de gramíneas en el pasto ($r = 0,36$; $p < 0,0001$), lo que

indica la importancia de este grupo botánico en la calidad del pasto. La proporción de gramíneas en el pasto está relacionada significativamente con la precipitación anual (Vázquez de Aldana *et al.*, 2000), lo que sugiere la posible relación entre precipitación y calidad, que será objeto de otro estudio.

Figura 3. Valores medios (\pm error estándar) de digestibilidad (DMS) en las zonas alta y baja de la ladera en el período 1987-1996.



CONCLUSIONES

La calidad de los pastos de dehesa de la provincia de Salamanca presenta una variación significativa a escala temporal (variaciones interanuales) y a escala espacial (gradiente topográfico), que afecta al contenido de proteína, fibras ácido detergente y neutro detergente y digestibilidad. Los resultados del análisis de correlación entre la composición florística del pasto y los parámetros de calidad, indican que la proporción de gramíneas en el pasto está fuertemente relacionada con la FND y la digestibilidad, mientras que el contenido de proteína está relacionado con la proporción de leguminosas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUNCAN, D.A.; WOODMANSEE, R.G., 1975. Forecasting forage yield from precipitation in California's annual rangeland. *Journal of Range Management*, **28**, 327-329.
- FERRER, C.; BROCA, A., 1999. El binomio agricultura-ganadería en los ecosistemas mediterráneos. Pastoreo frente a "desierto verde". En: *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, 309-334, Ed: Almería (España).
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. *Forage Fiber Analysis. Agricultural Handbook n° 379*. United States Department of Agriculture. Washington DC. (USA).
- LAUENROTH, W.K.; SALA, O.E., 1992. Long-term forage production of North American shortgrass steppe. *Ecological Applications*, **4**, 741-749.
- PÉREZ-CORONA, M.E.; GARCÍA-CIUDAD, A.; GARCÍA-CRIADO, B.; VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R., 1995. Patterns of aboveground herbage production and nutritional quality structure on semiarid grasslands. *Communications on Soil Science and Plant Analysis*, **26**, 1323-1341.
- PÉREZ CORONA, M.E.; GARCÍA CRIADO, B.; VÁZQUEZ DE ALDANA B.R., GARCÍA CIUDAD, A., 1994. Effect of topographic and temporal (maturity) gradients on the nutritive quality of semiarid herbaceous communities. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **25**, 2047-2061.
- VÁZQUEZ DE ALDANA, B.R.; GARCÍA CIUDAD, A.; PÉREZ CORONA, M.E.; GARCÍA CRIADO, B., 2000. Nutritional quality of semi-arid grassland in western Spain over a 10-year period: changes in chemical composition of grasses, legumes and forbs. *Grass and Forage Science*, **55**, 209-220.

NUTRITIONAL QUALITY OF DEHESA PASTURES

SUMMARY

Interannual variations in biomass production and nutritional quality are characteristics of the Mediterranean grasslands. Nutritional quality of the dehesa pastures in the province of Salamanca was controlled over a 10-year period (1987-1996). For this purpose, herbaceous community in 30 dehesa farms were considered, at two topographic positions: upper and lower zones. Nutritional quality of pasture varied among sampling years with the following mean values: protein 8.4 – 12.8 g kg⁻¹DM; NDF 44.6 – 59.5 g kg⁻¹DM; ADF 28.9 – 37.4 g kg⁻¹DM; digestibility 60.3 – 70.6 g kg⁻¹DM. Nutritional quality parameters were strongly correlated to botanical composition of the pasture. Thus, the proportion of legumes was related to the protein content, and the proportion of grasses was related to NDF and digestibility.

Key words: interannual variability, Mediterranean grasslands, protein, digestibility.

EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE PASTO SOBRE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS DE VACAS AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA EN EL ECOSISTEMA DE LA DEHESA

C. LÓPEZ-CARRASCO FERNÁNDEZ¹, J.C. ROBLEDO GALÁN¹, I. OVEJERO RUBIO²
Y A. DAZA ANDRADA²

¹C.I.A. "Dehesón del Encinar". 45560 Oropesa. Toledo. ²Departamento de Producción Animal.

E.T.S.I. Agrónomos. U. Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

RESUMEN

En un rebaño de 60 vacas de raza Avileña-Negra Ibérica manejadas en una explotación experimental del ecosistema de la dehesa, durante cuatro años consecutivos, diversas disponibilidades de pasto (entre 3740 y 9586 kg de MS/vaca y año), obtenidas mediante fertilización del pasto natural con superfosfato de cal o mediante un incremento de la carga ganadera, no han mejorado la fertilidad de las vacas ni el crecimiento de los terneros desde el nacimiento hasta el destete, por lo que parece recomendable un incremento de la carga ganadera por encima de las convencionales de este tipo de explotaciones.

Palabras clave: vacuno de carne, sistemas extensivos, fertilidad, crecimiento de terneros.

INTRODUCCIÓN

El ecosistema de la dehesa cuenta con un censo de vacas nodrizas próximo al millón de cabezas, lo que supone alrededor del 60 % del censo nacional (MAPA, 2000). En dicho ecosistema, el modelo de explotación de vacas de cría responde a la producción de terneros al destete, con 6-7 meses de edad y alrededor de 200 kg de peso vivo, mediante la utilización de razas autóctonas en pureza o cruzadas, muy adaptadas al pastoreo. Los resultados productivos que se logran están ligados a factores genéticos, reproductivos, sanitarios y nutritivos, siendo la alimentación un factor de especial incidencia (Daza, 1999). Una vía para mejorar los índices técnico-económicos de las explotaciones, se basa en incrementar las disponibilidades de los recursos pastables, mediante la adopción de estrategias de mejora pascícola y/o forrajera que supongan inversiones soportables por los ganaderos (fertilización fosfórica, introducción de especies pascícolas, cultivos de cereales de invierno o veza-avena para heno, etc.). En este experimento, se estudió la respuesta de vacas y terneros a diversas disponibilidades de pasto, derivadas de las producciones del pasto natural, del fertilizado con fósforo y de un aumento de la carga ganadera inherente a una reducción de la superficie pastable que se realizó con el fin de establecer un cultivo forrajero de veza-avena.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

Se utilizó un rebaño de 60 vacas múltiparas de raza Avileña-Negra Ibérica en pureza y seis sementales de la misma raza, sometido a paridera concentrada desde noviembre a enero, con un período de monta desde febrero a abril.

Diseño experimental

En una superficie de 161 ha de dehesa de encinas y alcornoques, incluida en el C.I.A. "Dehesón del Encinar", situado en la comarca de la "Campana de Oropesa" (Toledo), se consideraron tres tratamientos: pasto natural (PN), pasto natural fertilizado con superfosfato de cal al 18%, a razón de 200 kg/ha el primer año (otoño) y 150 kg/ha en años sucesivos (PF) y pasto natural con siembra de veza-avena en un 30% de la superficie (PNS), (labores, abonado de fondo y siembra en octubre-noviembre), dosis de siembra: 94 kg de veza (*Vicia sativa* L.) + 48 kg de avena (*Avena sativa* L.cv"Previsión"/ha, abonado de fondo 250 kg/ha del complejo (8-15-15) y 150 kg/ha de nitrato amónico cálcico (33,5%) en febrero).

El experimento se desarrolló durante cuatro años ganaderos consecutivos desde 1997/98 hasta 2000/01, ambos inclusive, según el diseño experimental explicitado en la tabla 1, en el que aparece como factor de variación, además del año y el tratamiento, el grado de movilización de reservas corporales de las vacas: alto (AM) "versus" bajo (BM), según criterios clasificatorios al respecto, derivados de trabajos anteriores, basados en las variaciones de peso vivo y condición corporal (Lowman *et al.*, 1976) de las reproductoras durante cinco ciclos reproductivos previos al comienzo de este experimento.

Tabla 1. Diseño experimental.

TRAT	1997-98			1998-99			1999-00			2000-01		
	Movilización de reservas grasas	N	n	Movilización de reservas grasas	N	n	Movilización de reservas grasas	N	n	Movilización de reservas grasas	N	n
PN	AM	2	10,5(a)	AM	1	9	AM	2	10	AM	1	10
	BM	2	10	BM	1	10	BM	2	10	BM	1	10
PF	AM	1	8(b)	AM	1	10	AM	1	10	AM	1	10
	BM	1	11	BM	1	10	BM	1	10	BM	1	10
PNS	AM	-	-	AM	1	10	AM	-	-	AM	1	10
	BM	-	-	BM	1	10	BM	-	-	BM	1	10

N: número de réplicas (parcelas); n: nº de vacas/réplica. (1) Cada réplica incluía su semental correspondiente. (a) En una réplica 10 vacas y en otra 11; (b) 11 vacas iniciales, murieron 3 vacas.

Como puede observarse en la tabla 1, el número de réplicas por tratamiento varió según el año. Cada réplica tenía una superficie aproximada de 26,8 ha y en la composición animal de las mismas se tuvo en cuenta la edad de las vacas, con el fin de constituir réplicas homogéneas y rotaron los sementales cada año según tratamiento. En el tratamiento PNS, al estar ocupada un 30% de la superficie de las parcelas por el cultivo de veza-avena (años 1998/99 y 2000/01), la carga ganadera (0,53 vacas/ha) fue superior en esos años, desde octubre a junio, respecto a la de los tratamientos PN y PF (0,37 vacas/ha).

Datos obtenidos

La oferta de pasto en cada una de las parcelas experimentales, se estimó mediante el método de la suma de incrementos positivos de la fitomasa aérea (Singh *et al.*, 1975; López-Carrasco *et al.*, 1999), utilizando jaulas de exclusión de 2 m² de superficie interna. El muestreo fue estratificado y se realizaron cortes mensuales desde marzo hasta junio, segando a ras de suelo y en cada punto de muestreo, 8 marcos de 50 x 50 cm, 4 dentro y 4 fuera de cada jaula. Los recursos aportados por la rastrojera de veza-avena se estimaron mediante un muestreo en junio utilizando marcos de 50 x 50 cm. La estimación del % de materia seca (MS) del pasto y del rastrojo se llevó a cabo por desecación en estufa de aire forzado a 80°C durante 24 horas.

Las vacas se pesaron durante el séptimo mes de gestación, después del parto, al comienzo del período de monta y al destete, estimando al tiempo su condición corporal (C.C.), según el método de

Lowman *et al.* (1976). Se registraron la fecha, sexo y peso al nacimiento de los terneros, el peso en torno a los 90 días y al destete a los 6-7 meses de edad. Se estimó, por réplica, la disponibilidad de pasto por vaca tipo y se controló la suplementación alimenticia basada en paja, heno de veza-avena y concentrado, transformando dicha suplementación a unidades forrajeras leche (U.F.L.), según las tablas FEDNA (1999). Se dispuso de los datos meteorológicos anuales, obtenidos en la estación del Centro precitado.

Análisis estadístico

La oferta de pasto se estudió mediante un análisis de varianza que incluía como efectos fijos al tratamiento (PN y PF), el año y el bloque, considerando como tal a las parcelas con los lotes de vacas de AM vs BM, y las interacciones entre los efectos señalados. La variable fertilidad se analizó utilizando la prueba χ^2 y la condición corporal (C.C.), peso de las vacas (P.V.) y crecimiento de los terneros, mediante análisis de covarianza que consideró, como efectos fijos, el tratamiento, el año, el grado de movilización de reservas de las vacas y sus interacciones significativas y como covariables la edad de la vaca, para la (C.C.) y (P.V.), y el peso al nacimiento y la edad para el crecimiento de los terneros. Los análisis se realizaron mediante el procedimiento G.L.M. del paquete estadístico S.A.S. (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento PF vs PN no tuvo efecto estadísticamente significativo ($p > 0,05$) sobre la producción anual de pasto a lo largo del período experimental (tabla 2) ni tampoco el efecto bloque afectó a tal producción (2276,0 vs 2434,3 kg de MS/ha en las parcela AM y BM respectivamente). La producción anual de pasto estuvo altamente correlacionada con la pluviometría anual de otoño y primavera ($r=0,93$), siendo el valor de r , entre pluviometría anual y producción de pasto, más bajo ($r=0,49$). El año 98/99 fue muy seco, el 97/98 y 99/00 muy húmedos y el 00/01 normal-húmedo.

Tabla 2. Producción del pasto natural (PN) y del pasto fertilizado (PF) según el año.

TRAT.	1997/98		1998/99		1999/00		2000/01	
	N	kg MS/ha	N	kg MS/ha	N	kg MS/ha	N	kg MS/ha
PN	4	3431,7± 427	4	1522,5± 215,9	4	2495,7± 283,0	4	1732,8± 281,8
PF	2	3490,0± 495	2	1533,0± 174,0	2	2825,5± 195,5	2	2097,5± 824,5

N: número de parcelas, PN: pasto natural, PF: pasto fertilizado con superfosfato.

Los valores medios de fertilidad, condición corporal (C.C.) y peso vivo (P.V.) aparecen reflejados en la tabla 3. Se detectó una reducción significativa ($p < 0,05$) de la fertilidad en el tratamiento PF y en el año 2000-2001 respecto al año 1998/99 (75% vs 89,8%) no dándose diferencias significativas entre vacas de alta o baja movilidad de reservas. Las disponibilidades medias de pasto más la suplementación media alimenticia administrada fueron: 5939 kg de MS/vaca/año + 186 UFL, 6834 kg de MS/vaca/año + 143 UFL y 4492 kg de MS/vaca/año + 120 UFL en los tratamientos PN, PF y PNS respectivamente, evidenciándose una relación positiva entre condición corporal y disponibilidades según tratamiento. La condición corporal al parto y al inicio de la monta según el año, aparecen relacionadas con la disponibilidad de pasto del año anterior excepto en el último año (1997/98: 9586 kg de MS/vaca + 198 UFL; 1998/99: 3740 kg de MS/vaca+120 UFL; 1999/00: 7043 kg de MS+175 UFL y 2000/01: 4472kg de MS+184 UFL) y en las vacas consideradas como de alta movilidad de reservas corporales (AM), la condición corporal al comienzo de la monta y al destete fueron significativamente inferiores que en las vacas de baja movilidad (BM).

La condición corporal al destete estuvo ligada a las disponibilidades de pasto según tratamiento, pero el efecto año no tuvo influencia estadísticamente significativa sobre dicha variable. Las interacciones año x tratamiento y año x grado de movilización no fueron significativas ni para la condición corporal ni para el peso vivo ($p > 0,05$). Sin embargo, la interacción tratamiento x grado de movilización fue significativa para la C.C. al parto, al comienzo de la monta y al destete y para el peso

vivo a la monta y al destete. Las vacas de BM del tratamiento PNS, el más bajo en disponibilidad de pasto, alcanzaron condiciones corporales y pesos vivos más bajos que las AM en los momentos indicados, movilizandando ambas análogas reservas corporales desde el parto hasta el inicio de la monta. El incremento de la C.C. en primavera aumentaba a medida que se reducía la C.C. al comienzo del período de monta en todos los tratamientos.

Tabla 3. Efecto del tratamiento, año y grado de movilización de reservas corporales (G.M.R.C.) sobre la fertilidad, condición corporal (C.C.) y peso vivo (P.V.) de las vacas.

TRAT.	N	%FER	Condición corporal (I)				Peso vivo (kg) (I)				n
			C.C.7G	C.C.P	C.C.M	C.C.D	P.V.7G	P.V.P	P.V.M	P.V.D	
PN	120	84,2 ^{ab}	3,5 ^a	3,1 ^a	2,9 ^a	3,5 ^a	636,8 ^a	562,2 ^a	542,5 ^a	657,3 ^a	104
PF	79	74,7 ^a	3,9 ^b	3,4 ^b	3,0 ^a	3,6 ^a	694,3 ^b	631,4 ^b	584,9 ^b	692,9 ^b	41
PNS	40	90,0 ^b	3,6 ^{ab}	3,0 ^a	2,5 ^b	3,1 ^b	679,7 ^b	547,9 ^a	591,6 ^c	639,8 ^a	35
AÑO											
97/98	60	85,0 ^{ab}	3,6 ^a	3,0 ^a	2,4 ^a	3,3	623,5 ^a	542,0 ^a	486,7 ^a	634,1 ^a	43
98/99	59	89,8 ^a	3,8 ^a	3,4 ^b	3,1 ^c	3,4	676,5 ^b	637,1 ^b	580,2 ^b	655,3 ^{ab}	52
99/00	60	78 ^{a3} ^{ab}	3,5 ^b	3,1 ^a	2,7 ^b	3,4	659,7 ^b	584,5 ^c	562,4 ^b	680,3 ^b	45
00/01	60	75,0 ^b	3,3 ^b	3,0 ^a	3,0 ^c	3,5	670,5 ^b	558,8 ^a	579,4 ^b	680,2 ^b	40
G.M.R.C.											
AM	118	78,8	3,6	3,1	2,7 ^a	3,3 ^a	663,2	588,3	547,3	657,1	82
BM	121	85,1	3,6	3,2	2,9 ^b	3,5 ^b	654,2	580,1	558,1	666,1	98

N: n° de vacas puestas a cubrición, n: n° de vacas paridas en las que se controló la C.C. y el P.V.; C.C.7G: C.C. séptimo mes de gestación; C.C.P:C.C. después del parto; C.C.M.: C.C.al inicio de la monta; C.C.D: C.C.al destete; P.V.7G: P.V. séptimo mes de gestación, P.V.P: P.V. después del parto, P.V.M: P.V. al comienzo del periodo de monta; P.V.D: P.V. al destete; %FER: %fertilidad.

(1) Son medias de mínimos cuadrados.

(2) Según el factor de variación, medias con distinto superíndice difieren significativamente $p < 0,05$.

Con una condición corporal al parto de ≥ 3 y con las pérdidas de C.C. y P.V. que sufren nuestras vacas desde el parto hasta el comienzo de la cubrición, no tenían porqué haberse dado variaciones de la fertilidad según el año y tratamiento (Somerville *et al.*, 1979; Osoro *et al.*, 1991; Wright *et al.*, 1992). Sin embargo, la reducción en la fertilidad en el tratamiento PF puede que haya sido debida a un incremento de la mortalidad embrionaria derivada de una elevada disponibilidad de pasto antes de la monta y después de la monta inherente a este tratamiento, sin menoscabo de que en las vacas PF se hayan producido anomalías en el tracto reproductivo que no hayamos controlado. El 71,4% de las vacas que se quedaron vacías a lo largo del experimento fueron las que al parto y al comienzo de la monta tuvieron condiciones corporales y pesos extremos, o demasiado altos o demasiado bajos. El 39,3% de las vacas no gestantes tuvieron al parto y al inicio de la cubrición una condición corporal igual o superior a 3,75 e igual o superior a 3,25 respectivamente; el 32,1% igual o menor que 3,0 al parto e igual o menor que 2,25 al comienzo de la monta y el 28,6% restante entre 3,25 y 3,5 al parto y entre 2,5 y 3,0 a la monta, no pudiendo achacar a estas vacas ninguna causa aparente que denunciara su diagnóstico negativo de gestación. Situaciones de engrasamiento de las vacas aparecieron en la monta en el tratamiento PF dándose este fenómeno al destete en el año 1999/2000, anterior al 2000/01 en el que descendió significativamente la fertilidad. La mortalidad media de los terneros fue del 4,6%, siendo especialmente elevada en el año 1997/98 (7,8%), precisamente el año de mayor disponibilidad de pasto.

En la tabla 4 aparece el crecimiento de los terneros según el sexo, tratamiento, movilización de reservas de las vacas y año. Los machos pesaron al nacimiento y al destete más que las hembras, resultados que concuerdan con los observados por Sánchez Belda, (1984), superando los machos a las hembras en crecimiento diario entre los 90 y 180 días. El tratamiento no afectó ni al peso al nacimiento, ni a la ganancia media diaria y los terneros de vacas de alta movilidad alcanzaron al destete un peso más elevado que los de vacas con baja movilidad, fenómeno que puede ser explicado por una mayor producción de leche de las vacas de alta movilidad (Rodríguez *et al.*, 1999) y probablemente por un mayor contenido graso de leche.

Tabla 4. Evolución del peso vivo y de la ganancia media diaria (G.M.D.) según peso al nacimiento y edad de terneros avileños: efecto del sexo, tipo de pasto, movilización de reservas de las vacas y año.

FACTOR DE VARIACIÓN	N	PESO AL NACIM.	PESO A LOS 90 DÍAS (kg)	PESO AL DESTETE (180 días)(kg)	G.M.D. (g) (0-90 días)	G.M.D. (g) (90-180 días)	G.M.D. (g) (0-180 días)
SEXO							
MACHO	84	42,0 ^a	104,8	214,5 ^a	957,4	1187,7 ^a	1032,6
HEMBRA	96	38,1 ^b	103,8	204,1 ^b	941,7	1028,3 ^b	1006,1
TRATAMIENTO							
PN	104	39,5	106,3	211,0	962,6	1110,3	1017,9
PF	41	40,8	105,8	211,8	964,7	1114,0	1020,0
PNS	35	39,9	100,9	205,0	921,4	1099,7	1020,2
MOVILIZACIÓN RESERVAS							
ALTA (AM)	82	39,6	107,8 ^a	216,7 ^a	983,0	1155,3 ^a	1035,3
BAJA (BM)	98	40,1	100,9 ^b	201,8 ^b	916,0	1060,7 ^b	1003,5
AÑO							
97/98	43	38,9 ^b	89,9 ^a	201,7 ^a	746,8 ^a	1167,7 ^a	1009,4 ^a
98/99	52	41,5 ^a	107,5 ^b	205,6 ^a	943,5 ^b	1031,1 ^b	995,1 ^a
99/00	45	40,3 ^{ab}	113,2 ^c	222,3 ^b	988,5 ^b	1145,0 ^{ab}	1000,4 ^a
00/01	40	38,4 ^b	106,7 ^b	207,5 ^a	1119,2 ^c	1083,3 ^{ab}	1072,5 ^b

PN: pasto natural, PF: pasto fertilizado con superfosfato, PNS: pasto natural + siembra de veza-avena. N: nº de observaciones. Según factor de variación, medias con distintos superíndices difieren significativamente ($p < 0,05$).

El año afectó significativamente al peso al nacimiento, a los 90 días y al destete y a la ganancia media diaria. Únicamente el crecimiento diario de los terneros entre 90 y 180 días estuvo relacionado positivamente con las disponibilidades de pasto.

La interacción tratamiento x grado de movilización de reservas corporales de las vacas fue significativa ($p < 0,01$) en el sentido de que el efecto positivo que tuvo el alto grado de movilización de reservas sobre el peso y crecimiento de los terneros quedó anulado por el tratamiento pasto fertilizado.

CONCLUSIONES

1.-Aunque las disponibilidades de pasto mejoraron la C.C. y el P.V. de las vacas, un incremento de tales disponibilidades por encima de 3740 kg de MS/vaca/año no aumentaron la fertilidad y el crecimiento de los terneros, de lo que puede inferirse que en fincas de dehesa con producciones de pasto próximas a 1900 kg de MS/ha/año podría adaptarse una carga ganadera de 0,5 vacas/ha, (superiores a las convencionales), con suplementaciones alimenticias anuales entre 120 y 200 UFL.

2.-Las vacas que quedaron vacías son las que en el parto e inicio del período de monta presentaron condiciones corporales y pesos extremos.

3.-El grado de movilización de reservas corporales de las vacas no afectó a la fertilidad, sin embargo, los terneros de las vacas de alta movilidad alcanzaron al destete un peso superior que los de las vacas de baja movilidad, efecto que no se produjo en el tratamiento de pasto natural fertilizado con superfosfato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAZA, A., 1999. Producción de vacuno de carne en la dehesa. *Monografía Bovis*, 87. Ed. Luzán, 100 pp. Madrid (España).
- FEDNA., 1999. Normas para la formulación de piensos compuestos. Ed por C. De Blas, G.G. Mateos y P.G. Rebollar. Dpto. de Producción Animal. U. Politécnica de Madrid, 496 pp.
- LÓPEZ-CARRASCO, C.; RODRÍGUEZ, R.; ROBLEDO, J.C., 1999. Efecto de la fertilización fosfórica en la transformación de un cultivo forrajero en la Campana de Oropesa. Toledo. *XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 407-412.

- LOWMAN, B.G.; SCOTT, N.A.; SOMERVILLE, S.H., 1976. Condition scoring suckler cows. E.S.C.A.Nn° 6.
- MAPA, 2000. *Boletín mensual de estadística agraria*, 11.
- OSORO, K.; ORMAZABAL, J.J.; FERNÁNDEZ, E.; TARAPIELLA, J.R.; OLIVAN, M., 1991. Condición corporal y alimentación invernal de vacas de cría de raza Asturiana con paridera en enero-febrero. *ITEA, vol Extra*, **11(I)**, 112-114.
- RODRÍGUEZ, R.; LÓPEZ-CARRASCO, C.; ROBLEDO, J.C.; RIVERA, M.J. 1999. Estimación de la producción lechera en la vaca Avileña-Negra Ibérica. *ITEA vol Extra*, **20(II)**, 789-791.
- SÁNCHEZ BELDA, A., 1984. Razas bovinas españolas. Ed. MAPA, 219 pp. Madrid (España).
- S.A.S. ,1990. SAS. User's guide statistics. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- SINGH, J.S.; LAUENROTH, W.K.; STEINHORST, R.K., 1975. Review and assesment of various techniques for stimating net aerial primary production in grassland for harvest data. *Botanical Review*, **41**, 181-232.
- SOMERVILLE, S.H.; LOWMAN, B.G.; DEAS, D.W., 1997. The effect of plane of nutrition during lactation on the reproductive performance of beef cows. *Vet. Rec*, **104**, 95-97.
- WRIGHT, I.A.; RHIND, S.M.; WHITE, T.K., 1992. A note on the effect of pattern of food intake and body condition on the duration of the postpartum anoestrus period and LH profiles in beef cows. *Animal Production*, **54**, 143-146.

EFFECT OF PASTURE RESOURCE ON PERFORMANCES OF AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA COWS IN DEHESA ECOSYSTEM

SUMMARY

During four consecutive years, sixty Avileña-Negra Ibérica cattle were assesment in an experimental range in the dehesa ecosystem. Several pasture availability (between 3740 and 9586 kg of dry matter/cow year) obtained with superphosphate fertilization or increasing stocking rate did not increased fertility cattle and average daily gain in calves during lactation period. Therefore is possible to increase the stoking rate above conventional stocking rates in certain ranges in dehesa ecosystem.

Key words: cattle, extensive systems, fertiliy, calves growth.

ESTRATEGIAS DE CALIBRACIÓN NIRS PARA DETERMINAR PARÁMETROS NUTRITIVOS EN ENSILADOS DE HIERBA

P. CASTRO, G. FLORES, A. GONZALEZ-ARRAEZ Y L. DIAZ G-VILLAMIL

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

RESUMEN

Se comparan tres estrategias de calibración NIR diferentes para determinar parámetros nutritivos en ensilados de hierba. Se seleccionó al azar un grupo de 250 muestras para validación, de un total de 1372 espectros de ensilados procedentes de explotaciones lecheras gallegas. Las muestras representativas de los espectros restantes se utilizaron para obtener las ecuaciones de calibración general (A). El método de calibración local (B) selecciona las muestras más próximas a la muestra problema para obtener las ecuaciones NIR, y, finalmente, el análisis discriminante (C) permite clasificar las muestras problema según su contenido en materia orgánica y aplicar la ecuación adecuada a cada muestra.

Los resultados obtenidos mediante calibración general fueron los más precisos para las determinaciones de fibra (ADF y NDF) mientras que la calibración local mejoró ligeramente las determinaciones de materia orgánica y de digestibilidad *in vivo*. El análisis discriminante además de clasificar aceptablemente las muestras de validación según su contenido en materia orgánica mejoró ligeramente la precisión en la determinación de proteína bruta.

Palabras clave: calibración general, calibración local, análisis discriminante, proteína, digestibilidad *in vivo*.

INTRODUCCIÓN

El proceso de calibración NIRS para ensilados de hierba requiere la adición periódica de muestras al grupo de calibración, de forma que la mayor parte de la variabilidad en composición química y botánica, condiciones geoclimáticas y de ensilado, etc., esté representada en dicho grupo. De este modo, se obtienen ecuaciones generales de calibración NIR aplicables a una gama amplia de muestras, pero la precisión tiende a disminuir a medida que aumenta la variabilidad. Para mejorar la precisión de las ecuaciones NIR para el análisis de forrajes, Aastveit y Marum (1993) han probado diferentes modos de calibración consistentes en reducir el número de muestras en el grupo de calibración, obteniendo ecuaciones NIR independientes para cada especie forrajera, mediante análisis discriminante por clusters combinando la calibración por especies con el uso de una función de discriminación y, por último, seleccionando para cada muestra problema aquellas muestras de calibración más próximas según su distancia de Mahalanobis. Estos autores obtienen una reducción del 25 % en el error de predicción para proteína y fibra y de un 10 % para digestibilidad *in vitro* mediante la calibración local con 50 muestras en cada grupo de calibración.

El programa ISI, en su versión para Windows, WinISI 1.5 (2000), ofrece la posibilidad de utilizar el análisis discriminante o el cálculo de calibraciones locales. El objeto del presente trabajo fue comparar los resultados analíticos obtenidos, mediante calibración global (A), calibración local (B) y análisis discriminante (C) basado en el contenido en materia orgánica de las muestras, para las determinaciones de materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra ácido (ADF) y neutro (NDF)

detergente y digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (OMD) utilizando un grupo de muestras de validación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 1372 espectros de ensilados procedentes de explotaciones lecheras (Castro *et al.*, 2002), de los cuales, eran 217 de digestibilidad *in vivo* (OMD) conocida. Para formar el grupo de validación se seleccionaron al azar 250 espectros (31 de OMD conocida). Los 1122 restantes se utilizaron para obtener las calibraciones NIR mediante tres diferentes métodos.

1.- Para obtener las ecuaciones de calibración general (A) se realizó una selección previa de las muestras representativas del grupo de calibración mediante análisis por *clusters* basado en la distancia de Mahalanobis (H).

2.- Calibración local (B), utilizando la totalidad de las muestras de calibración selecciona los 65 espectros (mínimo, 40) más próximos a cada muestra de validación (valores límite de la distancia de Mahalanobis, NH, comprendidos entre 0,6 y 2,0) y obtiene las ecuaciones de calibración específicas para su análisis. El valor máximo de NH (2,0) se tomó más alto de lo recomendado para analizar el mayor número de muestras posible, sobre todo cuando el número de valores de calibración es limitado como ocurre en el caso de la digestibilidad *in vivo*.

3.- Análisis discriminante (C), dividiendo el conjunto de calibración en diferentes subgrupos de muestras atendiendo a características diferenciales para cada uno. Si bien, la composición botánica, la fecha de corte, la maquinaria o los aditivos usados durante el proceso de ensilado son criterios que podrían ser utilizados para establecer los diferentes subgrupos, esta información no siempre acompaña a las muestras que llegan al laboratorio. Por otra parte, se observó que existe un número considerable de muestras con un contenido muy bajo en MO, atribuido a la contaminación por suelo de las mismas. La presencia de estas muestras distorsiona los resultados analíticos (Castro *et al.*, 2002). Dado que el análisis discriminante atendiendo al contenido en materia orgánica ofrece la posibilidad de identificar estas muestras, además de realizar un análisis más preciso de las mismas, fue elegido este criterio de clasificación. Las muestras de calibración se separaron en dos grupos, uno de ellos con los espectros de muestras de contenido en MO ≤ 85 g/100 g de MS, y otro con contenido en MO superior a dicho valor. Para cada uno de estos grupos se obtuvieron las ecuaciones de calibración a partir de la primera y segunda derivada del espectro, y las correspondientes ecuaciones de discriminación. Previamente se seleccionaron los espectros representativos en el grupo de MO alta. Este proceso no se realizó en el otro grupo, debido a que el número de muestras era más limitado. Durante el análisis de las muestras de validación el programa seleccionó la ecuación adecuada a cada muestra según su distancia de Mahalanobis. Al mismo tiempo que realiza el análisis cuantitativo, el programa indica la ecuación utilizada y, cuando la distancia de Mahalanobis de la muestra a ambos grupos es similar, es marcada como dudosa.

En todas las operaciones de obtención y registro de espectros, selección de muestras, desarrollo de ecuaciones de calibración y validación de los resultados, se utilizó el programa WinISI 1.5 (2000). Las ecuaciones de calibración se obtuvieron en todos los casos mediante regresión MPLS (Mínimos cuadrados parciales) entre los datos de laboratorio y la primera o segunda derivada del espectro, seleccionando para cada parámetro el tratamiento matemático que resultó más preciso en validación. Los efectos de dispersión de la luz fueron corregidos mediante SNV y D-trend (Barnes *et al.*, 1989)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de los distintos modos de calibración se resume en la tabla 1.

Aunque no existen grandes diferencias en el error típico de validación (SEP), el modo de calibración afecta a la precisión de los resultados de distinta forma según el componente considerado. El uso de calibraciones locales o análisis discriminante no mejora las determinaciones de fibra (ADF y NDF) mientras que se obtienen resultados más precisos cuando se utiliza la calibración local para determinar MO y digestibilidad y mediante análisis discriminante para determinar proteína.

Por otra parte, el análisis discriminante clasificó adecuadamente las muestras de validación según su contenido en materia orgánica, sobre todo aquellas de contenido alto, aunque señaló como dudosas algunas de las muestras cuyo contenido en MO era próximo al punto de corte (85 g MO/100 g de materia seca).

Tabla 1. Validación de calibraciones NIR general (A), local (B) y discriminante (C)

Componente	N	Media	s	Método	Derivada	R ²	SEP
Materia orgánica (MO)	244	85,89 ¹	6,19	A	2, 8, 4, 1	0,885	2,115
				B	1, 4, 4, 1	0,901	1,945
				C	1, 4, 4, 1	0,884	2,118
Proteína (PB)	239	12,53 ¹	3,21	A	2, 8, 4, 1	0,836	1,299
				B	2, 8, 4, 1	0,821	1,359
				C	1, 4, 4, 1	0,849	1,256
ADF	242	39,48 ¹	5,68	A	2, 8, 4, 1	0,788	2,637
				B	2, 8, 4, 1	0,773	2,811
				C	2, 8, 4, 1	0,780	2,726
NDF	242	53,98 ¹	7,78	A	1, 4, 4, 1	0,851	3,023
				B	1, 4, 4, 1	0,840	3,141
				C	2, 8, 4, 1	0,843	3,097
Digestibilidad (OMD)	28	68,18 ²	5,59	A	1, 4, 4, 1	0,826	2,479
				B	1, 4, 4, 1	0,830	2,369
				C	2, 8, 4, 1	0,796	2,637

N= número de muestras de validación, s= desviación típica, R²= coeficiente de determinación, SEP= error típico de predicción, ¹= g/ 100 g de Materia seca, ²= g/ 100 g de materia orgánica

En todos los casos, los valores del error típico de validación (SEP) fueron más altos que los obtenidos mediante el método utilizado habitualmente en el CIAM (Castro *et al.*, 2002), consistente en eliminar del grupo de calibración general las muestras con un contenido bajo en MO (< 75%) para identificar las muestras contaminadas por suelo, como ajenas a la población de calibración, durante su análisis NIR. Ninguna de las estrategias utilizadas en el presente trabajo mejora los resultados analíticos habituales, aunque el análisis discriminante también permite separar las muestras contaminadas por suelo.

CONCLUSIONES

Las determinaciones de fibra (ADF y NDF) fueron más precisas cuando se utilizaron ecuaciones generales. Por el contrario, las determinaciones de MO y digestibilidad *in vivo* mejoraron mediante calibración local. El análisis discriminante permite identificar las muestras contaminadas por suelo pero no mejora la precisión del análisis exceptuando la determinación de proteína.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASTVEIT, A.H. y MARUM, P., 1993. Near-infrared reflectance spectroscopy: Different strategies for local calibrations in analysis of forage quality. *Applied Spectroscopy*, **47**(4), 463-469.

BARNES, R.J., DHANOA, M.S. y LISTER, S.J., 1989. Standard normal variate transformation and D-trending of near infrared reflectance spectra. *Applied Spectroscopy*, **43**, 727-777

CASTRO, P., FLORES, G., GONZALEZ-ARRAEZ, A. y CASTRO, J., 2002. Nutritive quality of herbage silages: dried or undried samples?. En: *Proceedings of EGF 2002 Conference*, La Rochelle, Francia, (en prensa)

WinISI 1.5, 2000. *ISI WINDOWS Near-Infrared Software, The Complete Software Solution for Routine Analysis, Robust Calibration, and Networking*, ISI (Infrasoft International), LLC, Port Matilda, PA, USA

STRATEGIES FOR NIRS CALIBRATION TO DETERMINE NUTRITIVE PARAMETERS IN HERBAGE SILAGES

SUMMARY

Three different strategies of NIR calibration were compared to analyze nutritive parameters in herbage silages from Galician (NW of Spain) dairy farms. A validation set of 250 samples was selected at random from the whole set of 1372 spectra. Representative spectra were selected from the remaining samples to develop global calibrations (A) for organic matter (MO) crude protein (PB), acid (ADF) and neutral (NDF) detergent fibre, and *in vivo* organic matter digestibility (OMD). Local calibration (B) method selected the closest samples and developed new calibrations for each spectrum to be analysed. Finally, discriminant analysis (C) was performed: the calibration set was divided into two subsets with samples of low (< 85%) and high MO content (> 85%). Different calibrations were developed for each subset and combined with a discriminant factor to carry out the analysis of validation samples.

Precision of validation results for fiber (ADF and NDF) determinations was higher when using global calibration analysis, while MO and OMD results were improved by local calibration. Discriminant analysis allowed the qualitative analysis of MO content and increased the precision of protein determination.

Key words: global calibration, local calibration, discriminant analysis, protein, *in vivo* digestibility.

EFFECTO DE LA ESTRATEGIA DE APROVECHAMIENTO DEL PASTO PARA ENSILAR SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE TRES GRAMÍNEAS PRATENSES EN EL PERIODO PRIMAVERA-VERANO

G. FLORES¹, A. GONZALEZ-ARRAEZ¹, J. CASTRO¹, J. PIÑEIRO Y M. CARDELLE²

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

² Laboratorio Agrario e Fitopatológico de Mabegondo (LAF).

RESUMEN

Se presentan resultados de la evolución de la producción y composición química de tres especies pratenses (*Lolium multiflorum*, cv. 'Monolito'; *Lolium perenne*, cv. 'Citadel' y *Dactylis glomerata*, cv. 'Cambria'), cosechadas para ensilar en diferentes fechas a lo largo del período de crecimiento de primavera-verano, en los dos años siguientes a su establecimiento, en siembra de otoño. Se destaca el alto contenido en azúcares de los raigrases a lo largo del primer y segundo ciclo, así como el rápido descenso del nivel de proteína bruta en el primer corte. El retraso del primer aprovechamiento más allá de la segunda semana de mayo no incrementa significativamente la producción de materia orgánica digestible obtenida por hectárea en el período de crecimiento de primavera-verano de la pradera. Se confirman las recomendaciones acerca de la realización de cortes precoces en primavera.

Palabras clave: hierba, ensilado, fecha de corte, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones de leche de vacuno gallegas dependen del ensilado de hierba como recurso forrajero fundamental durante un período que oscila entre 4 a más de 6 meses al año. Las gramíneas forrajeras, en particular los raigrases, constituyen la base productiva de las praderas.

En los últimos años se asiste a un proceso de concentración de la producción lechera en un número cada vez más reducido de explotaciones. Este incremento de producción a nivel de explotación no fue acompañado, en general, por un aumento proporcional de la superficie forrajera, adoptándose como consecuencia modelos de producción intensivos, con consumos de concentrado elevados y una dependencia más marcada del ensilado. Con cierta frecuencia se señala, en esta situación, la necesidad de retrasar la fecha del primer corte a fin de obtener más producción de materia seca de forraje por hectárea, aún a expensas de la calidad de aquel, como fórmula válida para compensar la escasez de superficie.

Se presentan en este trabajo los resultados de un ensayo de dos años de duración, con el objetivo de estudiar el efecto de diferentes estrategias de manejo de praderas monofitas de raigrás italiano, raigrás inglés y dactilo, determinadas por la fecha del primer corte, sobre la producción y composición química de la hierba a lo largo del período de crecimiento de primavera-verano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sobre un suelo de textura franco-limosa, pH 5,9 (en H₂O) y de profundidad media, situado en la finca de Mabegondo (A Coruña, altitud 100 m) se realizó una siembra de otoño de tres especies de gramíneas siguiendo un diseño en parcelas divididas, con cuatro repeticiones (R), tal y como se indica a continuación: a) Parcela principal (**Especie pratense, S**): raigrás italiano (*Lolium multiflorum*), cv. 'Monolito' (LM); raigrás inglés (*Lolium perenne*), cv. 'Citadel' (LP) y dactilo (*Dactylis glomerata*), cv. 'Cambria' (DG), sembrados a razón de 35, 35 y 30 kg de semilla por hectárea, respectivamente; b) Subparcela (**Fecha de Corte, DC**): Seis fechas (DC1 a DC6) en cada uno de los tres ciclos de crecimiento según la secuencia siguiente: primer corte a partir del 30/4 hasta el 4/6 (primer año tras siembra) y del 22/4 al 27/5 (segundo año), con frecuencia semanal; segundo corte a las seis semanas del primero y tercer corte a las seis semanas del segundo.

La fertilización aportada en la siembra fue de 40 kg de N, 120 kg de P₂O₅ y 200 kg K₂O ha⁻¹. Durante los dos años de ensayo fueron aplicados en cobertera las siguientes dosis de nitrógeno (kg N ha⁻¹): 40 kg a finales de febrero, 80 kg a finales de marzo y 60 kg en las fechas DC1 a DC6, tras el primer y segundo corte. A finales del primer año se añadieron 100 kg de P₂O₅ y 200 kg K₂O ha⁻¹ durante el invierno.

La siega de las parcelas se realizó utilizando una segadora de barra, siendo efectuados cortes de limpieza de las parcelas hasta finales de febrero los dos años de ensayo. Debido a la mayor lentitud en el establecimiento del dactilo y a la invasión de especies espontáneas, el primer aprovechamiento en el primer año de ensayo no se pudo realizar hasta el 11/6, no existiendo datos del primer corte para esta especie dicho año.

En las muestras de hierba segada, una vez pesadas, se determinó su contenido en materia seca (MS) en estufa de aire forzado a 80 °C durante 16 horas. Sobre las muestras, secas y molidas a un mm, se determinaron: materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), carbohidratos solubles (CHS) y fibra ácido detergente (FAD), siguiendo la metodología descrita por Castro (1994). A partir del contenido en FAD de las muestras se estimó su digestibilidad de la materia orgánica (DMO) según la ecuación $DMO=94,74-0,017FAD^2$ (Cebrián, 1985) para hierba de praderas. Con estos datos se calculó la producción por hectárea de materia orgánica digestible (MOD) de cada corte de hierba para ensilar.

Los resultados de cada año se analizaron por separado, mediante análisis de varianza (PROC GLM, SAS®), siguiendo el modelo $y=\mu+\alpha_i S+\beta_j R+\gamma_k DC+\delta_{ik} S \times DC+\epsilon_{ijk}$ para comparar las medias de cada especie en cada ciclo y la producción total en los tres cortes, y el modelo $y=\mu+\alpha_i DC+\beta_j R+\epsilon_{ij}$ para comparar las medias de cada fecha de corte, en cada ciclo, para cada especie por separado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones meteorológicas registradas en el período Abril-Agosto durante los dos años de ensayo en la estación del CIAM se reflejan en la Tabla 1, mostrando una primavera de temperaturas suaves en ambos años. El segundo año fue más húmedo y con menor insolación, en dicho período, comparado con el primero.

En la Tabla 2 se presenta la producción de MOD por hectárea para cada fecha de aprovechamiento, en cada ciclo de crecimiento, así como la producción total en el período de ensayo, para cada especie. La contribución media del primer ciclo a la producción total de MOD por hectárea fue superior para los raigrases comparados con el dactilo, invirtiéndose esta relación en el segundo (valores medios de 49,0; 54,0 y 39,1 % ; 37,5; 32,5 y 43,0 % para LM; LP y DG; primer y segundo ciclo, respectivamente). El retraso en la fecha de aprovechamiento en el primer ciclo incrementa la producción de MOD obtenida por hectárea en este ciclo para las tres especies. Sin embargo, considerando el conjunto de los tres ciclos, el retrasar el primer aprovechamiento más allá de la segunda semana de Mayo no proporcionó rendimientos significativamente superiores para las tres especies estudiadas, en ninguno de los dos años de ensayo. Dado que el espigado de aquellas se

produjo en torno al 10-20 de Mayo, los resultados obtenidos parecen confirmar la recomendación de realizar el primer corte de las praderas de gramíneas para ensilar alrededor del comienzo del espigado.

Tabla 1.- Temperatura media, horas de sol y precipitación registrada en el período Abril-Agosto, en los dos años de ensayo

		Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temperatura media, °C	Primer Año	11,1	15,0	14,5	18,0	17,7
	Segundo Año	10,6	13,1	16,5	16,9	17,9
	Media de 22 años	10,9	13,3	15,8	18,0	17,6
Precipitación, mm	Primer Año	48,6	44,8	67,0	3,9	92,3
	Segundo Año	119,9	111,3	75,7	5,9	67,9
	Media de 22 años	100,0	84,9	41,1	24,3	31,6
Días de lluvia	Primer Año	10	14	14	4	12
	Segundo Año	18	17	10	4	5
	Media de 13 años	16	14	8	6	6
Horas de sol	Primer Año	152,4	211,5	150,9	216,4	186,1
	Segundo Año	138,2	128,8	182,9	280,7	243,7
	Media de 19 años	152,7	175,1	209,9	224,7	218,9

Fueron observadas diferencias significativas entre especies en cuanto al rendimiento por hectárea, reflejándose en la Tabla 3 la producción de MOD por hectárea correspondiente a la media de las seis fechas de aprovechamiento de cada ciclo, y el total acumulado para el período de ensayo. El raigrás italiano fue más productivo que el raigrás inglés los dos años de ensayo, tanto en términos de MS como de MOD producida por hectárea para el total de los tres cortes, siendo significativa esta diferencia únicamente el segundo año. En éste, el raigrás italiano superó significativamente la producción de MOD del dactilo, la cual no se diferenció, a su vez de la correspondiente al raigrás inglés. Se obtuvieron valores medios de 8,71 y 8,07 t MOD ha⁻¹ (primer año, especies LM y LP) y 7,02, 6,36 y 6,35 t MOD ha⁻¹ (segundo año, especies LM, LP y DG, respectivamente).

La evolución de los contenidos de proteína, carbohidratos solubles y fibra de las tres especies se muestran en la Figura 1 (PB y CHS) y Figura 2 (FAD). La alta ensilabilidad de los raigrases se puso de manifiesto atendiendo al elevado contenido en CHS de éstos, significativamente superior al del dactilo a lo largo de todo el período de ensayo, llegando a duplicarlo en el primer y segundo ciclo (27,84 y 13,43; 23,16 y 11,34 % para la media de las dos especies de raigrás y dactilo; 1° y 2° ciclo, respectivamente). El raigrás italiano, a su vez, superó el contenido en carbohidratos solubles del raigrás inglés, como media del primer ciclo.

El dactilo mostró valores de PB (media de DC1 a DC6) superiores a la media de los raigrases en el primer ciclo (PB media: 9,77; 10,68 y 13,43 % para LM; LP y DG, respectivamente, en el segundo año), mientras que los correspondientes valores de FAD fueron superiores para el dactilo a lo largo de los tres ciclos (FAD media: 29,35; 28,04 y 33,34 % para LM, LP y DG respectivamente). Se destaca el acusado descenso de PB de la hierba del primer ciclo con el retraso en el corte, no observándose diferencias entre especies (media de -0,30 unidades porcentuales de PB día⁻¹ en el segundo año), lo que confirma nuevamente la conveniencia de realizar aprovechamientos precoces en praderas con predominio de gramíneas.

Se observó un acusado efecto año sobre el contenido en PB de los raigrases, con valores llamativamente bajos en el primer ciclo del primer año de ensayo, en particular para el raigrás italiano (medias de PB: 5,51 y 7,48 %; CHS: 33,45 y 22,84 %, LM y LP respectivamente). En la concentración de carbohidratos no estructurales influye, además del genotipo de la planta y el estado de desarrollo de la misma, la intensidad luminosa y la disponibilidad del nitrógeno del suelo, entre otros factores (Smith, 1973). Una intensidad luminosa elevada incrementa la producción de materia seca y el contenido de CHS (en particular en plantas con gran capacidad de acumular carbohidratos, como los raigrases), pudiendo reducir la concentración de proteína si la absorción de N del suelo no aumenta proporcionalmente (Deinum, 1984). La menor humedad del comienzo de primavera del primer año pudo haber reducido la disponibilidad del N del suelo y, unido a la mayor insolación registrada en dicho período, ser la causa de los resultados observados.

Tabla 2.- Efecto de la fecha de aprovechamiento sobre la producción de Materia Orgánica Digestible (t MOD ha⁻¹)

Especie	Nº Ciclo	Fecha de aprovechamiento						s.e.m. ¹	d.m.s. ²
		DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	DC6		
Primer año (fecha 1º corte)		(30/4)	(7/5)	(14/5)	(21/5)	(28/5)	(4/6)		
LM	1	2,61	3,78	5,34	5,56	5,59	6,16	0,241	0,51
	2	3,50	3,39	3,28	3,08	3,41	2,27	0,322	N.S. ³
	3	1,79	0,93	0,52	0,34	0,31	0,30	0,107	0,22
	Total LM	7,83	8,13	9,15	8,99	9,32	8,82	0,449	0,96
LP	1	2,57	3,26	5,33	5,68	5,43	5,95	0,334	0,71
	2	2,87	2,51	2,43	2,89	2,35	1,39	0,150	0,32
	3	1,40	1,03	1,01	0,76	0,74	0,59	0,093	0,19
	Total LP	6,85	6,81	8,79	9,33	8,53	8,13	0,440	0,96
DG	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	2,08	2,87	3,17	3,50	3,56	2,08	0,262	0,56
	3	1,93	1,34	0,77	0,67	0,73	0,66	0,078	0,16
	Total DG	-	-	-	-	-	-	-	-
Segundo año (fecha 1º corte)		(22/4)	(29/4)	(6/5)	(13/5)	(20/5)	(27/5)		
LM	1	1,42	2,33	3,01	3,55	4,00	4,72	0,149	0,31
	2	2,77	2,94	2,74	2,69	2,75	2,52	0,109	N.S. ³
	3	2,20	1,44	1,46	1,06	0,48	0,21	0,091	0,19
	Total LM	6,39	6,71	7,22	7,31	7,23	7,46	0,239	0,51
LP	1	1,42	2,04	2,92	3,93	3,91	4,26	0,161	0,34
	2	3,22	3,10	2,32	1,93	1,96	1,59	0,084	0,18
	3	1,60	0,92	1,05	1,12	0,74	0,29	0,075	0,16
	Total LP	6,26	6,08	6,31	6,99	6,63	6,15	0,166	0,35
DG	1	1,07	1,52	2,12	3,21	3,15	3,85	0,133	0,28
	2	3,06	3,32	2,71	2,15	2,59	2,05	0,134	0,28
	3	1,78	1,41	1,66	1,49	1,07	0,49	0,075	0,16
	Total DG	5,93	6,25	6,50	6,87	6,82	6,19	0,174	0,37

¹ error estándar de la media; ² diferencia mínima significativa ($\alpha=0,05$); ³ test F no significativo en el ANOVA ($p>0,05$)
LM: *Lolium multiflorum*; LP: *Lolium perenne*; DG: *Dactylis glomerata*

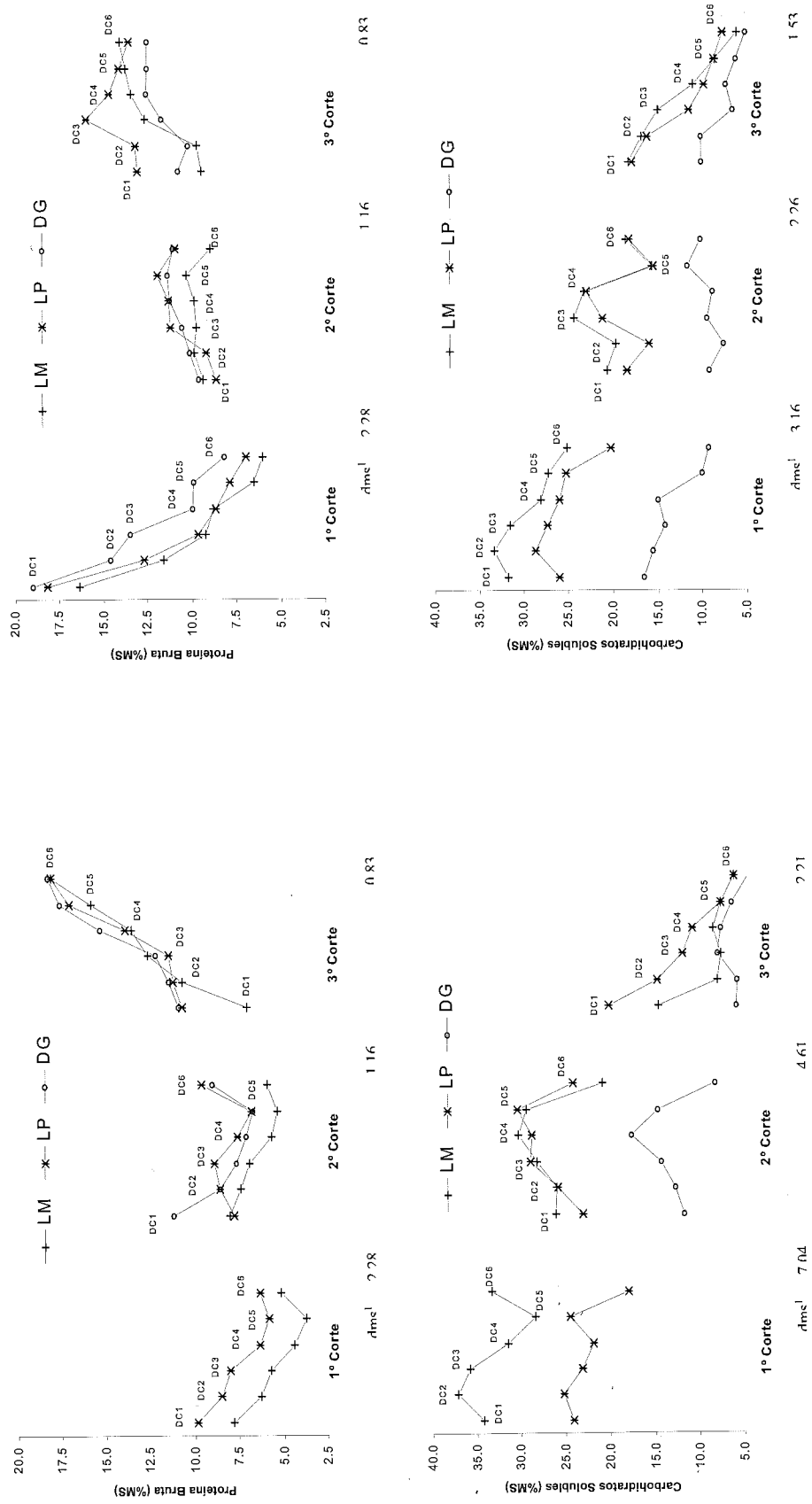
Tabla 3.- Efecto de la especie pratense sobre la producción, por número de ciclo y total, de Materia Seca y Materia Orgánica Digestible por hectárea

	Primer Año					Segundo Año				
	LM	LP	DG	s.e.m. ¹	d.m.s. ²	LM	LP	DG	s.e.m. ¹	d.m.s. ²
Primer Ciclo										
t MS ha ⁻¹	6,19	6,61	-	0,180	N.S. ³	4,09	4,08	3,56	0,084	0,21
t MOD ha ⁻¹	4,84	4,79	-	0,121	N.S. ³	3,17	3,08	2,49	0,060	0,13
Segundo Ciclo										
t MS ha ⁻¹	4,20	3,14	4,20	0,141	0,31	3,70	3,21	3,93	0,064	0,14
t MOD ha ⁻¹	3,16	2,40	2,88	0,112	0,24	2,73	2,35	2,65	0,045	0,10
Tercer Ciclo										
t MS ha ⁻¹	1,03	1,26	1,47	0,057	0,12	1,54	1,24	1,86	0,045	0,10
t MOD ha ⁻¹	0,70	0,92	1,02	0,038	0,08	1,27	1,00	1,36	0,043	0,09
Total										
t MS ha ⁻¹	11,45	11,02	-	0,202	N.S. ³	9,34	8,54	9,37	0,112	0,24
t MOD ha ⁻¹	8,71	8,07	-	0,165	N.S. ³	7,02	6,36	6,35	0,104	0,23

¹ error estándar de la media; ² diferencia mínima significativa ($\alpha=0,05$); ³ test F no significativo en el ANOVA ($p>0,05$)

CONCLUSIONES

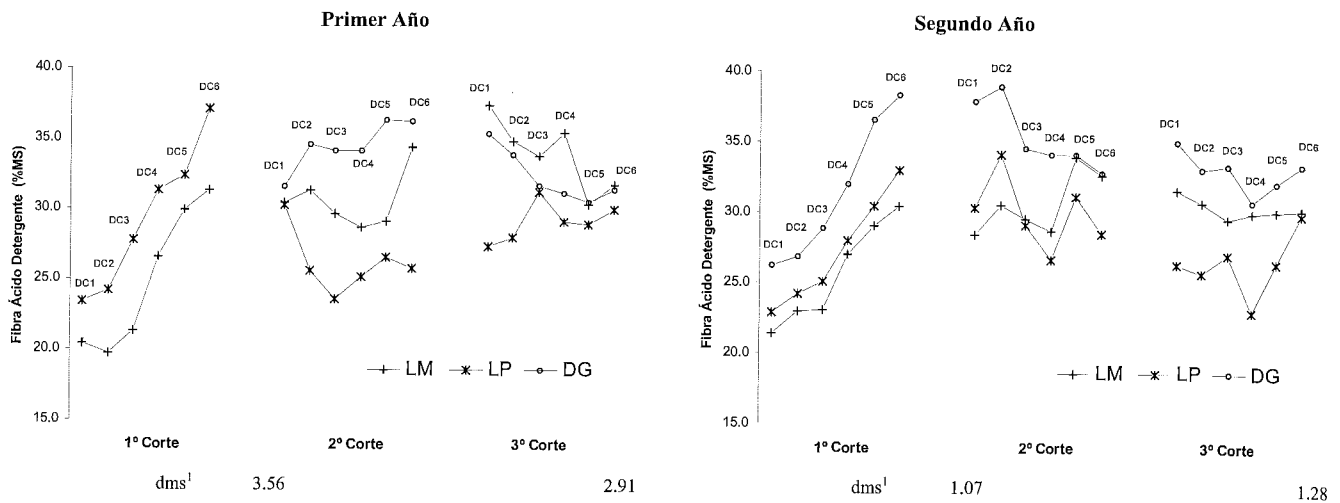
La realización del primer aprovechamiento de las gramíneas ensayadas alrededor del comienzo de espigado permite maximizar la producción de MOD por hectárea de la pradera en el ciclo de crecimiento de primavera-verano para ensilar. Esta fecha podría tener que adelantarse aproximadamente una semana para obtener niveles de PB cercanos al 12% para los raigrases. En determinados años el contenido en PB de estas especies podría ser anormalmente bajo, posiblemente por efecto de las condiciones de medio.



dms¹: diferencia mínima significativa entre dos niveles de especie gramínea para cualquier nivel de DC ($\alpha=0.05$)

Figura 1.- Evolución del contenido en Proteína y Carbohidratos Solubles

Figura 2.- Evolución del contenido en Fibra Ácido Detergente



dms¹: diferencia mínima significativa entre dos niveles de especie gramínea para cualquier nivel de DC ($\alpha=0.05$)
 dms²: diferencia mínima significativa entre dos niveles de DC para la misma especie gramínea ($\alpha=0.05$)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, P., 1994. *Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo próximo (NIRS) y evaluación nutritiva de pastos*. Tesis de Doctorado. Microficha nº 408. Servicio de Publicación e Intercambio Científico. U.S.C. Santiago de C. (España)

CEBRIAN, M., 1985. Valor nutritivo del pasto. *Memoria CIAM 1984-85*, 131-133. del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. A Coruña (España).

DEINUM, B., 1984. Chemical Composition and Nutritive Value of Herbage in relation to Climate. Proceedings of the 10th General Meeting of the European Grassland Federation. Eds. H. RILEY y A. O. SKJELVÅG. Ås (Noruega), 26-30 Junio 1984, 339-350.

SMITH, D., 1973. The Nonstructural Carbohydrates. En: *Chemistry and Biochemistry of the Herbage*, I, 106-151. Eds. G.W. BUTLER y R.W. BAYLEY. Academic Press. Londres (Reino Unido)

EFFECT OF CUTTING STRATEGY OF THREE GRASS SPECIES ON SWARD PRODUCTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE HERBAGE GROWN FOR SILAGE

SUMMARY

The effect of cutting regime for silage of three grass species (LM: *Lolium Multiflorum*, c.v. 'Monolito'; LP: *Lolium Perenne*, c.v. 'Citadel' and DG: *Dactylis Glomerata*, c.v. 'Cambria') on sward productivity and chemical composition of the herbage was studied. First cut was taken weekly on six different dates starting from 1st week of April, followed by two more cuts, taken at 42 days interval. Delaying the first cut beyond mid-May (stage of development of grasses about head-emergence) did not increase total output per ha of dry matter (DM) and digestible organic matter, for any of the species studied. Even earlier cuts should be taken in the case of ryegrasses if a figure of about 12% protein (PB) is required. Ryegrasses sugar content was higher, and PB content lower compared with DG. A very low value of protein, below 10% DM was observed for ryegrasses along the first cycle of the first year, being discussed the weather conditions in early spring as a possible cause of that fact.

Key words: herbage silage, cutting date, yield.

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE SOJA A ENSILADO DE TRIGO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

G. SALCEDO DIAZ

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja", 39792 Heras, Cantabria

RESUMEN

Ocho vacas Frisonas con 185 ± 25 días postparto alimentadas con ensilado de trigo *ad libitum*, fueron distribuidas en cuatro lotes para recibir 300, 600, 900 y 1200 g de harina de soja vaca y día, según un diseño en cuadrado latino durante cuatro periodos experimentales de 15 días. Los resultados demostraron un descenso cuadrático en la ingestión de materia seca de ensilado ($P < 0,01$), con un consumo medio diario de 11,66 kg MS. La suplementación con harina de soja originó un incremento lineal en la ingestión de proteína bruta, proteína degradable en rumen y no degradable ($P < 0,001$). En la producción de leche, el porcentaje de proteína y el cambio de peso vivo. los incrementos fueron lineales y no hubo diferencias en el contenido de grasa. El recuento celular somático, concentración de urea en leche y sangre aumentaron linealmente con el aporte de harina de soja. La relación N leche : N ingerido aumentó linealmente ($P < 0,05$) y la relación energía bruta de la leche (MJ/d) : EM ingerida (MJ) ($P < 0,001$). Se concluye que el ensilado de trigo en el estado de floración y administrado en forma de rotopacas, es un forraje de inferior calidad al de hierba de pradera, imputable a su alto contenido en fibra neutro detergente.

Palabras clave: ensilado trigo, harina de soja, vacas lecheras.

INTRODUCCIÓN

Los descensos en la producción de leche debido a los bajos aportes de proteína están bien documentados por Kalscheur *et al.*, (1999). Son pocos los trabajos que aparecen en la bibliografía sobre la utilización de ensilados de pequeños cereales para la producción de leche y tipo de suplemento a añadir (Anil *et al.*, 1998). Por el contrario, sí son más conocidos los rendimientos en materia seca y su composición química (Lloveras, 1986; Aizpirua *et al.*, 2001). En los últimos años, se está produciendo un incremento en el número de explotaciones que conservan ensilado de trigo para la alimentación de vacas de leche y carne (Weller, 1992), debido a un elevado rendimiento, contenido energético (Harvey, 1990) y al reducido coste de producción (Leaver y Hill, 1992). Aprovechado en fases jóvenes, puede formar parte de la rotación con maíz para ensilado. Todos los cereales son deficitarios en proteína bruta cuando se recolectan más allá del espigado, mientras que las fases hojosas contiene un razonable contenido. De ahí, que la suplementación con proteína resulta necesaria.

El objetivo del presente estudio, que sucede a otros realizados en nuestro Departamento con ensilados de trigo a diferentes estados vegetativos y conservantes, se centra en determinar la influencia del suministro de proteína adicional a ensilados de trigo (en forma de rotopacas) sobre el consumo y producción de leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y dietas

Durante sesenta días, ocho vacas, cinco primíparas y tres multíparas con 185 ± 25 días de lactación; $13 \pm 2,5$ kg leche/día; 594 ± 39 kg de peso vivo; $4,32 \pm 0,58\%$ de grasa en leche y $2,88 \pm 0,29\%$ de proteína en leche, fueron distribuidas en cuatro lotes para recibir 300, 600, 900 y 1200 g de harina de soja por vaca y día, según un diseño en cuadrado latino durante cuatro períodos experimentales de 15 días (9 preexperimentales y 6 de control).

Las dietas basadas en ensilado de trigo de la variedad "Sideral", recolectado en estado de floración, presecado durante 24 horas, conservado en forma de rotopacas, fue suministrado *ad libitum* más 4,5 kg de un concentrado formado por 82,4% de harina de cebada, 14,1% de harina de soja, 1,14% de fosfato bicálcico, 1,9% de bicarbonato sódico y 0,40% de corrector mineral vitamínico, ofrecido en dos tomas (8,30 a.m. y 15,30 p.m.). La harina de soja fue administrada individualmente en la sala de ordeño a las 16 p.m. en comederos diseñados para tal efecto.

Procedimiento experimental

La estimación de la ingesta de materia seca y nutrientes se realizó durante los últimos 6 días de cada fase experimental, mediante pesadas consecutivas de oferta menos rechazos. El control individual de la producción y composición química de leche se realizó durante la fase experimental, donde una alícuota del ordeño de mañana (7 a.m.) y tarde (16 p.m.) era depositada en un contenedor hermético para su posterior análisis. El control de peso vivo de los animales se hizo al inicio y final de cada período tras el ordeño de mañana.

Análisis de la leche

Los análisis de grasa, nitrógeno total, lactosa, sólidos no grasos y recuento celular somático fue determinado en el Laboratorio Interprofesional Lechero de Santander con Milko-Scan 4000 y el contenido de urea, en el Laboratorio de Nutrición Animal del I.E.S. "La Granja", según la norma oficial europea con espectrofotómetro Shimadzu UV 120.

Análisis de los alimentos y degradabilidad ruminal

La técnica empleada para la determinación analítica de los alimentos y concentrados fue descrita por Salcedo (2001).

Determinaciones séricas

Las muestras se obtuvieron por venopunción de la vena mamaria en un venoject sin anticoagulante los dos últimos días de cada período experimental. Las horas postprandiales de extracción 0 (8 a.m.), 2, 4, 5.5, 7.5 y 9.5. Inmediatamente, se colocaron al baño maría a 30 °C durante 30 minutos y centrifugadas durante 15 minutos para separar el suero; sobre él, se valoró por espectrofotometría con kit de QCA (Química Clínica Aplicada) la concentración de urea.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza. Los efectos incluidos en el modelo fueron harina de soja, período y vaca. Los efectos lineal y cuadrático se analizaron mediante contrastes ortogonales. Cuando se detectó un efecto significativo ($P < 0,05$) de la harina de soja, los valores medios se compararon mediante el test LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química del ensilado

La tabla 1 refleja la composición química del ensilado de trigo y concentrado. De los análisis practicados y según la clasificación de Dulphy y Demarquilly (1981) para ensilados de hierba,

corresponde un ensilado bien fermentado, tal y como se desprende de su pH, N-NH₃/N_t y ácidos grasos volátiles, imputable al elevado contenido en materia seca y el bajo contenido en N_t, teniendo en cuenta que no fue añadido conservante alguno. Así, los índices de calidad de fermentación, valor nitrogenado y de ingestibilidad resultaron 9,25-10-10 respectivamente. Por el contrario, los contenidos de energía metabolizable y proteína bruta fueron bajos, imputable al estado de madurez del forraje.

Tabla 1. Tabla de composición química de los alimentos

	Ensilado trigo	Concentrado
MS (%)	29,04 ± 5,36	90,7 ± 1,22
PB (%)	12,33 ± 0,52	17,02 ± 0,17
PDR (% sPB)	72,43 ± 3,55	75,4 ± 2,16
PNDR (% sPB)	27,27 ± 3,55	24,64 ± 2,16
MO (%)	88,5 ± 1,70	93,48 ± 0,03
FAD (%)	46,18 ± 3,45	7,3 ± 0,08
FND (%)	69,15 ± 2,16	19,2 ± 0,10
P-FAD (% de la PB)	25,08 ± 0,97	-
MOD vivo (%)	49,18 ± 3,21	In vitro 86,53 ± 0,07
EM (MJ/Kg MS)	8,60 ± 0,1	13,2 ± 0,07
Almidón (%)	3,06 ± 0,21	49,26 ± 0,05
pH	4,38 ± 0,15	-
pHdif	4,48 ± 0,19	-
g N-NH ₃ /kg N _t	35,4 ± 3,12	-
N soluble (g kg N total)	219,5 ± 21,4	-
Láctico (g/kg MS)	58,9 ± 6,63	-
Acético (g/kg MS)	19,8 ± 7,18	-
Butírico (g/kg MS)	1,26 ± 0,33	-

Ingestión de nutrientes y producción de leche

La ingestión de materia seca, producción y composición química de la leche figura en la tabla 2. Para el conjunto de datos, el consumo medio de ensilado para todos los tratamientos fue 11,67 kg de MS, disminuyendo cuadráticamente con la inclusión de harina de soja ($P < 0,01$), imputable al efecto de sustitución. Resultados semejantes son obtenidos por Hameleers (1998) con ensilado de trigo en un estado de madurez más avanzado; sin embargo, cuando es tratado con urea al 4% aumenta, debido posiblemente a un mejor equilibrio entre el almidón y el N soluble en panza. Con ensilados de veza-avena de semejante contenido en proteína bruta, Salcedo (1999), aprecia ingestiones superiores a las del presente trabajo, imputable al menor contenido de FND (57,1% vs 69,1%), dando lugar en este caso a un mayor efecto de "llenado", que unido a la baja digestibilidad de la materia orgánica y al bajo ritmo de degradación horaria de la materia seca ($0,0313 \text{ h}^{-1}$) hace que el consumo se vea mermado.

El picado del forraje de partida, puede ser otro factor que afectase negativamente sobre la ingestión de ensilado; en este experimento, se usó la modalidad de ensilado en rotopacas sin trocear el forraje, pudiendo originar una reducción en la tasa de digestión k_d y paso k_p .

La ingestión de FND resultó superior a la señalada por Mertens (1987) para vacas lecheras (10-12 g FND/kg PV), con valores medios de 14,8-15,5-15,2 y 14,6 g de FND/kg PV para 300, 600, 900 y 1200 g de soja respectivamente, lo que pudo incidir en altos porcentajes de grasa.

La proteína ingerida y sus fracciones (PDR: Proteína Degradable en Rumen y PNDR: No degradable) incrementaron linealmente ($P<0,05$), valores máximos de 2,68 kg con 1200 g de harina de soja y mínimos de 2,34 para 300 g. Sin embargo, la relación NDR/MJ de EM resultó elevada según el ARC (1984); como índice de estimación en la síntesis de proteína microbiana, dichas relaciones fueron 1,72-1,81-1,9 y 2,01 para 300-600-900 y 1200 g de soja respectivamente.

La producción de leche aumentó significativamente y de forma lineal con el aporte de harina de soja ($P<0,05$) (tabla 2). Así, cada 100 g de harina de soja por encima de 300 g, las respuestas fueron 0,2, 0,16 y 0,15 kg de leche para 600, 900 y 1200 g de harina de soja, con una pendiente media de 0,19 ($r^2=0,60$), que al precio actual de la soja y de la leche resultó positiva, desde los aspectos económicos y de la propia salud del animal. En el presente trabajo, los porcentajes de proteína bruta sobre materia seca oscilaron de 15,7 a 17,6, obteniéndose una respuesta media de 0,89 kg de leche por unidad porcentual de proteína bruta sobre materia seca, semejante a 0,75 kg señalado por el NRC (2001) cuando se incrementa de 15% a 16% el contenido de proteína bruta de la dieta.

Tabla 2. Ingestión de nutrientes, producción y composición química de la leche

	Gramos de soja vaca y día				Significación estadística		
	300	600	900	1200	sed	L	C
MS (kg/d)	16,35	17,17	17,03	16,5	0,74	*	**
MS ensilado (kg/d)	11,6	12,1	11,75	11,22	0,83	NS	*
EM (MJ/d)	155,5	159,9	156,8	152,5	6,90	NS	*
PB (kg/d)	2,34	2,53	2,62	2,68	0,16	***	*
PDR (kg/d)	1,68	1,81	1,87	1,92	0,11	***	*
PNDR (kg/d)	0,65	0,71	0,73	0,75	0,04	***	*
FND (kg/d)	8,84	9,24	9,02	8,69	0,56	NS	*
CNF (kg/d)	5,31	5,38	5,40	5,43	0,07	***	NS
Cambio de peso (g/d)	-116	-111	-93	-81	44	***	NS
Leche (kg)	14,01	14,61	14,99	15,38	1,03	*	NS
Grasa (%)	4,14	4,06	4,01	3,87	0,23	NS	NS
Grasa (kg)	0,58	0,59	0,60	0,59	0,04	NS	NS
Proteína (%)	2,73	2,81	2,91	3,04	0,13	***	NS
Proteína (kg)	0,38	0,41	0,43	0,46	0,04	***	NS
Lactosa (%)	4,99	4,86	4,89	4,85	0,11	**	*
Sólidos No Grasos (%)	8,47	8,79	8,37	8,65	0,32	NS	NS
Sólidos No Grasos (kg)	1,05	1,14	1,12	1,21	0,14	*	NS
Recuento Celular Somático (1000/ml)	29	108	116	176	117	**	NS
Urea leche (mg/dl)	22,6	25,5	28,1	34,5	5,4	***	NS
Urea sangre (mg/dl)	22,94	24,00	24,81	27,40	4,04	***	NS
N leche / N ingerido (%)	15,3	15,9	16,3	17,1	1,3	*	NS
EB leche (MJ/d) / EM ingerida (%)	27,9	28,8	30,0	31,1	2,15	***	NS

NS: no significativo; * ($P<0,05$); ** ($P<0,01$); *** ($P<0,001$); L: lineal; C: cuadrático

De igual forma, el porcentaje proteico de la leche mejoró significativamente y de forma lineal ($P<0,001$), imputable a un déficit de proteína alimenticia ($r=0,68$). Esto pudo explicar el incremento lineal ($P<0,05$) en la relación N leche : N ingerido.

A partir de la energía bruta producida en la leche (Tyrrell y Reid, 1965), se estimó la eficiencia de utilización de la energía metabolizable ingerida, siendo lineal ($P < 0,001$) a dosis crecientes de harina de soja (tabla 2). Suponiendo constantes la EM para mantenimiento y el coeficiente de eficacia para la producción de leche (k_l), los resultados son coincidentes a 0,25 y 0,30 señalado por (Agnew *et al.*, 1998). Posiblemente la menor pérdida de peso vivo con 1200 g pudo contribuir a una mejor utilización de la EM, atribuible a una modificación a nivel ruminal entre los ácidos grasos lipogénicos y glucogénicos, como demostró el menor contenido de grasa en leche, aunque no estadísticamente significativo.

El incremento en la concentración de urea en leche fue lineal ($r^2=0,80$ $P < 0,001$) y, respecto al N ingerido, el 44% de la variación es explicado en modelos cuadráticos, lo que cabe pensar en un menor contenido de N verdadero, la razón puede ser imputada a una mayor cantidad de $N-NH_3$ presente en rumen. De este modo, pudo apreciarse una tendencia cuadrática al relacionar el contenido de proteína bruta en la leche respecto a la concentración de urea en leche ($r^2=0,65$).

CONCLUSIONES

El ensilado de trigo utilizado fue de baja digestibilidad, altos contenidos en fibra neutro detergente y proteína ligada a la fibra ácido detergente y bien fermentado. La adición de 600 g de harina de soja se alcanza la producción de leche más viable, aunque no la proteína. En vacas de leche, la ingestión de materia seca no es elevada cuando se administra ensilado de trigo en rotopacas en fases avanzadas de madurez. Son necesarios más estudios con este cultivo forrajero recolectado en estados de madurez menos maduro para poder comparar sus efectos sobre la producción de leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNEW, R.; YAN T.; GORDON, F., 1998. Nutrition of the genetic merit dairy cow energy metabolism studies. In: Garnsworthy P.C. and Wiseman J. (eds). *Recent Advances in Animal Nutrition*; Nottingham: Nottingham University Press. 181-208.
- AIZPIRUA, 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 S.E.E.P. *Alicante* 539-545.
- ANIL, L.; PARK, J.; PARK, R.H.; PHIPPS, F.A. MILLER., 1998. Temperature intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science*, **53**, 301-317.
- ARC, 1984. Report of the protein group of the Agricultural Research Council working party on the nutrient requirements of ruminants. Commonw. Agric. Bur., Slough, Engl.
- DULPHY, S.; DEMARQUILLY, C., 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. En: *Prevision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. Ed. INRA publications, 81-104. París (Francia).
- HAMELEERS, A., 1998. The effects of the inclusion of either maize silage, fermented whole crop wheat or urea-treated whole crop wheat in a diet based on a high-quality grass silage on the performance of dairy cows. *Grass and Forage Science*, **53**, 157-163.
- 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 Occasional Symposium N° 24, pp. 33-40.
- KALSCHUR, K.; VANDERSALL, J.; ERDMAN, R.; KOHN, R.; RUSSEK-COHEN, E., 1999. Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid, and late lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **92**, 545-554.
- LEAVER J.D.; HILL J., 1992. Feeding cattle on whole-crop cereals. In: *Whole-crop cereals* Stark B.A. and Wilkinson J.M. (eds). Second edition. Chalcombe publications, pp. 59-72.
- LLOVERAS, J., 1986. Cultivos forrajeros de invierno para rotaciones intensivas con maíz en zonas húmedas (Galicia). *Invest. Agr. Prod. y Protec. Vegetal*, **1** (3); 317-329.

MERTENS, D.R., 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science*, **64**, 1548-1558.

NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 th. Rev. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.

SALCEDO, G., 1999. Suplementación con concentrados de diferente composición elemental a ensilado de veza-avena: (1) efectos sobre el consumo y producción de leche. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.* Almería 471-476.

TYRRELL, H.F.; REID J.T., 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. *J. Dairy Sci.*, **48**, 1215-1233.

WELLER, R.F., 1992. The National whole crop cereals survey. In: *Whole -crop cereals. Second edition.* Chalcombe Publications, **11**, 137-156. Stark B.A. and Wilkinson J.M. (eds).

EFFECTS OF THE ADDITION OF SOYA MEAL TO WHEAT SILAGE IN THE PRODUCTION AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE MILK

SUMMARY

Eight Frisian cows with 185 ± 25 days postparturition fed a wheat silage *ad libitum*, were distributed into four lots to be given 300, 600, 900 and 1.200 g of soya meal cow day, using a latin design with four experimental periods of 15 days. Results showed a quadratic decrease in the intake of silage dry matter ($P < 0,01$), with an average daily consumption of 11,66 kg DM. The addition of soya meal meant a gradual increment in the intake of crude protein, degradable protein in rumen and non-degradable protein ($P < 0,001$). For milk production, protein percentage and changes in liveweight variations the increments were gradual, without any differences in fat contents. The somatic cellular count, urea concentration in milk and blood gradually increased with supplemental soya meal. The ratio N milk : N ingested rose gradually ($P < 0,05$) and the gross energy ratio in milk (MJ/d) : EM ingested (MJ) ($P < 0,001$).

In conclusion, wheat silage in the blossom phase and given in bales, is a poor quality forage of lower quality compared to fresh grass, due to its high contents of neuter detergent fibre.

Key words: wheat silage, soya meal, milk cows.

RETENCIÓN DE EFLUENTES EN ENSILADOS DE HIERBA POR DIVERSOS ABSORBENTES

B. DE LA ROZA DELGADO Y A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo. 13. 33300 Villaviciosa. Asturias. (España).

RESUMEN

Con el propósito de determinar la capacidad de retención de efluente de diversos alimentos secos utilizados como absorbentes: pulpa de remolacha (PR), cebada (C), salvado (S) y cascarilla de soja (CS), y los cambios que sobre éstos ejerce el efluente interceptado durante el proceso de fermentación del ensilado. Se elaboraron microensilados a partir de forraje procedente de una pradera (*Lolium perenne-Trifolium repens*) de ensilabilidad media con contenido en materia seca (MS) de 168 g/kg. Las materias primas se añadieron a una dosis de 50 g/kg de forraje, utilizando como restrictor y estimulador de la fermentación ácido fórmico (FOR) 3,5 l/t de forraje y Folia (FOL; *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, celulasas y hemicelulasas) dos l/t.

Todos los absorbentes redujeron significativamente la producción de efluente frente al testigo ($p < 0,001$) sin influencia del aditivo ni interacción aditivo-absorbente. PR y CS resultaron más efectivas en cuanto a su capacidad de retener efluentes, pero con pérdidas de la masa total ensilada, sobre todo en PR+FOR. La capacidad de retención de la C fue menor, pero contribuyó a incrementar el total de MS ensilada.

Palabras clave: microsilos, contaminación medioambiental, cebada, salvado, cascarilla de soja, pulpa de remolacha.

INTRODUCCIÓN

La utilización del ensilado como método de conservación, conlleva inevitables pérdidas de materia seca (MS) y valor alimenticio, si bien éstas últimas pueden ser inapreciables (Cushnahan y Mayne, 1995). Las pérdidas, dependen principalmente de la naturaleza del forraje, respiración celular, procesos fermentativos, deterioro aeróbico y producción de efluente (Argentería *et al.*, 1997). En el caso de los efluentes, su importancia no se ciñe solamente al escape de nutrientes que causa su evacuación incontrolada, sino también, a que ésta es una de las mayores fuentes de contaminación medio ambiental (Woolford, 1984; Haigh, 1999), particularmente importante en aquellas zonas cuya climatología (alta pluviometría) dificulta el presecado del forraje.

En este sentido, el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas de la contaminación, hace mención a que los códigos de buenas prácticas agrarias deben contener disposiciones sobre los residuos procedentes de productos vegetales almacenados, como el forraje ensilado.

Sabemos que la producción de efluente depende de varios factores, en particular del contenido en materia seca del material de partida, la presión del pisado en el silo, los pretratamientos mecánicos, la naturaleza del forraje y el empleo de aditivos (Woolford, 1984; McAllán *et al.*, 1991; Martínez y

Roza de la, 1997). Hay tres posibles vías para controlarlo: prehenificación, recogida en fosas colectoras y utilización de diversos alimentos secos como absorbentes.

La retención de efluentes por esta última opción es la más recomendable cuando la prehenificación no es posible (O'Kiely, 1991; Henderson, 1993) ya que, además de incrementar la cantidad total de masa ensilada estos productos pueden aportar azúcares que favorecen la fermentación y almidón y/o fibra muy digestible que mejoran el valor alimenticio del producto final. Además, su capacidad de absorción permite conservar los nutrientes que se perderían por el vertido y que son fuentes de contaminación.

No obstante, estos productos que se utilizan como absorbentes, además de captar el efluente, durante el proceso de fermentación sufren la acción enzimática de la microflora presente en el medio, así como la fermentación de los azúcares y algunas hemicelulasas, lo que ocasiona una pérdida de peso que restará capacidad de retención al producto. Adicionalmente, su valor alimenticio puede modificarse.

El objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad de diversos alimentos secos, usuales en Asturias, para retener los efluentes procedentes de ensilados de hierba así como, las alteraciones que experimentan como consecuencia de dicha absorción de efluentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Materias primas utilizadas como absorbentes:

Se utilizaron como absorbentes pulpa de remolacha (PR), cebada (C), salvado (S) y cascarilla de soja (CS). Una alícuota se molió a 1 mm para determinar su composición químico-bromatológica. El resto se molió a dos mm y se utilizó como absorbente en un ensayo con microensilados.

Material vegetal:

Se partió de hierba de pradera sembrada de larga duración (*Lolium perenne-Trifolium repens*). El forraje fue picado de dos a cinco cm y homogeneizado. Se tomaron cuatro diferentes submuestras, una para recuento de la microflora epifita en el momento de la siega, una segunda para determinación de MS (102°C; 24 h), la tercera para valorar la capacidad amortiguadora (CT; Playne y McDonald, 1966) y la última para liofilización y posterior análisis químico incluyendo azúcares solubles (AZSOL; Hoffman, 1937). El material restante fue empleado para la elaboración de los ensilados a escala de laboratorio.

Elaboración de ensilados:

Se utilizó el modelo de microsilo originalmente descrito por Concha de la y Carpintero (1986) y modificado por Flores *et al.* (1997) y Martínez y Roza de la (1997). Las materias primas se colocaron en un dispositivo intermedio entre el microsilo y el recipiente de captación de efluente (Figura 1) utilizándose a una dosis de 50 g/kg de forraje a ensilar (O'Kiely, 1992).

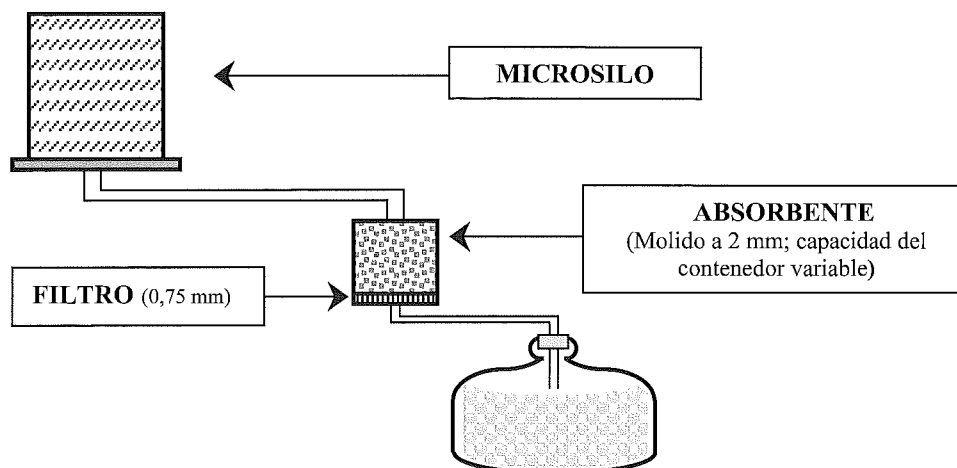
Como restrictor y estimulador de la fermentación se emplearon el ácido fórmico (FOR) al 85% a razón de 3,5 l/t de forraje y Folia (FOL) (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, celulasas y hemicelulasas) a dos l/t. Ambos incrementan la producción de efluente, sobre todo en forrajes jóvenes (Jones y Jones 1996). Los aditivos fueron incorporados al forraje inmediatamente antes de llenar los microsilos, empleando siempre entre dos y 2,2 kg de forraje por microsilo para igualar densidad, realizándose tres repeticiones por tratamiento. Se dejaron estabilizar durante un periodo de seis meses antes de su apertura.

Controles realizados:

Se tomó el peso inicial del forraje en cada microsilo para expresar con respecto al mismo la producción total de efluente. Éste se recogió y pesó a los uno, tres, cinco, siete, 14, 21, 28, 43, 65, 90, 120, 150 y 180 días, midiéndose el pH y la densidad. Tras este periodo de fermentación y

estabilización se recogieron las materias primas junto con el efluente interceptado por las mismas. Éstas se procesaron y se realizó sobre ellas un nuevo análisis químico bromatológico.

Figura 1. Dispositivo experimental para medición de retención de efluentes



Análisis estadístico:

Se consideró un modelo factorial de análisis de varianza con los efectos fijos **absorbente** y **aditivo** y su interacción (SAS, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pradera sembrada utilizada, presentaba un contenido en materia seca de 168 g/kg, lo cual garantizaba de por sí una sensible producción de efluente (Wolfoord, 1984). Este forraje, con 111 g/kg MS de azúcares solubles y una capacidad tampón de 384 meq NaOH/kg MS, se puede considerar de ensilabilidad media.

El número de UFC/g de materia verde de bacterias lácticas presentes en el forraje ($3,7 \cdot 10^5$), fue suficiente para que la fermentación láctica no se viese comprometida y, la escasa presencia de *Clostridium tirobutiricum* ($1,3 \cdot 10^2$ esporas/g forraje), disminuyó el riesgo de fermentación butírica (Cañeque y Sancha, 1998).

La composición química de las materias primas ensayadas coincide con la habitual y se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Composición química de las materias primas utilizadas como absorbentes

	Pulpa remolacha	Cascarilla de soja	Salvado	Cebada
Materia seca -g/kg	908	884	893	901
Proteína bruta- g/kg MS	105,0	141,3	164,2	110,2
Extracto etéreo- g/kg MS	10,4	29,1	35,2	22,4
Fibra bruta- g/kg MS	186,2	372,2	95,7	48,1
Fibra neutro detergente ¹ - g/kg MS	41,85	62,64	37,57	44,45
Fibra ácido detergente ¹ - g/kg MS	23,64	49,07	14,17	5,75
Azúcares solubles- g/kg MS	77,5	26,5	95,6	84,0
Almidón- g/kg MS	18,4	8,7	194,9	614,0

¹ Datos expresados libres de cenizas

El testigo sin absorbente generó $67,5 \pm 7,9$ l de efluente/t. A la dosis de 50g/kg de forraje, los absorbentes ensayados reducen significativamente la producción de efluente ($p < 0,001$) sin influencia del aditivo ni interacción aditivo-absorbente. No hubo diferencias significativas entre absorbentes para la cantidad de efluente no retenida, cuyas medias no difieren significativamente de cero, excepto para la cebada (Tabla 2) siendo e.s.m.=11,1 l/t. De las seis repeticiones totales por absorbente, hubo cuatro casos de captación total para PR y CS, tres para la C y dos para el S. A la vista de estos resultados, la PR y la CS parecen poseer más capacidad de retención de efluente, pero serían necesarias 16 observaciones por absorbente (siempre que el efecto aditivo siga siendo no significativo como en este caso) para confirmarlo estadísticamente a $p \leq 0,05$. Estos datos concuerdan con los observados por otros autores (O'Kiely, 1991; Jones y Jones, 1996; Haigh, 1999), los cuales encontraron que la inclusión de cereales (cebada) en los ensilados, es sólo relativamente efectiva para reducir la producción de efluente.

Tabla 2. Intervalo, media y desviación típica de los litros de efluente/tonelada de forraje inicial (l/t) que se obtuvieron para cada combinación absorbente-aditivo

Absorbente	Aditivo	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Pulpa de remolacha	FOL	0,0	2,4	0,8	1,4
	FOR	0,0	1,2	0,4	0,7
Cebada	FOL	0,0	24,3	15,1	13,2
	FOR	0,0	55,0	18,3	31,7
Salvado	FOL	0,0	30,2	10,7	17,0
	FOR	0,0	17,0	8,3	8,5
Cascarilla de soja	FOL	0,0	2,9	1,0	1,7
	FOR	0,0	8,6	2,9	5,0

En cuanto al total absorbente+efluente retenido, cabe esperar que algún componente químico se pierda por fermentación, dada la humectación y contaminación microbiana por el efluente. Paralelamente, los solutos del mismo retenidos en el absorbente contribuyen a incrementar el peso total. La pérdida o ganancia final dependerá del balance entre ambos procesos. Hay que señalar que el dispositivo diseñado para albergar el absorbente y el efluente retenido, no permite una anaerobiosis total. La estabilidad del absorbente en cuanto a pérdida/ganancia de peso seco y composición del mismo da una idea de la posible contribución al total de la masa ensilada, lo cual reviste gran interés.

Tabla 3. Significación de los efectos fijos y su interacción sobre el balance en materia total entre absorbente inicial y mezcla final absorbente-efluente

	Absorbente	Aditivo	Absorbente-aditivo
Materia seca	n.s.	n.s.	*
Materia orgánica	n.s.	n.s.	*
Proteína bruta	P=0,0711	n.s.	P=0,0775
Fibra neutro detergente ¹	***	n.s.	*
Fibra ácido detergente ¹	P=0,0654	n.s.	**
Azúcares solubles	***	n.s.	n.s.

¹ Datos expresados libres de cenizas; *: $P \leq 0,05$; **: $P \leq 0,01$; ***: $P \leq 0,001$; n.s.: $P > 0,1$

También hay que tener en cuenta que en los casos de no captación total del efluente, el drenaje del mismo puede arrastrar solutos e incluso partículas sólidas del absorbente.

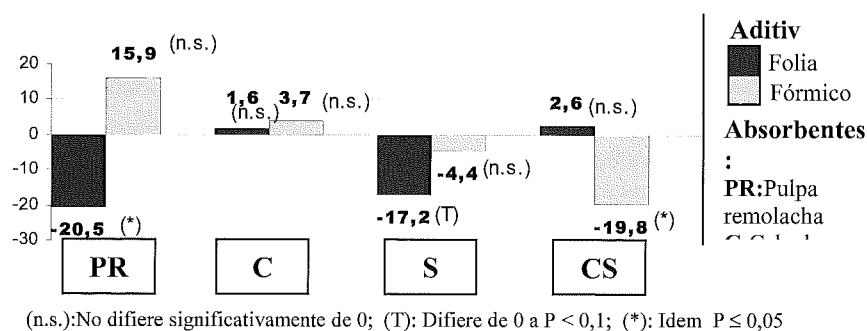
El análisis estadístico de los balances entre cantidad de MS, materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) (ambos libres de cenizas) y AZSOL contenidos en la cantidad inicial de absorbente y, resultantes en la mezcla final efluente + absorbente contribuyen, a aclarar los resultados.

Según puede observarse (Tabla 3), aparecen muchas interacciones absorbente-aditivo, imputables a la diferente velocidad de salida del efluente y a la composición del mismo. La pérdida de AZSOL con C y S fue muy superior respecto a PR y CS ($p < 0,001$).

La C se comporta igual con ambos aditivos, sin que varíe significativamente la cantidad total de materia seca y orgánica, lo que concuerda con lo referido por Haigh (1999). Ver figura 2. Además de lo mencionado para AZSOL, hay pérdidas significativas de FND, pero no de FAD, lo cual, sugiere fermentación de hemicelulasas, compensada por retención de solutos en el efluente.

La CS experimenta pérdidas significativas de MS y MO cuando se aplica ácido fórmico. Las pérdidas, además de en AZSOL, tienen lugar a nivel de FND y FAD. Esto sugiere, además de actividad hemicelulásica, otra celulásica, que no tendría lugar dentro del silo. Cabe también la posibilidad de arrastre físico de partículas.

Figura 2. Variación de peso seco (%) de cada absorbente según aditivo utilizado



En la PR, por el contrario, es el inoculante (FOL) quién induce pérdidas significativas de MS y MO a nivel de AZSOL, FND y FAD.

Por último, con respecto al S, experimenta pérdidas significativas de MS y MO con el inoculante y sólo en cuanto a los AZSOL.

La pulpa de remolacha y la cascarilla de soja son materias primas seguras en cuanto a su capacidad de retener efluentes, pero con pérdidas de la masa total ensilada. La cebada tiene menos capacidad de retención de efluentes, pero contribuye a incrementar el total del ensilado final. Por tanto, la decisión de elegir uno u otro debería ir en función de su precio, teniendo en cuenta además la posible pérdida de peso seco en el caso de utilizar PR + FOR.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a D. Alejandro Argamentaría, Jefe de Departamento de Producción Animal, Pastos y Forrajes de SERIDA, sus sugerencias y apoyo científico y a Alfonso Carballal por su apoyo informático. Así mismo, agradecen al INIA, la financiación de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. de la; MARTÍNEZ, A.; SANCHEZ, L.; MARTÍNEZ, A., 1997. *El ensilado en Asturias*. Ed.: Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias, 127 pp. Oviedo (España).
- CAÑEQUE, V.; SANCHÁ, J. L., 1998. *Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes*. Ed.: Mundi Prensa. España. 260 pp. Madrid (España).

- CONCHA, M. E. de la; CARPINTERO, M. C., 1986. Proteolisis en los ensilados y su valoración. 1. Efecto de diferentes conservadores sobre la proteolisis en ensilados de gramíneas y leguminosas. *An. Fac. Vet. León*, **32**, 109-117.
- CUSHNAHAN, A.; MAYNE, C. S., 1995. Effects of ensilage of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle. I. Food intake and milk production. *Anim. Sci.*, **60(3)**, 337-347.
- FLORES, G.; ARRÁEZ, A. G.; CASTRO, A. J., 1997. Evaluación de la utilidad de dos tipos de silos a pequeña escala para experimentación en calidad de ensilados. En: *Actas XXXVII Reunión Científica de la S. E. E. P.* 373-378. Sevilla.
- HAIGH, P. M., 1999. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. *Grass For. Sci.*, **54**, 208-218.
- HENDERSON, N., 1993. Silage additives. *Anim. Feed Sci. Techn.*, **45**, 35-56.
- HOFFMAN, W. S., 1937. A rapid photoelectric method for the determination of glucose in blood and urine. *J. Biol. Chem.* **120**, 51-55.
- JONES, R.; JONES, D. I. H., 1996. The effects of in-silo effluent absorbents on effluent production and silage quality. *J. of Agric. Engin. Res.*, **64**, 173-186. MARTINEZ, A. y ROZA, 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. En: *Actas XXXII Reunión Científica S. E. E. P.* 199-204. Sevilla.
- McALLAN, A. B.; JACOBS, J. L.; MERRY, R. J., 1991. Factors influencing the amount and pattern of silage effluent production. En: *Europ. Grassland Fed. Conf. Forage Conservation Toward 2000*, 368-370. Ed: G. Pahlow y H. Honig. Braunschweig.
- O'KIELY, P., 1991. A note on the influence of five absorbents on silage composition and effluente retention in small scale silos. *Irish J. Agric. Res.*, **30**, 153-158.
- O'KIELY, P., 1992. The effects of ensiling sugarbeet pulp with grass on silage composition. Effluent production and animal performance. *Ir. J. Agric. Res.*, **31**, 115-128.
- PLAYNE, M. J.; McDONALD, P., 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *J. Sci. Food Agric.*, **17**, 264-268.
- S.A.S., 1990. SAS/STAT User's Guide. V.6. Fourth Ed. SAS Institute Inc., N.C. (USA).
- WOOLFORD, M. K., 1984. *The Silage Fermentation*. Ed.: Marcel Dekker, Inc. 350 pp. New York and Basel.

RETAINING EFFLUENT IN GRASS SILAGE USING DIFFERENT ABSORBENTS

SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the capacity of retaining effluent of several dry materials used as absorbents in grass silages: sugar beet pulp (PR), barley (C), bran (S), and soya hull (CS), and therefore to determinate the possible changes induced on them by the retained effluent. Attending this purpose grass microsilages were made using forage from a prairie (*Lolium perenne-Trifolium repens*) with medium ensilability values and dry matter (DM) content of 168 g/kg. The dose of dry materials used were 50g/kg of grass for each one. In addition, a restrictor and an estimator of fermentation process were used: Formic acid (FOR) 3.5 l/t of grass and Folia (FOL) (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, cellulases and hemicellulases) two l/t.

Effluent outputs were significantly decreased ($p < 0.001$) by the inclusion of each of the dried feeds. The additive and the interaction additive-absorbent were not significant. PR and CS were more effective to retaining effluent but with losses of DM, especially in PR+FOR. The C was only moderately effective in reducing effluente production, but increased the total of DM ensiled.

Key words: microsilages, enviromental pollution, barley, bran, soya hull, sugar beet pulp.

EFFECTO DEL ENSILADO SOBRE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DEL MAÍZ FORRAJERO Y DEL RAIGRÁS ITALIANO*

J. FARIA-MÁRMOL¹, J. GONZÁLEZ², M.R. ALVIR², C.A. RODRÍGUEZ² Y A.
MARTÍNEZ³

¹Dpto. de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia. Maracaibo. A.C. 15205 (Venezuela). ²Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid, (España). ³Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria. 33300 Villaviciosa. Asturias, (España).

RESUMEN

Se determinó la degradabilidad efectiva (DE) de la materia seca (MS) y proteína bruta (PB) de dos ensilados: raigrás italiano (ERG) y maíz (EM), y de sus respectivos forrajes originales (RGF y MF), utilizando técnicas *in situ* y de tránsito de partículas y tres carneros canulados en rumen y duodeno, alimentados, a 40 g MS/kg P^{0,75}, con una dieta compuesta por cantidades iguales (en MS) de ERG, EM y concentrado. De forma general, las cinéticas de degradación se establecieron mediante ajuste a una función exponencial simple, excepto para la PB del EM que precisó un modelo sigmoideo. La DE se estableció considerando sólo la tasa de salida de partícula del rumen (DE₁) o, además, la tasa intraruminal de conminución y mezcla de éstas (DE_{1;2}). En comparación con el forraje original, se apreció una reducción importante de los valores de DE de la MS en el ERG y un incremento moderado en el EM, que sólo fue significativo para DE₁. Para la PB de los dos ensilados se observó un incremento de la fracción soluble y una reducción de la fracción potencialmente degradable, así como una reducción aparente de su tasa de degradación. La compensación resultante entre los efectos del ensilado sobre ambas fracciones se tradujo en un incremento aparente y moderado de los valores de DE en el ERG y en una reducción, también moderada, pero significativa a nivel de tendencia ($P \leq 0,1$) en el EM.

Palabras clave: degradación, forrajes, proteína, ovinos.

INTRODUCCIÓN

Usualmente se supone que, como consecuencia de los procesos fermentativos, el ensilado incrementa sensiblemente la degradación ruminal de la proteína bruta (PB) del forraje. Sin embargo, Gómez (1998), al estudiar la degradabilidad de una colección amplia de ensilados de hierba y de maíz, indica una lenta degradación de la PB insoluble, que atribuye a la desnaturalización de las proteínas por la acción de los ácidos generados en el silo. El objetivo de este trabajo fue medir los efectos del ensilado sobre la degradabilidad del raigrás italiano y del maíz forrajero, a fin de constatar una posible compensación de los efectos a nivel de los compuestos nitrogenados solubles e insolubles.

* Trabajo financiado por la CICYT. Proy. N° AGF 98-0842.

MATERIAL Y MÉTODOS

Mediante técnicas *in situ*, se evaluó la degradabilidad ruminal de la materia seca (MS) y (PB) de un ensilado de raigrás italiano (ERG) y un ensilado de maíz (EM), obtenidos en silos trinchera en el Principado de Asturias, así como de sus forrajes originales correspondientes (RGF y MF). Todas las muestras fueron liofilizadas tras su obtención, siendo posteriormente molidas a través de una criba de 2 mm, para los estudios *in situ*, ó de 1 mm, para la determinación de su composición química (tabla 1). La determinación de la degradabilidad ruminal se realizó sobre un grupo de tres carneros, provistos de cánulas en rumen y en duodeno (T simple), alimentados con una ración mixta, compuesta por cantidades iguales (en MS) de silo de maíz, silo de raigrás italiano y un concentrado granulado comercial. Los ensilados utilizados en la alimentación fueron de distinto origen que los ensayados. La dieta se suministró, a un nivel de ingestión de 40 g de MS/kg P^{0,75}, en seis comidas iguales diarias (a intervalos de cuatro h), utilizando distribuidores automáticos. Los posibles efectos del ensilaje se estudiaron, de forma independiente para cada especie vegetal, mediante análisis de varianza, considerando los corderos como bloques. Para cada alimento, se incubaron en el rumen de cada animal un total de 14 bolsas de nylon, distribuidas en dos incubaciones, con tiempos de dos, cuatro, ocho, 16, 24, 48 y 72 h. Las bolsas (11 x siete cm de dimensiones internas), de 46 µm de tamaño de poro, contenían tres g de alimento liofilizado. Tras ser extraídas del rumen, fueron someramente lavadas con agua corriente y almacenadas a -20 °C. Tras su descongelación, se lavaron en una minilavadora de turbina (tres veces x cinco minutos) y se desecaron a 80 °C durante 48 h, determinándose su peso seco y el contenido en N Kjeldahl de los residuos de incubación. El proceso de lavado mecánico se aplicó también a tres bolsas adicionales de cada alimento para establecer su valor de desaparición a cero h.

Tabla 1. Composición química (% sobre MS) de los forrajes ensayados

Item	RGF	ERG	MF	EM
Materia seca (%)	29,9	22,5	39,3	36,5
Materia orgánica	91,1	88,6	96,3	94,3
Proteína bruta	9,68	12,3	9,50	6,87
Fibra neutro detergente	53,4	60,8	43,6	44,1
Fibra ácido detergente	31,0	37,9	21,5	23,7
Lignina ácido detergente	2,08	3,01	1,45	2,88

RGF: forraje de raigrás italiano, ERG: ensilado de raigrás italiano; MF: maíz forrajero, EM: ensilado de maíz.

La evolución de la desaparición con el tiempo se ajustó en cada animal, mediante regresión no lineal, a un modelo exponencial (Ørskov y McDonald, 1979): $D = a + b(1 - e^{-k_d t})$. Sin embargo, la desaparición de la PB en el ensilado de maíz presentó una evolución sigmoidea, que se ajustó con el modelo de Van Milguyen y Baumont (1995): $D = a + [b(1 - e^{-k_d t}) / (1 + ((k_\infty - k_0) / k_0) e^{-k_d t})]$. En ambos modelos "a" representa la fracción soluble y "b" la fracción de material insoluble potencialmente degradable, calculándose la fracción indigestible como: $1 - (a + b)$. En el modelo exponencial, "k_d" representa la tasa fraccional constante de degradación, la cual varía entre k₀ y k_∞ en el segundo modelo. Para calcular la degradabilidad efectiva aparente (DE), se determinó la dinámica de partículas en el rumen para los ensilados incluidos en la ración, marcados previamente por inmersión con iterbio (Yb) (maíz) o europio (Eu) (raigrás italiano) según la técnica descrita por González *et al.*, (1998). A este fin, se suministraron simultáneamente sendas dosis simples (50 g de MS) de cada ensilado marcado, muestreándose posteriormente la digesta duodenal durante 82 horas, para la determinación de Yb y Eu. La evolución en el tiempo de la concentración de cada marcador se

ajustó, también por regresión no lineal, al modelo de Dhanoa *et al.*, (1985). Las dos tasas fraccionales de este modelo k_1 y k_2 corresponden, respectivamente, a la salida de partículas del rumen y a la conminución y mezcla del forraje en éste. Estas tasas se aplicaron para el cálculo de la DE tanto a los ensilados testados como a su forraje verde correspondiente. Las estimaciones de DE se realizaron obviando (DE_1) o considerando ($DE_{1,2}$) la tasa secundaria de tránsito k_2 . Así, de acuerdo respectivamente con Ørskov y McDonald (1979) y Gómez (1998), ambos valores pueden calcularse como:

$$DE_1 = a + \int_0^{\infty} e^{-k_1 t} (dD/dt) dt$$

$$DE_{1,2} = a + \int_0^{\infty} [(k_2 e^{-k_1 t} - k_1 e^{-k_2 t}) / (k_2 - k_1)] (dD/dt) dt$$

En el caso general de ajustar la degradación ruminal con el modelo exponencial simple, estas expresiones equivalen a:

$$DE_1 = a + (bk_d / (k_d + k_1))$$

$$DE_{1,2} = a + (bk_d / (k_d + k_1)) ((k_d + k_1 + k_2) / (k_d + k_2))$$

Con el modelo sigmoideo de degradación (caso de la PB del ensilado de maíz) no existen soluciones analíticas, debiendo realizarse la integración por aproximación numérica, en este caso utilizando el programa informático Derive 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un alto contenido en MS al ensilar, como el del raigrás italiano, evita las pérdidas por efluyentes; consecuentemente las pérdidas en el proceso fermentativo debieron limitarse a las producidas como gases, lo que conlleva una reducción del porcentaje de MS y un incremento pasivo de componentes como la fibra, la PB y los minerales, al desaparecer por fermentación una cantidad importante de azúcares solubles, disminuyendo, así, de forma importante la calidad nutritiva del alimento. En el ensilado de maíz, el incremento pasivo de las fracciones de fibra fue muy moderado, afectando en menor medida la calidad nutritiva. Sin embargo, se constató una reducción importante del contenido en PB (de 9,60 a 6,87%). Esta reducción podría asociarse con la volatilización, durante el ensilado y la liofilización, del amoníaco resultante de la fermentación de la PB. Otras posibilidades serían una pérdida de partículas de hojas (fracción de mínima densidad y de máxima concentración proteica de la planta de maíz) al ser proyectadas de la cosechadora al remolque y/o errores de muestreo, debido a la difícil homogenización del maíz forrajero.

Las tasas fraccionales correspondientes a la dinámica de partículas en el rumen (media \pm desviación típica, % h^{-1}) fueron: $k_1 = 4,97 \pm 1,28$ y $k_2 = 18,1 \pm 2,71$ para el ensilado de ray grass italiano y $k_1 = 5,60 \pm 1,20$ y $k_2 = 13,0 \pm 2,70$ para el ensilado de maíz.

Los efectos del ensilaje sobre la distribución de las distintas fracciones de MS fueron diferentes en ambas especies (Tabla 2). Así, mientras para el raigrás italiano se observó una disminución de la fracción soluble y un aumento de las fracciones insolubles, para el maíz se observaron los efectos contrarios, aunque la variación de la fracción indegradable no resultó significativa. Esta disparidad se explicaría por la distinta naturaleza del material fermentado mayoritariamente por los microorganismos del silo. Así, en el raigrás serían básicamente azúcares solubles, mientras que en el maíz forrajero parecen estar afectados materiales insolubles, aumentando de forma considerable la disponibilidad ruminal de la MS. En ambas especies, se observó una reducción de la tasa de degradación, aunque a nivel de tendencia ($P < 0,1$). Estos resultados tienden a

indicar una mayor resistencia del material insoluble frente a las acciones microbianas. Para la DE, los efectos entre especies son también diferentes, produciendo el ensilaje una reducción importante en el raigrás italiano, significativa para DE_1 y $DE_{1;2}$, y un incremento moderado en el maíz, que sólo resultó significativo para DE_1 . El menor aprovechamiento ruminal del ensilado de raigrás italiano es concordante con la reducción de calidad con el ensilado. Las concentraciones de materiales fibrosos en el maíz ensilado, no evidencian, en cambio, una reducción de calidad importante.

La degradación de la PB se expone en la tabla 3. La lenta degradación y la evolución sigmoidea de ésta observadas en el silo de maíz conlleva una importante sobrevaloración de los valores asintóticos ($a + b$) al aplicar el modelo exponencial, lo que implica errores de magnitud inaceptable en las fracciones "b" e "i". Los efectos del ensilado sobre la distribución en fracciones de la PB presentaron una tendencia similar en ambas especies, siendo más intensos en el raigrás italiano. En éste se observó un fuerte incremento de la fracción soluble a costa de una reducción equivalente de la PB insoluble y potencialmente degradable. El incremento de la fracción de PB soluble en el silo de maíz fue moderado, observándose también un aumento de la PB indegradable a

Tabla 2. Efectos del ensilaje sobre los parámetros de degradación ruminal y la degradabilidad efectiva de la materia seca de los forrajes ensayados

Alimento	a (%)	b (%)	i (%)	K_d (% h^{-1})	DE_1 (%)	$DE_{1;2}$ (%)
RGF	35,8	47,5	16,7	4,99	59,8	64,9
ERG	26,1	53,3	20,6	4,15	50,6	55,9
E.S.M.	0,08	0,40	0,33	0,19	0,59	0,68
P	< 0,001	0,010	0,014	0,086	0,008	0,012
MF	29,5	5,2	15,3	4,08	53,1	60,7
EM	41,1	47,1	11,8	3,08	57,7	63,4
E.S.M.	0,47	1,14	1,02	0,23	0,62	0,71
P	0,003	0,038	0,133	0,089	0,035	0,115

a: fracción soluble; b: fracción potencialmente degradable; i: fracción indegradable; k_d : tasa fraccional de degradación; DE_1 , $DE_{1;2}$: degradabilidad efectiva calculada en base a k_1 y k_1 y k_2 , respectivamente. E.S.M.: error standard de la media. P: probabilidad. Otras abreviaturas ver tabla 1.

nivel de tendencia. Este último podría atribuirse a un mayor nivel de contaminación microbiana de los residuos de incubación de este alimento como consecuencia de su menor contenido en PB. En otros estudios sobre estas mismas muestras se han apreciado evidencias en este sentido (datos no publicados). La evolución sigmoidea observada en el ensilado de maíz es indicativa de una ralentización de la degradación (el valor equivalente de k_d sería 4,0% h^{-1}). En el ensilado de raigrás también se redujo la tasa de degradación, aunque no de forma significativa dada la alta variabilidad registrada. Estos valores concuerdan con la hipótesis de base de una desnaturalización de las proteínas insolubles por los ácidos producidos en el silo. Los efectos fermentativos ocurridos en el silo, que conllevan un incremento de la PB soluble, se compensan, así, con una menor degradación de la PB insoluble. En el ensilado de raigrás italiano esta compensación fue parcial, observándose un aumento de los valores de DE no significativo. Por el contrario, en el maíz forrajero esta compensación superó incluso los efectos del incremento de PB soluble, apreciándose menores valores de DE_1 y $DE_{1;2}$ a nivel de tendencia.

Tabla 3. Efectos del ensilaje sobre los parámetros de degradación ruminal y la degradabilidad efectiva de la proteína bruta

Alimento	a (%)	b (%)	i (%)	k _d (% h ⁻¹)	DE ₁ (%)	DE _{1,2} (%)
RGF	55,0	31,1	13,9	6,36	72,4	75,9
ERG	69,7	17,0	13,3	5,04	77,6	79,2
E.S.M.	0,77	0,53	1,29	1,75	1,26	1,44
P	0,005	0,003	0,783	0,649	0,102	0,243
MF	57,7	28,4	13,9	5,77	71,7	75,9
EM	62,8	16,6	20,6	-	68,1	70,4
E.S.M.	0,19	1,60	1,46	-	0,89	1,28
P	0,003	0,034	0,082	-	0,100	0,092

¹k₀ = 0,99% h⁻¹; k_∞ = 10,67% h⁻¹. Para abreviaturas ver tablas 1 y 2.

Los mayores valores de DE_{1,2} frente a DE₁, derivados del incremento del tiempo de residencia en el rumen, dependen lógicamente en primer lugar y directamente de "b" y secundariamente y de forma inversa de la velocidad de degradación. En el caso de la PB este incremento fue pequeño en ambas especies, principalmente en los ensilados.

CONCLUSIONES

Los procesos fermentativos ocurridos en el silo no solo producen un incremento de la PB soluble, lo que conlleva un aumento de la degradabilidad, sino también, una menor degradación de la PB insoluble. Esta compensación resultó sin embargo variable con el tipo de forraje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DHANOVA, M. S.; SIDONS, R.C; FRANCE, J.; GALE, L., 1985. A multicompartimental model to describe marker excretion patterns in ruminant faeces. *British Journal of Nutrition*, **53** (3), 663-671.
- GOMEZ, G., 1998. *Degradabilidad ruminal de las materias nitrogenadas en los ensilados de hierba y maíz*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 329 pp. Universidad Politécnica de Madrid, (España).
- GONZÁLEZ, J.; RODRÍGUEZ, C. A.; ANDRÉS, S. G.; ALVIR, M. R., 1998. Rumen degradability and microbial contamination of fish meal and meat meal measured by the in situ technique. *Animal Feed Science and Technology*, **73** (1), 71-84.
- ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **92** (2), 499-503.
- VAN MILGEN, J.; BAUMONT, R., 1995. Models based on variable fractional digestion rates to describe ruminal in situ digestion. *British Journal of Nutrition*, **73**, (3), 793-807.

EFFECT OF SILAGE ON RUMEN DEGRADABILITY OF MAIZE AND ITALIAN RYE-GRASS

SUMMARY

The effective degradability (ED) of dry matter (DM) and crude protein (CP) of two silages, from italian rye-grass (ERG) or maize (EM), and of their original forages (RGF and MF) were measured by using *in situ* and rumen transit techniques on three wethers fistulated in the rumen and the duodenum. Animals were fed with a diet with equal amounts (on DM) of ERG, EM and concentrate, at a rate of 40 g DM/kg $W^{0.75}$. Degradation kinetics were established by fitting an exponential function, except for CP of EM which needs a sigmoid model. Estimations of ED were established using only the outflow rate of particles from the rumen (ED_1) or, furthermore, the rate of comminution and mix of particles ($ED_{1;2}$). In relation to the original forages, an important decrease of ED values of DM was observed in ERG, whereas a moderate increase (only significant for ED_1) was recorded in EM. The soluble CP was higher and the potentially degradable CP was lower in both silages than in green forages. An apparent reduction of the degradation rate of CP was also observed in silages. The opposite effects of silage on both CP fractions lead to a moderate and apparent increase of ED values in ERG and to a moderate reduction ($P \leq 0.1$) in EM.

Key words: degradation, forages, protein, sheep.

EFFECTO DEL TIPO DE FORRAJE Y DEL ACABADO CON CANTIDADES MODERADAS DE CONCENTRADO EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE DE TERNEROS RUBIO GALLEGOS

J. ZEA, J. A. CARBALLO, M^aD. DIAZ Y B. OLIETE

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña (España).

RESUMEN

Se adoptó un diseño factorial 2 x 3, con dos tipos de forrajes, ensilados de maíz o de pradera, y tres periodos de acabado, sin acabado (0 días), 45 días y 90 días. Se utilizaron 60 animales de 223,5±5,0 kg de peso inicial. El peso de sacrificio se fijó en 400 kg. Todos los animales recibieron el ensilado a voluntad y 1,5 kg o 2 kg de pienso, según que éste fuese de maíz o de pradera. En el acabado el nivel de pienso se aumentó 4 o 5 kg/día, respectivamente.

Las canales de los animales que consumieron ensilado de maíz tuvieron más carne y menos hueso que las de los que consumieron ensilado de pradera. A la vista de los valores del índice cromático *L** puede deducirse que tanto la carne como la grasa resulta mas clara con el ensilado de maíz.

Los únicos efectos significativos que se observaron con el acabado, fueron la mejora del rendimiento canal, el oscurecimiento del color de la grasa y la mejora de la conformación de la canal de los animales alimentación con ensilado de pradera.

Palabras clave: ensilado de maíz, ensilado de pradera, producción de carne.

INTRODUCCIÓN

Aunque cada vez los consumidores son mas exigentes de la calidad y demandantes de productos mas naturales, como podría ser la carne de animales alimentados a base de pasto o de forrajes, la realidad es que la producción sigue estando basada en la utilización de concentrados, probablemente porque el comercio, que es el que vende, sigue demandando un determinado tipo de canal, que por su peso, es casi imposible conseguirla con forrajes y porque, durante mucho tiempo, se ha admitido que los animales alimentados en cebadero, a base de concentrados, producían carne de mejor calidad, más tierna y con mejor flavor, que los animales consumidores de pasto o forraje (Larick *et al.*, 1987; Medeiros *et al.*, 1987). Por otra parte, las canales ligeras y suficientemente engrasadas, que exige el mercado gallego, no son fáciles de obtener a base de forrajes, de ahí, que se recomiende un acabado con concentrados, que en general mejoran la conformación y el engrasamiento con una ligera disminución en el porcentaje de carne y hueso (Zea y Diaz, 1990). Sin embargo, no debe olvidarse que estos mismos efectos se producen al aumentar el peso de sacrificio, que es lo que suele ocurrir cuando se realiza el acabado, de modo que el posible efecto del acabado y del peso de sacrificio suelen estar confundidos (Zea y Diaz, 1990).

Por otra parte, la dieta, concretamente su capacidad energetica, afecta a la calidad de la canal (Keane y Drennan, 1987) y de la carne (Sañudo, 1992). Se admite, que al aumentar la ingestión de energía los porcentajes de carne y hueso en la canal disminuyen y los de grasa aumentan, resultando

carne de flavor mas agradable. No todos los forrajes son igual de energéticos, por lo que pueden afectar a las características de la canal y la carne.

El objetivo del experimento fue evaluar, en terneros de la raza Rubi Gallega, el efecto de la dieta (ensilado de maíz o de pradera) y del acabado (aumentando la cantidad de concentrado en la ración a 4 o 5 kg durante 45 o 90 días), con peso de sacrificio fijo (400 kg).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 60 terneros Rubio Gallego de 223,45±6,02 kg de peso inicial en un diseño factorial 2x3 con dos tipos de forraje (ensilado de pradera o de maíz) y tres periodos de acabado (0, 45 ó 90 días). El peso de sacrificio, igual para todos los tratamientos se fijó en 400 kg, por ello los comienzos de los periodos de acabado se fijan de acuerdo con las ganancias diarias de peso vivo esperadas en estos periodos, de modo que al final de los 45 o 90 días los animales alcanzarían los pesos de sacrificio deseados. Los acabados se realizaron con 4 ó 5 kg de pienso diarios según consumiesen a voluntad, ensilados de maíz (10,50 MJ EM/kg MS) o de pradera (9,08 MJ EM/kg MS); respectivamente. Previamente, a los animales que recibían ensilado de maíz se les suplementó con 1,5 kg de concentrado y a los que consumían ensilado de pradera (raigras inglés, dactilo y trébol blanco), con 2 kg por cabeza y día. Los concentrados, a base de cebada y soja con los complementos de minerales y vitaminas, se formularon para que las ingestas resultasen con el 14% de proteína bruta (PB) para los animales de menos de 270 kg y con el 13% para los que sobrepasan dicho peso.

En cada uno de los sublotos de cinco animales, en los que se había subdividido cada tratamiento de diez terneros, se determinó la ingestión de ensilado por diferencia entre lo suministrado y lo retirado diariamente. Una vez sacrificados los animales se obtuvo el peso canal (pc), sin grasa pélvica ni riñonada, y el rendimiento. La canal se clasificó según las normas de la UE, mediante una escala: E⁺=15, ... R=8,.... P⁻=1) y para el engrasamiento la escala fue: magro=1,.... muy grasa=9. A las 48 horas postmortem, se procedió al despiece de la media canal izquierda, según la metodología adoptada por los grupos de investigación españoles (Carballo *et al.*, 2001). La canal se dividió en cuartos por corte entre la 5^a y 6^a costillas.

La clasificación de los cortes comerciales se realizó según la Norma del comercio al detall: Extra (solomillo y lomo), 1^a (babilla, tapa, contra, culata de contra, cadera, rabillo de cadera, redondo, aguja, espalda-espaldilla y pez), 2^a (morcillo del trasero, llana y morcillo-brazuelo del delantero) y 3^a (falda-costillar, pescuezo y pecho).

Las determinaciones realizadas en las muestras de carne (de la 6^a a la 10^a costilla) fueron: pH, en el músculo *Longissimus thoracis* a las 24 horas, color del *Longissimus thoraci* y de la grasa subcutánea a las 24 horas, determinado con espectrofotómetro en coordenadas tricromáticas L* (luminosidad), a* (índice de rojo) y b* (índice de amarillo). Dureza de la carne (fuerza máxima de corte) a las 24 horas, mediante texturometro INSTROM con célula de corte Warner-Bratzler, sobre muestras de 1x1x5 cm cocidas a 75°C durante 45 minutos. Las pérdidas por goteo (drip loss) (Offer y Knight, 1988), por presión (Capacidad de retención de agua) (Honikel, 1997) y por cocción (Hamm, 1977), se expresan en % sobre la muestra en fresco. Por métodos subjetivos, mediante una escala, se determinó la consistencia de la carne (1=firme seca, 3=blanda húmeda) y el veteado (1=trazas, 5=infiltrada). La composición química de la carne se realizó según las normas oficiales. Se dibujó en papel de acetato el *L. thoraci* a la altura de las 10^a y 6^a costillas, planimetrándose sus áreas (cm²).

Para los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1985). Para el contraste entre medias el test F-lsd.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor energético de las dietas, en el preacabado, fue de 10,28 y 11,67 MJ EM/kg MS, siendo la base de la alimentación el ensilado de pradera o de maíz. En el acabado, al subir a los animales la cantidad de pienso a 5 (con pradera) o 4 (con maíz) kg por cabeza y día, la concentración energética de las raciones subió a 11,00 y 11,67 MJ EM/kg MS.

Durante los periodos de preacabado las ingestiones medias diarias de ensilados resultaron de 1,40 y 1,70 kg MS/100 kg de peso vivo (pv), para los ensilados de pradera y maíz, respectivamente. Estas cifras, en el mismo orden, fueron en el acabado, 0,92 y 0,90 kg MS/100 kg pv. El acabado de 45 o 90 días para los animales que consumían ensilado de pradera, comenzó cuando éstos tenían 339,25 y 275,20 kg, respectivamente. En el caso del ensilado de maíz los pesos vivos al comienzo del acabado fueron de 331,71 y 269,90 kg.

Las ganancias diarias de peso vivo de los terneros alimentados a base de ensilado de pradera, resultaron de 1021 y 1400 g/día, en los periodos previo al acabado y en el acabado, respectivamente. Estas cifras para los animales que consumieron ensilado de maíz fueron 1244 y 1531 g/día. Las ganancias diarias de peso canal (pc) en todo el periodo experimental fueron de 640 y 766 g/día para los terneros alimentados con ensilado de pradera y maíz, respectivamente.

El acabado mejoró el rendimiento canal ($p < 0,01$), aunque esto se debería únicamente a la mejora producida en el caso de los animales que recibieron ensilado de pradera, ya que en los de maíz, las mejoras para este carácter fueron mínimas y no significativas (Tabla 1).

Tabla 1.- Rendimiento, clasificación, grasa de riñonada y % de delantero, trasero y pistola en la canal.

Ensilado	Días acabado	Peso		Rendimiento (%)	Clasificación		Grasa riñonada	% en la canal de		
		vivo	canal		Confor	Engrasa		Delantero	Trasero	Pistola
Pradera	0	400,40	208,67 ^a	52,13 ^a	7,00 ^a	3,80	1,11	37,22	62,78	50,08
	45	401,30	211,57 ^{ab}	52,73 ^a	8,50 ^b	4,00	1,16	37,19	62,81	50,15
	90	399,60	223,14 ^b	55,89 ^b	8,60 ^b	4,10	1,16	37,55	62,45	50,00
Maíz	0	400,10	213,54 ^{ab}	53,35 ^a	8,30 ^b	3,80	1,16	37,24	62,75	49,84
	45	400,30	215,04 ^{ab}	53,62 ^a	8,30 ^b	4,00	1,18	37,33	62,67	49,83
	90	399,60	214,93 ^{ab}	53,91 ^a	8,30 ^b	4,00	1,21	37,47	64,53	49,85
	et	4,521	4,434	0,672	0,533	0,228	0,064	0,390	0,389	0,390
	p<	NS	0,05	0,001	0,05	NS	NS	NS	NS	NS
Pradera		400,45	214,46	53,58	8,03	3,97	1,14	37,32	62,68	50,08
	Maíz	397,79	214,50	53,63	8,30	3,93	1,18	37,34	62,65	49,84
	et	2,612	2,560	0,388	0,321	0,132	0,037	0,225	0,124	0,225
	p<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	0	400,25	211,11	52,74 ^a	7,65	3,80	1,14	37,23	62,77	49,96
	45	400,80	213,31	53,18 ^a	8,40	4,00	1,17	37,26	62,74	49,99
	90	399,25	219,03	54,90 ^b	8,45	4,05	1,19	37,51	62,49	49,93
	et	3,242	3,135	0,475	0,400	0,161	0,045	0,276	0,274	0,276
	p<	NS	NS	0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS

La conformación de la canal (Tabla 1) mejoró de forma significativa en el caso del ensilado de pradera, pero no en el de maíz. Esto podría explicarse porque la mejora de la riqueza energética de las dietas de acabado únicamente se produjo, de forma importante, en el caso de ensilado de pradera, que como vimos, pasó de 10,28 a 11,67 MJ EM/kg MS, mientras que en el caso de las de maíz la mejora fue de 0,67 MJ EM/kg MS (Zea y Diaz, 1991). Aunque parece que se produce un ligero aumento del engrasamiento de la canal con el acabado, este fue muy pequeño y no significativo y aunque este incremento de la grasa parece mas claro cuando se considera la grasa de riñonada, estas diferencias tampoco resultaron significativas (Tabla 1). A diferencia de lo ocurrido en otro experimento (Zea *et al.*, 2002), en el que tanto el rendimiento como la conformación resultó mejor para las dietas de maíz, aquí no se observaron diferencias significativas debido a la dieta, lo que podría deberse a que en este caso las diferencias en el valor energético de las dietas de maíz o pradera fueron menores que en aquel.

Ninguna de las proporciones en la canal de los cuartos delantero, trasero, o el corte de pistola, se vieron modificados por la dieta o el acabado (Tabla 1).

El acabado, lo mismo que la dieta, no parece que afecten a las áreas del *L. thoraci* a nivel de la 6^a o 10^a costilla, ni a la proporción en la canal de las piezas de carne de distinta calidad (extra, 1^a, 2^a o 3^a) (Tabla 2).

Tabla 2.- Composición de la canal y áreas del *L. thoraci* a nivel de la 6^a y 10^a costilla.

Ensilado	Días acabado	% en la canal de			Area <i>L. thoraci</i>		% en la canal de carne de			
		carne	hueso	grasa	10 ^a	6 ^a	extra	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Pradera	0	75,60	19,51	4,89	71,99	30,47	10,73	40,42	6,92	17,20
	45	76,01	19,40	4,59	71,22	31,65	10,86	40,83	7,01	17,19
	90	76,11	19,08	4,81	72,86	32,69	11,13	40,80	6,94	17,07
Maíz	0	76,88	18,76	4,36	70,63	33,63	11,46	41,04	6,57	17,63
	45	77,38	17,95	4,66	71,09	34,15	11,37	41,70	6,47	17,69
	90	77,31	17,79	4,90	70,52	33,52	11,56	41,58	6,48	17,54
et		0,706	0,591	0,296	2,811	1,403	0,439	0,623	0,421	0,363
p<		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Pradera		75,91	19,33	4,77	72,02	31,60	10,91	40,68	6,97	17,16
	Maíz	77,19	18,17	4,64	70,75	33,77	11,46	41,44	6,51	17,62
	et		0,407	0,341	0,172	1,623	0,811	0,271	0,360	0,241	0,21
p<		0,05	0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	0	76,24	19,13	4,62	71,31	32,02	11,15	40,73	6,74	17,41
	45	76,70	18,68	4,66	71,15	32,90	11,07	41,26	6,77	17,44
	90	76,11	18,43	4,85	71,69	33,10	11,35	41,19	6,71	17,31
et		0,499	0,148	0,211	1,988	0,992	0,302	0,441	0,327	0,257
p<		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

La cantidad de carne, hueso o grasa en la canal no varió con el periodo de acabado, pues aunque parece que el hueso disminuye y la grasa aumenta, estas diferencias no fueron significativas, sin embargo, las canales de los terneros alimentados a base de maíz presentaron mas carne y menos hueso, hecho ya observado previamente por Zea *et al.* (2002).

Las pérdidas por goteo, presión o cocción no variaron con el acabado (Tabla 3), aunque las pérdidas por presión resultaron mayores cuando a los animales se les alimentó con ensilado de pradera, como ya habían observado Zea *et al.* (2002).

En la Tabla 3 se puede observar como el índice cromático de luminosidad *L** resultó más alto para la carne de los animales alimentados con maíz, lo mismo que los índices *a** o

*b**, aunque entre estos últimos no hubo diferencias significativas. Sin embargo, a diferencia de lo ocurrido en un ensayo previo (Zea *et al.*, 2002), al comparar los ensilados de pradera y maíz, en el que no se habían observado diferencias importantes entre los índices cromáticos del color de la grasa, aquí el índice de luminosidad resultó más alto, mientras que los de rojo y amarillo, más bajos para la grasa de los animales alimentados a base de ensilado de maíz.

El veteado, la consistencia, la dureza o el pH de la carne no variaron de forma significativa ni con el acabado ni con el tipo de forraje (Tabla 4). Por lo que se refiere a la composición química de la carne, ésta no se vio modificada con el acabado, pero la procedente de animales alimentados con ensilado de maíz, tuvo menos proteína y cenizas y mas grasa, que la de los animales alimentados básicamente con ensilado de pradera. La humedad no varió, a diferencia de lo que había ocurrido previamente (Zea *et al.*, 2002), en que había resultado mayor con el ensilado de maíz y aunque esta tendencia sí se observa aquí, no resultó significativa.

Tabla 3.- Pérdidas por goteo, presión y cocción e índices cromáticos de la carne y la grasa.

Ensilado	Días acabado	Pérdidas			Ind. cromáticos carne			Ind. cromáticos grasa		
		goteo	presión	cocción	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Pradera	0	1,45	23,52 ^{ab}	29,39	37,08 ^a	15,59	8,85 ^{ab}	68,03 ^{bc}	7,83 ^a	13,69 ^a
	45	1,53	24,64 ^a	28,81	36,91 ^a	14,43	9,27 ^{ab}	66,92 ^{ab}	7,37 ^a	13,23 ^a
	90	1,54	24,93 ^a	29,06	38,62 ^{ab}	15,08	8,46 ^b	64,66 ^b	7,18 ^a	12,65 ^b
Maíz	0	1,30	23,16 ^{ab}	28,89	39,50 ^b	16,03	9,41 ^a	70,07 ^c	5,59 ^b	11,14 ^b
	45	1,37	23,51 ^{ab}	28,59	39,79 ^b	15,79	9,16 ^{ab}	69,71 ^c	5,61 ^b	11,02 ^b
	90	1,50	22,77 ^b	27,63	39,93 ^b	14,96	8,99 ^{ab}	69,14 ^c	5,37 ^b	10,81 ^b
	et	0,087	0,631	0,887	0,711	0,432	0,317	0,848	0,532	0,685
	p<	0,1	0,05	NS	0,01	0,1	0,05	0,01	0,005	0,005
Pradera		1,51	24,36	29,07	37,54	15,20	8,86	66,54	7,46	13,19
	Maíz	1,39	23,14	28,40	39,74	15,59	9,19	69,64	5,52	10,99
	et	0,050	0,364	0,512	0,410	0,249	0,183	0,489	0,307	0,395
	p<	NS	0,05	NS	0,001	NS	NS	0,001	0,001	0,005
Pradera	0	1,38	23,34	29,19	38,29	15,81	9,13	69,05 ^a	6,71	12,42
	45	1,45	24,07	28,70	38,35	15,36	9,21	68,32 ^{ab}	6,49	12,12
	90	1,52	23,85	28,34	39,27	15,02	8,72	66,90 ^b	6,27	11,73
	et	0,061	0,446	0,627	0,502	0,305	0,224	0,599	0,376	0,484
	p<	NS	NS	NS	NS	0,1	NS	0,05	NS	NS

Tabla 4.- Veteado, consistencia, dureza, pH y composición química de la carne.

Ensilado	Días acabado	Veteado	Consistencia	Dureza	pH	Composición carne (%)			
						Proteína	grasa	cenizas	humedad
Pradera	0	1,05	1,15	6,62	5,55	21,47 ^{ab}	0,59 ^a	1,17 ^{ab}	76,77
	45	1,10	1,10	6,33	5,54	21,63 ^a	0,65 ^{ab}	1,19 ^a	76,53
	90	1,05	1,25	6,34	5,50	21,76 ^a	0,64 ^a	1,20 ^a	76,40
Maíz	0	1,25	1,10	7,03	5,52	21,11 ^{bc}	0,94 ^{bc}	1,15 ^b	76,80
	45	1,20	1,10	6,92	5,55	21,02 ^c	0,99 ^c	1,16 ^b	76,83
	90	1,20	1,20	6,88	5,47	21,11 ^{bc}	1,09 ^c	1,16 ^b	76,64
	et	0,090	0,078	0,467	0,035	0,135	0,108	0,011	0,172
	p<	NS	NS	NS	NS	0,001	0,005	0,01	0,1
Pradera		1,08	1,17	6,43	5,53	21,62	0,63	1,18	76,57
	Maíz	1,22	1,13	6,94	5,51	21,08	1,01	1,16	76,75
	et	0,052	0,045	0,270	0,020	0,078	0,063	0,006	0,099
	p<	NS	NS	NS	NS	0,001	0,001	0,01	NS
Pradera	0	1,15	1,12	6,82	5,53	21,29	0,77	1,16	76,78
	45	1,15	1,10	6,62	5,55	21,32	0,82	1,17	76,68
	90	1,15	1,22	6,61	5,49	21,44	0,86	1,18	76,52
	et	0,063	0,055	0,330	0,025	0,096	0,077	0,007	0,122
	p<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

CONCLUSIONES

Las canales de los animales alimentados a base de ensilado de maíz presentaron más carne y menos hueso que las de los animales alimentados con ensilado de pradera.

La alimentación con maíz produce que las pérdidas de agua por presión en la carne sean menores y que la carne y la grasa sean más clara (índice cromático L* menor). Del mismo modo el ensilado de maíz produjo carne con menos proteína y más grasa.

El acabado únicamente afectó al rendimiento canal, que mejora. La conformación y el engrasamiento de la canal también mejora con el acabado, pero no de forma significativa.

Ninguna de las características estudiadas en la carne se vio afectada por el acabado, disminuyendo, por otro parte, el valor del índice cromático L* (claridad) de la grasa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARBALLO, J. A.; MONSERRAT, L.; SANCHEZ, L., 2001. Composición de la canal bovina. En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*, 105-123. Co: V. CAÑEQUE; C. SAÑUDO. Monografías INIA. Serie Ganadera n° 1. Madrid.
- HAMM, R., 1977. Citado por Pla (2001).
- HONIKEL; K. O., 1977. Reference method supported by OECD and their use in mediterranean meat products. *Food Chemistre*, **9** (4), 573-582.
- KEANE, G.; DRENNAN, M. J., 1987. Lifetime growth and carcass composition of heifers and steers, non-implanted or sequentially implanted with anabolic agents. *Anim. Prod.*, **45**, 359-369.
- LARICK, D. K.; HEDRICK, H. B.; BAILEY, M. E.; WILLIAMS, J. E.; HANCOCK, D. L.; GARNER, G. B.; MORROW, R. E., 1987. Flavor constituents of beef as influenced by forrage and grain-feeding. *Journal of Food Science*, **52**, 245-251.
- MEDEIROS, L. C.; FIELD, R. A.; MENKHAUS, D. J.; RUSSELL, W. C., 1987. Evaluation of range-grazed and concentrate-fed by a trained sensory panel, a household panel and a laboratory test marked group. *Journal of Sensory Studies*, **2**, 259-272.
- OFFER, G.; KNIGHT, P., 1988. The estructural basis of water-holding in meat; Part 2: Drip losses. En: *Developments in Meat Science*, **4**, 173-243. Ed. R. Lawrie. Elsevier, Oxford.
- PLA, M., 2001. Medida de la capacidad de retención de agua. En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*, 105-123. Co: V. CAÑEQUE; C. SAÑUDO. Monografías INIA. Serie Ganadera n° 1. Madrid.
- SAÑUDO, C., 1992. Calidad organoléptica de la carne. En: *Tecnología y calidad de los productos cárnicos*, 45-84. Ed: M^a J. Beriaín. Escuela T. S. I. Agrónomos, Navarra.
- SAS., 1985. User's Guide: Statistic. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- ZEA, J.; DIAZ M^a D., 1990. *Producción de carne con pastos y forrajes*. Ediciones Mundi Prens, 389 pp. Madrid.
- ZEA, J.; DIAZ, M^aD., 1991. Influencia de los sistemas de producción sobre la calidad de la canal. *Bovis*, **39**, 29-57.
- ZEA, J.; DIAZ, M^a D.; CARBALLO, J. A.; OLIETE, B., 2002. Efecto del tipo de forraje y del peso de sacrificio en la calidad de la canal y la carne de terneros Rubio Gallegos. En: *Actas de la XLII Reunión Científica de la S. E. E. P.*, en este volumen. Lérida.

EFFECT OF FORAGE TYPE AND FINISHING PERIOD ON CARCASS AND MEAT QUALITY OF RUBIO GALLEGO YOUNG BULLS

SUMMARY

A factorial 2x3 desing was adopted, with two type of forage, maize silage and grass silage; three periods of finishing, without finishing (0 days), 45 days and 90 days. Sixty animals of 223.5±5.0 kg initial live weight were used. The slaughter weight was fixed in 400 kg. Every animal had received the silage ad libitum, and 1.5 or 2 kg of concentrate, depending if animals were feeding with maize or grass. The level of concentrate increased over 4 or 5 kg per day in the finishing period, respectively.

The animal's carcasses fed on maize got more meat and less bone than the ones fed on grass. LookingL* cromatic index we can deduce that both, meat and fat, are more clear with maize silage. The only significative effects that were observed with finishing, in the carcass and in the meat, werethat the dresing percentage improve, fat colour was darker and carcass conformation improve when animals were fed with grass silage.

Key words: maize silage, grass silage, beef production.

EFFECTO DEL TIPO DE FORRAJE Y DEL PESO DE SACRIFICIO EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE DE TERNEROS RUBIO GALLEGOS

J. ZEA, M^aD. DIAZ, J. A. CARBALLO Y B. OLIETE

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña (España).

RESUMEN

En el experimento se utilizaron 60 terneros Rubio Gallegos de $235,5 \pm 5,9$ kg de peso inicial en un diseño factorial 2 x 3: dos tipos de forraje (ensilado de pradera o de maíz a voluntad más 1,5 o 2 kg de concentrado por cabeza y día, según fuese ensilado de pradera o de maíz) y tres pesos de sacrificio (370, 410 y 450 kg de peso vivo).

Con el aumento del peso de sacrificio mejoró la conformación y la cantidad de grasa en la canal, sin que se modificaran de modo significativo ninguna otra característica estudiada en la canal o la carne.

La alimentación a base de ensilado de maíz mejoró el rendimiento así como la conformación de la canal. Canales, que a su vez tuvieron más carne y menos hueso que las de los animales alimentados con ensilado de pradera. La carne obtenida con ensilado de maíz resultó más clara, con menos proteína y más humedad que la obtenida con ensilado de pradera.

Palabras clave: ensilado maíz, ensilado pradera, producción de carne.

INTRODUCCIÓN

El mercado de la carne de vacuno es cada vez más exigente con la calidad, yendo en aumento la demanda de productos más naturales. Sin embargo, los sistemas de producción más comunes en nuestro país se basan en la utilización masiva de concentrados. Por otra parte, se ha reconocido que la carne producida con concentrados es más tierna y con mejor flavor que la procedente de animales alimentados a base de forrajes (Laric *et al.*, 1987), por lo que tradicionalmente para este tipo de animales se recomienda la realización de un acabado. Sin embargo, en muchos experimentos de acabado, los efectos de la dieta están confundidos con los efectos del peso de sacrificio, de la edad o del peso canal, de modo que cuando se suministran a voluntad los dos tipos de alimentos por un periodo determinado de tiempo, las canales de los animales alimentados con concentrados son más pesadas que las de los alimentados con pasto o forrajes. El peso canal (pc), el grado de engrasamiento, la edad al sacrificio o la tasa de crecimiento son factores que afectan a la calidad de la canal (Butterfield, 1974; Keane *et al.*, 1989) y a la calidad de la carne, especialmente a la terniza y al flavor (Spanier *et al.*, 1990). Del mismo modo, se ha reconocido que el tipo de dieta conduce a variaciones en la composición tisular de la canal (Cabrero, 1991). Existe acuerdo general en que con el aumento de la ingestión de energía los porcentajes de carne y hueso disminuyen y los de grasa aumentan, acentuándose estos efectos cuando aumenta el peso de la canal (Keane y Drennan, 1980). El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la dieta (dos tipos de forraje con distinto valor energético) y del peso de sacrificio (375, 410 y 450 kg, que son los más usuales en Galicia) en la calidad de las canales y la carne de terneros de raza Rubia Gallega.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización del experimento se utilizaron 60 terneros de raza Rubia Gallega de 235,51±5,91 kg, divididos al azar en 6 lotes de 10. La mitad consumieron ensilado de pradera (raigras, dactilo y trébol blanco) (8,72 MJ EM/kg MS) a voluntad y 2 kg de concentrado y la otra mitad ensilado de maíz (10,88 MJ EM/kg MS) y 1,5 kg de concentrado por cabeza y día. Los animales se sacrificaron por lotes al alcanzar, con cada forraje, 375, 410 ó 450 kg. El resultado es un diseño factorial 2x3, con dos forrajes y tres pesos de sacrificio. Los piensos, a base de cebada y soja con los correspondientes complementos de minerales y vitaminas, se formularon para que la ingesta (ensilado mas concentrado) resultase con el 14% o el 13% de proteína bruta (PB), según que los animales fuesen menores o mayores de 270 kg.

En cada uno de los sublotos, en los se dividió cada tratamiento, se determinó la ingestión de ensilado y de concentrado. Los animales se sacrificaron en matadero homologado, obteniéndose el peso canal, sin grasa pélvica ni de riñonada, y el rendimiento (%). La clasificación comercial de la canal se realizó siguiendo la norma de la UE (la conformación según la escala, E⁺=15, ...R=8,P⁻=1 y el estado de engrasamiento con la escala, magro=1,....muy graso=9). A las 48 horas postmortem se procedió al despiece comercial de la media canal izquierda, deshuesándose todas sus piezas, según la metodología de los grupos de investigación españoles (Carballo, 2001). Se pesó la grasa pélvica.

Los cortes comerciales se obtuvieron según la Norma para el comercio al detall de la carne de vacuno que, sobre una división de la canal en cuartos por corte entre la 5^a y 6^a costilla, se categorizan en: Extra (solomillo y lomo), 1^a (babilla, tapa, contra, culata de contra, cadera, rabillo de cadera, redondo, aguja, espalda-espaldilla y pez), 2^a (morcillo del trasero, llana y morcillo-brazuelo del delantero) y 3^a (falda-costillar, pescuezo y pecho).

Las determinaciones realizadas en las muestras de carne (se extrajeron cinco chuletas, de la 6^a a la 10^a) fueron: pH, en el músculo *Longissimus thoracis* a las 24 horas, color del *L. thoraci* y de la grasa subcutánea a las 24 horas, determinado con espectrofotómetro en coordenadas tricromáticas *L** (luminosidad), *a** (índice de rojo) y *b** (índice de amarillo). Dureza de la carne (fuerza máxima de corte) a las 24 horas, mediante texturometro INSTROM con célula de corte Warner-Bratzler, sobre muestras de 1x1x5 cm cocidas a 75°C durante 45 minutos. Las pérdidas por goteo (drip loss) (Offer y Knight, 1988), por presión (Capacidad de retención de agua) (Honikel, 1997) y por cocción (Hamm, 1977), se expresan en % sobre la muestra en fresco. Por métodos subjetivos, mediante una escala, se determinó la consistencia de la carne (1=firme seca, 3=blanda húmeda) y el veteado (1=trazas, 5=infiltrada). La composición química de la carne (proteína, grasa, cenizas y humedad) se realizó según las normas oficiales. Se dibujó en papel de acetato el *L. thoraci* a la altura de las 10^a y 6^a costillas, planimetrándose sus áreas (cm²).

Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1985). Para el contraste entre medias el test F-lsd.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración energética media de las dietas resultó de 9,16 y 11,20 MJ de EM/kg de MS, según estas fuesen a base de ensilado de pradera o maíz, respectivamente. La ingestión de ensilado (1,4 y 2,06 kg MS/100 kg pv, para pradera y maíz, respectivamente) no se vio afectada por el peso, pero la ingestión total disminuyó significativamente con el aumento del peso de sacrificio (de 2 a 1,94 y de 2,54 a 2,44 kg MS/100kg pv, para pradera y maíz, cuando el peso de sacrificio lo hizo de 370 a 450 kg). Las ganancias diarias de peso vivo y canal resultaron de 1038 y 571 g para las dietas de pradera y de 1300 y 775 para las de maíz, aumentando en ambos casos de forma significativa con el peso de sacrificio (967, 1042 y 1106 g pv/día y 531, 573 y 610 g pc/día para las dietas de pradera y, 1207,1292 y 1401 g/día y 725, 763 y 837 g/día para las de maíz, de peso vivo y canal respectivamente).

Los rendimientos a la canal resultaron mejores para las dietas a base de maíz (Tabla 1) y aumentaron ligeramente con el peso de sacrificio, aunque de modo significativo únicamente en el caso de las dietas de pradera. Comportamiento parecido siguió la conformación, que mejoró con el peso de sacrificio y resultó mejor para los animales alimentados a base de ensilado de maíz, y aunque el engrasamiento aumentó ligeramente con el peso, esta mejora sólo fue significativa con $p < 0,1$. No se observaron efectos ni debidos al tipo de forraje ni al peso de sacrificio en las proporciones de cuartos o de pistola en la canal (Tabla 1).

Tabla 1.- Rendimiento, clasificación, grasa de riñonada y % de delantero, trasero y pistola en la canal.

Ensilado	Peso sacrificio	Peso		Rendimiento (%)	Clasificación		Grasa riñonada	% en la canal de		
		vivo	canal		Confor	Engrasa		Delantero	Trasero	Pistola
Pradera	370	372,15	195,49 ^a	52,53 ^a	6,80 ^a	3,90	0,90	38,08	61,92	49,88
	410	409,10	215,68 ^b	52,72 ^{ab}	7,00 ^b	4,10	0,93	38,15	61,85	49,62
	450	451,20	239,29 ^c	53,03 ^b	8,40 ^{bc}	4,60	1,06	38,22	61,78	49,37
Maíz	370	370,10	200,57 ^a	54,21 ^b	7,80 ^{abc}	3,90	0,86	37,51	62,43	50,36
	410	409,60	222,69 ^b	54,36 ^b	8,40 ^{bc}	4,00	0,98	37,75	62,25	49,51
	450	450,00	247,44 ^c	54,98 ^c	8,90 ^c	4,10	0,98	37,80	62,23	49,26
	et	3,832	3,157	0,606	0,514	0,272	0,077	0,421	0,426	0,417
	p<	0,001	0,001	0,01	0,01	0,1	0,1	NS	NS	NS
Pradera		410,82	216,82	52,76	7,40	4,20	0,96	38,15	61,85	49,62
	Maíz	409,90	223,57	54,52	8,37	4,00	0,94	37,70	62,30	49,71
		et	2,883	2,233	0,350	0,297	0,157	0,044	0,243	0,246	0,241
	p<	NS	0,001	0,001	0,05	NS	NS	NS	NS	NS
	370	371,12	198,03 ^a	53,37	7,30 ^a	3,90	0,88	37,39	62,17	50,12
	410	409,35	219,17 ^b	53,54	7,70 ^{ab}	4,05	0,96	37,95	62,05	49,57
	450	450,60	243,16 ^c	54,00	8,65 ^b	4,35	1,02	38,01	61,99	49,31
	et	2,495	1,823	0,249	0,364	0,192	0,054	0,279	0,301	0,295
	p<	0,05	0,05	NS	0,05	NS	0,1	NS	NS	0,1

Como era de esperar, las áreas del *L. thoraci* aumentan con el peso de sacrificio, aunque de modo significativo únicamente la determinada al nivel de la 6ª costilla, y no se vieron afectadas por el tipo de forraje (Tabla 2).

Las canales de los animales alimentados a base de ensilado de maíz tuvieron mas carne, menos hueso y la misma grasa que las obtenidas con ensilado de pradera (Tabla 2), lo que parece estar en contradicción con el hecho de que normalmente el aumento en la ingestión energética lleva a una disminución de la cantidad de carne y hueso y a un aumento de la grasa. No obstante la cuantificación de estos cambios ha sido con frecuencia motivo de controversias (Cabrero, 1991). Zea (1978), con animales Gallegos, sacrificados a 400 kg encontró que el aumento de la cantidad de concentrados en la ración, a base de ensilado, no se tradujo en una disminución del porcentaje de músculo, que aumentó muy ligeramente, a pesar de que el de grasa aumentó y el de hueso descendió. Aunque con el incremento del peso de sacrificio la cantidad de carne y hueso disminuye y la de grasa aumenta, únicamente esta última lo hizo de forma significativa (Tabla 2), lo que resulta normal para el intervalo de peso estudiado (Butterfield, 1974).

Por lo que se refiere a la proporción en la canal de carne de distintas calidades (extra, 1ª, 2ª ó 3ª), se puede observar en la Tabla 2, que no se produjo ningún efecto significativo debido al tipo de ensilado consumido ó al peso de sacrificio de los animales.

Tabla 2.- Composición de la canal y áreas del *L. thoraci* a nivel de la 6^a y 10^a costilla.

Ensilado	Peso sacrificio	% en la canal de			Area <i>L. thoraci</i>		% en la canal de carne de			
		carne	hueso	grasa	10 ^a	6 ^a	extra	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Pradera	370	75,73	19,85 ^a	4,42	70,30	29,63 ^a	10,86	39,79	6,81	18,08
	410	75,34	19,72 ^{cb}	4,94	71,04	30,64 ^{tb}	10,82	39,52	6,74	18,08
	450	75,23	19,49 ^{abc}	5,28	72,36	33,73 ^{tb}	10,73	39,47	6,76	18,12
Maíz	370	76,61	18,93 ^{abc}	4,46	71,08	30,45 ^{tb}	11,34	39,75	7,12	18,26
	410	76,54	18,56 ^{bc}	4,90	73,50	33,35 ^b	11,37	39,93	7,11	18,25
	450	76,37	18,43 ^c	5,20	74,68	34,90 ^b	10,98	39,75	7,14	18,34
et		0,580	0,440	0,335	1,859	1,711	0,392	0,471	0,302	0,282
p<		0,1	0,05	0,1	NS	0,05	NS	NS	NS	NS
Pradera		75,43	19,68	4,88	71,23	31,33	10,80	39,59	6,77	18,09
	Maíz	76,51	18,64	4,85	73,08	32,90	11,23	39,81	7,12	18,28
	et		0,339	0,254	0,193	1,073	0,988	0,241	0,272	0,197	0,163
p<		0,005	0,01	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	370	76,16	19,39	4,44 ^a	70,69	29,89 ^a	11,10	39,76	6,96	18,17
	410	75,94	19,14	4,92 ^{ab}	72,17	31,99 ^{tb}	11,09	39,72	6,92	18,16
	450	75,80	18,96	5,24 ^b	73,52	34,31 ^{tb}	10,86	39,61	6,55	18,23
et		0,410	0,311	0,237	1,314	1,210	0,296	0,333	0,211	0,199
p<		NS	NS	0,05	NS	0,05	NS	NS	NS	NS

De las características estudiadas en la carne, veteado, consistencia, dureza (Tabla 4) o de las pérdidas que se producen en la misma por goteo, presión o cocción (Tabla 3), los tratamientos experimentales únicamente afectaron a las pérdidas por presión, que resultaron mas elevadas en la carne de los animales alimentados a base de ensilado de pradera, hecho que se repitió en un experimento posterior (Zea *et al.*, 2002).

El peso de sacrificio no influyó de modo significativo en el valor de los índices cromáticos que determinan el color de la carne o de la grasa (Tabla 3), sin embargo, el color de la carne de los animales alimentados con ensilado de maíz sería mas clara a la vista de los valores de los índices L^* de luminosidad (37,78 vs 36,10), a^* de rojo (16,24 vs 15,46) y b^* de amarillo (9,28 vs 7,87).

La carne de los animales que consumieron ensilado de pradera resultó con mas proteína (21,98 vs 21,43) y menos humedad (75,91 vs 76,28) que la de los alimentados con ensilado de maíz. El peso de sacrificio no modificó en absoluto la composición química ni el pH de la carne.

CONCLUSIONES

El tipo de forraje afectó significativamente al rendimiento y a la conformación de la canal, que resultó mejor cuando se utilizó el ensilado de maíz como forraje base de la ración. Las canales de los animales alimentados a base de maíz tuvieron mas carne, menos hueso y la misma cantidad de grasa. Los valores de los índices cromáticos indican que la carne resulta más clara cuando los animales se alimentan con ensilado de maíz que cuando se alimentan a base de ensilado de pradera. Ni el veteado ni la terneza de la carne se vieron modificados por el tipo de forraje y las pérdidas de agua producidas por presión fueron menores con el maíz. La carne obtenida con ensilado de maíz tiene menos proteína y más humedad que la obtenida con ensilado de pradera. El aumento del peso de sacrificio mejora la conformación de la canal y el contenido en grasa de la misma, no afectando a ninguna de las características estudiadas en la carne.

Tabla 3.- Pérdidas por goteo, presión y cocción e índices cromáticos de la carne y la grasa

Ensilado	Peso sacrificio	Perdidas			Ind. cromáticos carne			Ind. cromáticos grasa		
		goteo	presión	cocción	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Pradera	370	1,72	24,40	30,46	36,11 ^{ac}	15,62 ^{ac}	7,98 ^a	68,80	6,06	10,71 ^b c
	410	1,61	24,63	30,72	36,11 ^{ac}	15,45 ^a	7,72 ^a	69,01	6,10	11,07 ^b c
	450	1,57	25,22	30,76	36,09 ^{ac}	15,32 ^b	7,92 ^a	68,47	7,07	11,09 ^b
Maíz	370	1,58	23,36	28,32	38,87 ^b	16,51 ^c	9,31 ^b	70,03	6,12	10,66 ^b c
	410	1,48	23,73	29,27	37,33 ^c	16,05 ^{abc}	9,32 ^b	69,13	6,34	11,51 ^{bc}
	450	1,38	23,51	30,18	37,15 ^c	16,15 ^{abc}	9,22 ^b	67,92	6,25	10,59 ^b c
et		0,135	0,721	1,238	0,479	0,297	0,222	1,115	0,531	0,605
p<		0,1	0,1	NS	0,001	0,01	0,001	NS	NS	0,01
Pradera		1,63	24,75	30,65	36,10	15,46	7,87	68,76	6,41	11,62
	Maíz	1,48	23,53	29,26	37,78	16,24	9,28	69,02	6,24	10,92
	et	0,178	0,416	0,715	0,276	0,172	0,128	0,664	0,307	0,349
p<	NS	0,05	NS	0,001	0,01	0,001	NS	NS	NS	
Pradera	370	1,65	23,87	29,39	37,49	16,06	8,64	69,41	6,09	10,68
	410	1,54	24,18	29,99	36,72	15,75	8,52	69,07	6,22	11,29
	450	1,47	24,36	30,47	36,62	15,74	8,57	68,20	6,66	11,84
et	0,095	0,510	0,876	0,338	0,210	0,157	0,789	0,376	0,428	
p<	NS	NS	NS	0,1	NS	NS	NS	NS	NS	

Tabla 4.- Veteado, consistencia, dureza, pH y composición química de la carne.

Ensilado	Peso sacrificio	Veteado	Consistencia	Dureza	pH	Composición carne (%)			
						Proteína	grasa	cenizas	humedad
Pradera	370	1,05	1,15	6,97	5,56	21,95 ^a	0,82	1,20 ^a	76,03 ^b
	410	1,23	1,07	6,99	5,57	21,94 ^a	0,94	1,21 ^a	75,91 ^a
	450	1,28	1,05	6,88	5,54	22,05 ^a	0,96	1,20 ^b	75,79 ^a
Maíz	370	1,10	1,15	6,94	5,57	21,45 ^b	1,11	1,20 ^b	76,24 ^b
	410	1,08	1,10	6,89	5,55	21,50 ^b	1,10	1,20 ^b	76,20 ^b
	450	1,08	1,15	7,27	5,53	21,33 ^b	1,10	1,17 ^b	76,40 ^b
et	0,081	0,072	0,361	0,028	0,116	0,165	0,012	0,162	
p<	NS	NS	NS	NS	0,001	NS	0,05	0,01	
Pradera		1,18	1,09	6,95	5,57	21,98	0,91	1,20	75,91
	Maíz	1,08	1,13	7,03	5,55	21,43	1,10	1,19	76,28
	et	0,046	0,042	0,209	0,016	0,067	0,096	0,006	0,094
p<	NS	NS	NS	NS	0,001	NS	NS	0,01	
Pradera	370	1,07	1,15	6,95	5,56	21,70	0,97	1,20	76,13
	410	1,15	1,08	6,94	5,55	21,72	1,02	1,20	76,06
	450	1,15	1,10	7,08	5,54	21,69	1,03	1,18	76,10
Et	0,057	0,051	0,259	0,020	0,082	0,117	0,008	0,115	
p<	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,1	NS	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUTTERFIELD, R. M., 1974. Beef carcass composition. *Austral. Meat Research Commite Review*, **18**, 1-35.
- CARBALLO, J. A.; MONSERRAT, L.; SANCHEZ, L., 2001. Composición de la canal bovina. En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*, 105-123. Co: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. Monografías INIA. Serie Ganadera nº 1. Madrid.
- CABRERO, M., 1991. La estructura y la composición de la canal como determinantes de su calidad. *Bovis*, **38**, 9-37.
- HAMM, R., 1977. Citado por Pla (2001).
- HONIKEL; K. O., 1997. Reference method supported by OECD and their use in mediterranean meat products. *Food Chemistre*, **9** (4), 573-582.
- KEANE, G.; DRENNAN M. J., 1980. Effects of diet type and feeding level on performance, carcass composition and efficiency of Friesian steers serially slaughtred. *Ir. J. Agric. Res.*, **19**, 53-67.
- KEANE, G.; O'FARRELL, M.; CONNOLLY, J., 1989. Growth and carcass composition of Friesian, Limousin x Friesian and Blonde d'Aquitania x Friesian steer. *A. Prod.*, **48**, 353-365.
- LARICK, D. J.; HEDRICK, H. B.; BAILEY, M. E.; WILLIAMS, J. E.; HANCOCK, D. L.; GARNER, G. B.; MORROW, R. E., 1987. Flavor constituents as influenced by forage and grain feeding. *Journal of Food Science*, **52**, 245-251.
- OFFER, G.; KNIGHT, P., 1988. The estructural basis of water-holding in meat; Part 2: Drip losses. En: *Developments in Meat Science 4*, 121-134. Ed. R. Lawrie. Elsevier, Oxford.
- PLA, M, 2001. Medida de la capacidad de retención de agua. En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*, 173-179. Co: CAÑEQUE, V.;
- SAS INSTITUTE, 1985. User's Guide: Statistic. SASInstitute nc., Cary, NC.
- SPANIER, A. M.; MCMILLIAN, K. W.; MILLER, J. A., 1990. Enzyme activity levels in beef; effect of post-morten ageing and endpoint cooking temperature. *Journal of Food Science*, **55**, 318-325.
- ZEA, J., 1978. *Utilización de forrajes en la alimentación intensiva, para la producción de añojos de la raza Rubia Gallega*. Tesis Doctorales INIA (Ministerio de Agricultura), 176 pp. Madrid.
- ZEA, J.; CARBALLO, J. A.; DIAZ, M^o D.; OLIETA, B., 2002. Efecto del tipo de forraje y del acabado con cantidades moderadas de concentrado en la calidad de la canal y la carne de terneros Rubio Gallegos. En: *Actas de la XLII Reunión Científica de la S. E. E. P.*, en este volumen. Lleida.

EFFECT OF FORAGE TYPE AND SLAUGHTR WIGHT ON CARCASS AND MEAT QUALITY OF RUBIO GALLEGO YOUNG BULLS

SUMMARY

Sixty Rubio Gallego young bulls of 235,5±5,9 kg initial live weight in a factorial 2x3 desing were used in the experiment: two type of forage (grass silage or maize silage ad libitum and 1,5 or 2 kg of concentrate per animal and day, depending on if the silage was made of grass or made of maize) and three slaughter's weight (370, 410 and 450 kg live weight). The carcass conformation and carcass fat got better with increase of the slaughter's weight, without modifying in a significative way any other characteristic studied in the carcass or in the meat. The feeding with maize silage get better the dressing percentage and carcass conformation. These carcasses had more meat and less bone than the carcass of animals fed with grass silage. The meat we got with maize silage was clearer and with less protein and more humidity than the one got with grass silage.

Key words: maize silage, grass silage, beef production.

PRODUCCIÓN CAPRINA SUSTENTABLE EN LA RESERVA PROVINCIAL MANZANO HISTÓRICO, MENDOZA, ARGENTINA.

L. I. ALLEGRETTI¹, J. A. PÁEZ¹, C. B. PASSERA¹⁻² Y A. B. ROBLES CRUZ³

¹ Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas, C.C. 507, 5500, Mendoza, Argentina. ² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, C.C. 7, 5505, Luján, Mendoza, Argentina. ³ Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue verificar la sustentabilidad ecológica y económica, de un sistema semi-extensivo de producción caprina, propuesto para pobladores de la Reserva Provincial Manzano Histórico. Durante dos años se evaluaron parámetros de la vegetación (cobertura total y forrajera, capacidad sustentadora y grado de preferencia de las forrajeras presentes) y del rodeo caprino (condición corporal, y producción de leche y carne) en condiciones de pastoreo semi-extensivo. También, se calculó el ingreso neto anual. Los valores medios de cobertura total no mostraron diferencias significativas entre los años evaluados, tampoco los correspondientes al resto de los parámetros vegetales considerados. La capacidad sustentadora de todos los potreros oscila entre 1,29 y 2,03 Unidades Caprinas (UC)/ha. El ingreso neto de la explotación fue de 5151 \$ (USD)/año (5875,44 EUR/año), que resulta superior al mejor costo de oportunidad de la mano de obra existente en la zona. Finalmente se concluye que la introducción de pequeñas modificaciones en los sistemas de manejo tradicional, permiten mantener la sustentabilidad ecológica y económica del sistema, aspectos que permiten una mejora significativa en los niveles de ingreso por familia y, por lo tanto, en la calidad de vida de los lugareños.

Palabras clave: receptividad, caprinos, producción quesos, ingreso neto.

INTRODUCCIÓN

El área del Manzano Histórico, ubicada a 1200 msm, pertenece a la provincia fitogeográfica del Monte (Morello, 1958; Roig, 1970a, b). Esta área posee comunidades vegetales con alto impacto antrópico, el sobrepastoreo, la extracción de leña, los incendios frecuentes y actividades de índole turística, han llevado a una profunda modificación de la flora del lugar. Lo que anteriormente eran comunidades ricas de molles (*Schinus fasciculata* (Griseb.) Johnst. var. *fasciculata*), algarrobos arbustivos (*Prosopis flexuosa* DC var. *depressa* Roig), coronillas (*Discaria longispina* Hook. et Arn. Miers), etc., se han convertido, principalmente por acción del fuego, en comunidades arbustivas de romerillo colorado (*Eupatorium buniifolium* Hook. et Arn.), con un piso abundante de coirones (*Stipa tenuissima* Trin.; *Stipa neaei* Nees) (Dalmasso, inédito). En lugares cercanos a cursos de agua (naturales o artificiales) se pueden encontrar especies, tanto herbáceas como arbustivas, que se han naturalizado en la zona, como: trébol blanco (*Trifolium repens* L.); trébol de carretilla (*Medicago polymorpha* L.); rosa (*Rosa sicula* Tratt. var. *gussonii* Burn. et Gr.), etc., todas éstas de importante valor forrajero.

En la zona no irrigada de la Reserva Provincial Manzano Histórico (Tunuyán, Mendoza), los sistemas productivos se caracterizan por su bajo valor agregado, rentabilidad ambiental negativa (alto daño ambiental para un bajo ingreso del productor) y baja diversificación. La principal actividad la

constituye la cría de ganado caprino bajo un sistema de pastoreo continuo y extensivo (Páez *et al.*, 2000). Los animales pastorean sin control por parte del productor, no se realiza ningún tipo de suplementación alimentaria y el único producto obtenido es el cabrito lechal, que es retirado del campo por acopiadores provenientes de las ciudades. El poblador complementa esta actividad con otras tareas de servicios a los turistas. Esta forma de producción se contrapone con lo que ocurre en otras regiones del mundo, de similares características ecológicas, donde el productor conduce a los animales durante el pastoreo y además le proporciona un suplemento alimenticio de acuerdo a las necesidades nutricionales (Boza, 1996). Esto es posible, fundamentalmente porque el valor de la producción que obtiene es muy superior a la que logran los pobladores de la zona donde se desarrolla este estudio. El ingreso principal proviene de la venta de quesos, siendo el cabrito un subproducto de la explotación (Capote *et al.*, 1996).

El manejo mencionado ha generado problemas como: un generalizado proceso de desertificación, una constante disminución de la capacidad de sustentación de los campos, provocada por la paulatina desaparición de las especies forrajeras más valiosas, y por otro lado, el bajo valor de la producción ha desalentado al productor para que realice una adecuada atención de los animales, verificándose falta de selección y sanidad en los rodeos.

El objetivo principal de este trabajo es verificar la sustentabilidad ecológica y económica, de un sistema semi-extensivo de producción caprina, propuesto para la zona.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en un establecimiento privado, ubicado dentro de la Reserva Provincial Manzano Histórico (Tunuyán, Mendoza). La Reserva está situada a 33°38' LS y 69°22' LW y posee una superficie de 1000 ha. La precipitación media anual es 352 mm, distribuidas principalmente de octubre a mayo, además recibe aportes níveos en los meses de invierno. La temperatura media es de 8°C, los datos climáticos corresponden a una Estación meteorológica ubicada en un área similar (Dalmasso y Horno, 1994). Los suelos corresponden a Aridisoles, pedregosos y sueltos, con depósitos finos de origen aluvial.

El caso analizado corresponde a un establecimiento donde, desde agosto de 1999, se introdujeron las siguientes modificaciones al manejo tradicional: selección de animales por su aptitud lechera (Capote *et al.*, 1996), mejora en la sanidad, suplementación estratégica de la alimentación y ordeño post destete para la elaboración de quesos artesanales (Paez *et al.*, 2000). La superficie en pastoreo fue de 14,8 ha, antes de 1999 dicha superficie estaba ocupada por equinos. Actualmente la ganadería en pastoreo es de 30 cabras adultas, dos machos y cinco cabrillonas de reposición, de raza Criolla y cruza con Anglo Nubian. El manejo de las cabras incluía pastoreos diarios en el campo natural, después del amamantamiento de los cabritos, de 8.30 a 17 horas. Las cabras recibían además, durante la última fase de gestación, amamantamiento y lactancia (210 días) 0,4 kg de maíz/día. Durante el resto del año los animales cubren sus necesidades de mantenimiento (NRC, 1981), con la producción forrajera del campo natural y con una suplementación diaria de 0,250 kg de maíz/animal. Ocasionalmente por inclemencias climáticas, como nevadas, los animales fueron racionados con 0,5 kg de heno de alfalfa por día.

Se determinó la condición corporal de los animales en gestación y lactancia (Santucci *et al.*, 1991), la producción de carne, la producción de leche (Vega *et al.*, 1999) y el rendimiento quesero, como así también el consumo diario de suplementos (maíz y/o heno de alfalfa).

La superficie en pastoreo está dividida en tres potreros, en cada uno de ellos se determinaron las especies forrajeras presentes y basándonos en el trabajo de Dalmasso *et al.* (1995) las especies que componían la ingesta de los animales y su preferencia relativa. En cada potrero se evaluaron seis transectos ubicados al azar, de 10 m, con 100 puntos cada 10 cm. La cobertura aérea total y la de especies forrajeras (herbáceas y arbustivas), fueron determinadas utilizando Método de Point Quadrat (Levy y Madden, 1933), modificado por Daget y Poissonet (1971) y adaptado para la zona del Monte

por Passera *et al.* (1983a). Con este mismo método se calculó la capacidad sustentadora, expresada en Equivalente vaca por hectárea, correspondiente a las necesidades de una vaca de 400 kg que consume 10 kg de materia seca por día (Coccimano *et al.*, 1973) y transformada a Unidades Caprinas por hectárea, correspondiente a una cabra de 40 kg de peso vivo que consume 1,5 kg de materia seca por día. Las determinaciones se realizaron durante dos años consecutivos (2000-01), en la época de producción de leche de los animales (primavera-verano).

Como análisis económico se calculó el Ingreso Neto, considerando que se logra la sustentabilidad económica cuando los ingresos permiten afrontar los gastos en efectivo, amortizaciones e intereses y que con el excedente el productor puede mantener dignamente a su familia. Para ello se consideró el ingreso producido por la venta de quesos y cabritos. Se fijó que se vendían el 85 % de los quesos producidos a 12\$ (10,52 EUR) el kilogramo. El precio de venta de los cabritos se estableció en 25\$ c/u (28,52 EUR). Los gastos en efectivo estuvieron compuestos por la compra de forrajes, sanidad animal, productos químicos, productos de limpieza, gas, electricidad, fletes, reparaciones y mantenimiento. Para las amortizaciones se consideró una vida útil de 30 años para las instalaciones y 10 años para el equipamiento, y se estimó que el productor utiliza el 20 % de las instalaciones de la fábrica de quesos de uso comunitario ubicada en la zona. Para el cálculo de intereses se tomó una tasa anual de 8% sobre el capital fijo y circulante, considerando sobre este último el 50 % del tiempo.

Indicar que, cuando se habla de "\$" se trata de dólar norteamericano, en el momento de redactar este trabajo, el cambio del Dólar de Estados Unidos (USD: \$) respecto al Euro (EUR) era el siguiente: 1 USD (\$) = 1,14064 EUR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tres potreros dedicados al pastoreo directo, poseen diferente superficie, además presentan condiciones edáficas y de aporte de agua que determinan diferente aptitud ganadera. En el caso de los potreros dos y tres, se verifica la presencia de fuentes de agua (arroyo y acequias) que aumentarían la productividad forrajera, aspecto que se confirma en la mayor receptividad de los mismos (Tabla 1).

Los resultados después de dos años indican que la condición de los potreros, en relación a: cobertura total, cobertura de forrajeras y capacidad sustentadora, no se ha visto afectada por la acción del ganado (Tabla 1). Comparando la capacidad sustentadora del año 2001 respecto de la del 2000, se observa que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) a pesar que los guarismos indican una mejora en los valores del 2001. Estos ambientes presentan valores de receptividad semejantes a los encontrados por Dalmaso *et al.* (1994), y Passera *et al.* (1983b), en comunidades semejantes de la provincia de Mendoza.

La comunidad vegetal presente en el potrero 1 está representada principalmente por romerillo colorado (*Eupatorium buniifolium*) y coirones (*Stipa* spp.), especies poco preferidas por las cabras, acompañadas por otras que son muy preferidas, como: solupe (*Ephedra breana* Phil.); flor de San Juan (*Oenothera odorata* Jacq.); poa (*Poa* spp.), trébol encarnado (*Trifolium incarnatum* L.) y alfilerillo (*Erodium cicutarium* L.) entre otras. Los potreros dos y tres presentan características semejantes, con alta presencia de rosa silvestre, especie muy preferida por las cabras, acompañada por otras como: trébol de carretilla (*Medicago* sp.); trébol blanco; trébol encarnado; solupe, molle; llantén (*Plantago lanceolata* L.); lechuguilla (*Lactuca serriola* L.); zarzaparrilla (*Muehlenbeckia hastulata* (J.Sm.) Standl. ex Macb., éstas también muy preferidas.

Tabla 1: Valores medios de cobertura total (CT, %); cobertura de especies forrajeras (CF, %) y capacidad sustentadora (CS, UC/ha) para distintos potreros y años.

	Superficie (ha)	Año 2000			Año 2001		
		CT	CF	CS	CT	CF	CS
Potrero 1	9,8	75 a	70 a	1,14 a	78 a	75 a	1,29 a
Potrero 2	1,3	89 b	80 b	1,85 b	90 b	90 b	2,02 b
Potrero 3	3,7	77 a	70 a	1,80 b	77 a	75 a	2,03 b

Diferente letra en cada columna representa diferencias significativas ($p < 0,05$) entre medias.

La condición corporal de los animales se mantuvo en 2-2,5 puntos durante las épocas de gestación y lactación. Esto indicaría que la ingesta satisfizo las necesidades en las distintas fases productivas. La producción de carne fue de 1,8 cabritos por cabra, con un peso vivo de 12 kg a los 60 días de edad. La producción media de leche fue 140 litros por animal durante 120 días post-destete, estos datos coinciden con los encontrados por Paez *et al* (1994) en cabras criollas seleccionadas. La producción medida puede ser notablemente mejorada si se continuara con el proceso de selección.

El ingreso bruto obtenido fue de 6580 \$ (7505,42 EUR) y estuvo compuesto por la venta de 446 kg de queso y 49 cabritos (Tabla 2). Pese al alto valor obtenido en el precio de venta de los cabritos, el ingreso obtenido por la venta de los quesos es más de cuatro veces superior. Los gastos en efectivo, 34 \$ (38,78 EUR) por cabra, resultan notablemente más altos que los que se producían en la explotación antes de introducirse las modificaciones de manejo, mayores aún que el ingreso producido por la venta de un cabrito, que era la producción obtenida anteriormente. El ingreso neto fue de 5151 \$ (5875,44 EUR) (Tabla 2), suficiente para permitir la satisfacción de las necesidades básicas del productor y su familia. Este resultado es levemente inferior a los 7664 \$ (8741,87 EUR) calculados por la Cátedra de Economía de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNC, 2000), para una producción extensiva de 300 caprinos de carne.

Tabla 2: Cálculo del Ingreso Neto (\$/año)

Ingreso Neto	5151
1. Ingreso	6 580
Queso	5 355
Cabritos	1 225
2. Gastos en efectivo	1 022
Forrajes	547
Sanidad	70
Gas y electricidad	105
Productos químicos	125
Fletes	100
Reparaciones y Mantenimiento	50
3. Amortizaciones	99
4. Intereses	308

1 USD (\$) = 1,14064 EUR.

CONCLUSIONES

La introducción de pequeñas modificaciones en el manejo tradicional en cuanto a vegetación y ganado permiten mantener la sustentabilidad ecológica de este sistema productivo.

El Ingreso Neto obtenido resulta algo superior al mejor costo oportunidad de la mano de obra disponible en la zona, 4160 \$ (4745,07 EUR) ingreso anual promedio de los empleados estatales de la Piscicultura ubicada en la Reserva. Este valor indica que el sistema es también sustentable desde el punto de vista económico. El sistema propuesto permitirá mejorar la calidad de los rodeos y el manejo de los campos, revirtiendo los actuales procesos de desertificación. La mejora en el ingreso neto obtenido se debe a la incorporación de valor agregado a la producción, por una mayor utilización de la mano de obra actualmente ociosa. Y por ende producirá un mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOZA, J., 1996. Papel de los pequeños rumiantes en los ecosistemas áridos mediterráneos. Ponencia Real Academia Nacional de Ciencias Veterinarias. Madrid, España.
- CAPOTE, J.; FRESNO, M.; DELGADO, J. V.; DARMANIN, N.; LORENZO, M.; MOLINA, A., 1996. Importancia de los conocimientos tradicionales en el manejo del ganado caprino dentro de una estrategia de desarrollo local. *Memorias e Informes*, 40-44.
- COCIMANO, M.; LANGE, A., MENVIELLE, E., 1973. *Equivalencias ganaderas para vacunos de carne y ovinos (escalas simplificadas)*. Publicaciones técnicas de AACREA. 22 pp. Buenos Aires (Argentina).
- DAGET, PH.; POISSONET, J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies, criteres d'application. *Annales Agronomiques*, **22**, 5-41.
- DALMASSO, A. Flora del área de influencia del Manzano histórico, Mendoza. Inédito.
- DALMASSO, A.; HORNO, M., 1994. Productividad herbácea de la pampa de altura Las Aguaditas, Mendoza. *Multequina*, **3**, 113-124.
- DALMASSO, A.D.; SILVA COLOMER, J.; DIBLASI, A. M.; BORSETTO, O., 1995. Dieta del caprino en el piedemonte de los Andes, Mendoza, Argentina. *Multequina*, **4**, 17-28.
- LEVY, B.; MADDEN, E., 1933. The point method of pasture analysis. *New Zealand Journal of Agriculture*, **46**, 267-279.
- MORELLO, J., 1958. La provincia fitogeográfica del Monte. *Opera Lilloana*, **2**, 1-155.
- NRC (National Research Council), 1981. *Alimentación del Ganado Caprino*. 99 pp. Buenos Aires (Argentina).
- PAEZ, J., SILVA, J., ALLEGRETTI, L., 1994. Determinación del potencial productivo de la cabra criolla. IADIZA-CRICYT. Informe final, 29 pp.
- PAEZ, J.; ALLEGRETTI, L.; PASSERA, C.; TORRES, E., 2000. *Utilización eficiente de los recursos naturales para la obtención de leche de cabra y elaboración artesanal de quesos en la Reserva Natural del Manzano Histórico, Tunuyán*. Informe IADIZA-GTZ, 25 pp. Mendoza.
- PASSERA, C.B.; DALMASSO, A.D.; BORSETTO, O., 1983a. Método de "Point Quadrat Modificado". En: *Taller de Arbustos Forrajeros para Zonas Áridas y Semiáridas*, 71-79. Ed. Candia, R. y Braun, R. Subcomité del Árido Subtropical. Argentino. Buenos Aires (Argentina).
- PASSERA, C.B.; DALMASSO, A.D.; DUFFAR, E., 1983b. Ambiente físico y vegetación de las pampas de Los Ñangos y Seca, Mendoza, Argentina. *Deserta*, **7**, 108-144.
- ROIG, F.A., 1970a. Bosquejo fisonómico de la vegetación de la provincia de Mendoza. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, **13** (Suppl.), 49-80.
- ROIG, F.A., 1970b. Flora y vegetación de la Reserva de Ñacuñán. *Deserta*, **1**, 25-232.

SANTUCCI, P.M.; BRANCA, A.; NAPOLEONE, M.; BOUCHE, R.; AUMONT, G.; POISOT, F.; ALEXANDRE, G., 1991. Body condition scoring of goats in extensive conditions. En *Goat Nutrition, EAAP Publication*, **46**, 240-255. Wageningen, Pudoc (Holanda).

VEGA, J. F.; PEÑA, F.; SÁNCHEZ, M., 1999. Estimación de la producción de leche por el método Fleischmann en caprinos. *Arch. Zootec.*, **48**, 347-350.

UNC, 2000. Elaboración de chacinados de cabra. Informe final, 30 pp. Cátedra de Economía de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.

SUSTAINABLE GOAT PRODUCTION IN THE PROVINCIAL RESERVE MANZANO HISTÓRICO, MENDOZA, ARGENTINA

SUMMARY

The aim of this study was to verify the ecologic and economic sustainability of a goat production semi-extensive system in the Reserve Manzano Histórico, Mendoza (Argentina). During two years were determined total aerial vegetation cover, forage vegetation cover, carrying capacity and species forage preference, and the body condition, milk and meat production in the livestock, and the net income of the semi-extensive goat production system.

Total aerial cover, forage cover and carrying capacity not shown significant differences, between years. All zones with goat grazing, maintained the carrying capacity values in 1.29 to 2.03 UC/ha. The net income was 5151 \$ (USD)/year (5875,44 EUR/year), this value is major than the best opportunity cost of family labor value, in the Reserve. The proposal modifications in the traditional management, allowed to obtain the ecologic and economic sustainability of this goat production system.

Key words: carrying capacity, goat, cheese production, net income.

REGULACIÓN DE LA CARGA GANADERA IDÓNEA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL PASTOREO EN ALTA MONTAÑA: CASO DE LA CERDAÑA (GERONA)

R. TRIAS TORRENT¹, A. SEGUÍ PARPAL¹ Y E. SANZ PAREJO²

¹Especialistas vacuno. IRTA. Passeig de Gràcia 44. 08007 Barcelona. ² Departament de Producció Animal. ETSEA. Universitat de Lleida. Avda. Rovira Roure, 177. Lleida.

RESUMEN

El aumento de la carga ganadera en algunas zonas de los pirineos catalanes, condiciona el pastoreo libre en los pastos comunales de los municipios de esta zona. La necesidad de regular este derecho, casi ancestral, ha obligado a los ganaderos a sentar las bases, históricas y agronómicas, para mantener tanto la cabaña ganadera como la productividad de los pastos. Para ello se ha realizado un organigrama de actuación, definiendo lo que, a su criterio, son explotaciones preferentes, frente a las no preferentes. Los requisitos para que una explotación sea preferente son, entre otros, aquellos que determinan que más del 50 % de los ingresos provengan de la actividad agrícola y ganadera. Para el cálculo de las unidades de ganado mayor (ugm) de cada explotación que pueden acceder a los pastos, se empieza por determinar la capacidad de invernada, que es la que, en último término, garantiza que el ganado podrá mantenerse en los 8 meses de invierno.

Palabras clave: pasto comunal, capacidad de invernada, explotaciones preferentes.

INTRODUCCIÓN

El aumento progresivo de los efectivos ganaderos en muchas localidades de La Cerdaña (Gerona) (García-Pascual, 2001) hace que las superficies forrajeras, aptas para el pastoreo durante los meses de verano, sean insuficientes para albergar a todos los animales. Muchos de estos municipios poseen zonas de pastoreo comunal, donde los ganaderos del término municipal llevan sus ganados a pastar durante los meses de primavera y verano. La necesidad de regular el pastoreo, para que no se agoten los recursos forrajeros y para que el ganado tenga suficiente alimento durante estos meses, ha hecho que los ganaderos recurran a plantear la regulación de los derechos al pastoreo.

El objetivo es la regulación del pastoreo comunal en un término municipal de alta montaña, tanto en el caso en que los recursos forrajeros sean escasos, como en el de pastos suficientes e incluso superiores a las necesidades. El método de regulación que se presenta recoge un caso concreto llevado a cabo en un término municipal de La Cerdaña (Gerona), en cuya elaboración participaron los ganaderos implicados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para establecer los cálculos del ganado que podrá aprovechar el pasto comunal, se empieza por definir los puntos o requisitos necesarios para clasificar las explotaciones en **preferentes** y **no preferentes**.

Explotaciones preferentes

Los requisitos exigidos son los siguientes:

1. Agro-ganaderos censados y con su ganado asentado en el municipio.
2. Ser agricultor-ganadero a título principal, es decir, que más del 50% de los ingresos, según la declaración de renta del año anterior, provengan de la actividad agrícola-ganadera
3. Estar dado de alta a la Seguridad Social, como:
4. *Personas físicas* (por la actividad agraria, autónomo de la agricultura o régimen especial agrario).
5. Entidades jurídicas (haber estado clasificadas como explotaciones agrarias prioritarias por el Departament d'Agricultura Pesca i Ramaderia de la Generalitat de Catalunya (DARP).
6. Tener vigente y actualizado el libro de explotación ganadera en el municipio

Explotaciones no preferentes

Las explotaciones que no reúnen los requisitos expuestos en el apartado anterior.

Cálculo del ganado por explotación que podrá aprovechar los pastos:

1. El número de cabezas se contabilizará por UGM (unidad de ganado vacuno mayor), según las siguientes equivalencias (*Actividades Ganaderas según anejos del decreto 136/1998 del Departamento de Medio Ambiente, Generalitat de Catalunya*) (Sala Prat, 2001) en la tabla 1

Tabla 1.- Equivalencias en UGM de los diferentes tipos de ganado

Tipo de animal	UGM
1 vaca	1
1 novilla, de 6 meses a 2 años	0.6
1 oveja	0.15
1 yegua	1
1 potro, de 6 meses a 2 años	0.6

2. El número de UGM teóricas por explotación se calculará por capacidad de invernada en las tierras del municipio objeto de la planificación.
3. Se define por capacidad de invernada, el número de UGM alimentadas durante 8 meses según las unidades forrajeras (UF) producidas por la explotación y en tierras del municipio. Para cada municipio, según las características climáticas, se determinará el número de meses en que las vacas deberán permanecer estabuladas.
4. Las UF producidas en la explotación se calcularán a partir de la producción estimada teóricamente y transformada en UF (INRA, 1988) a partir de la clasificación catastral de las tierras y sus superficies. Una vez conocidas las UF producidas por la explotación, dividiendo por 5 UF (necesidades energéticas de una vaca para el mantenimiento) se obtendrán las UGM.

5. Las explotaciones *preferentes* se beneficiarán de un incremento de UGM, por derechos históricos (antigüedad continuada en la subida del ganado a la montaña). La explotación que rompa la continuidad, sino es por causas mayores, perderá sus derechos históricos.
6. En las explotaciones con ganado lechero, es decir, con cuota lechera, se transformará su cuota, según la media nacional actual - 4.650 litros - , en número de UGM, las cuales se descontaran de las determinadas en función de la superficie total de la explotación; de manera que quedarán para el ganado de montaña la diferencia entre ambas.
7. Será obligatorio presentar la cédula catastral de las tierras en propiedad o arrendadas (con el correspondiente certificado o contrato de arrendamiento), así como la declaración anual de superficie cultivada (PAC) y cualquier otra información que se considere conveniente por la entidad que gestione la regulación.
8. Todas las explotaciones que quieran subir ganado a los pastos, presentaran, antes del 31 de diciembre de cada año, el número de UGM que quieran desplazar, para así agilizar el cálculo de las UGM reales.
9. Si el número de UGM fuese superior a la capacidad máxima que pueden admitir los pastos comunales, se aplicaran medidas correctoras de reducción del número de cabezas. Estas medidas se calcularan anualmente según las UGM reales, es decir, según las que se hayan declarado en el punto anterior.
10. Si el número de UGM resultante fuese inferior a la capacidad de la montaña, se procederá a la aplicación de medidas correctoras de aumento de animales. Estos se calcularán anualmente según las declaraciones citadas en el punto 8.
11. Cada año, una vez recibidas las solicitudes y asignadas las UGM por explotación, el ganadero que no suba todas las UGM que le correspondan, a menos que sea debido a una causa mayor, tendrá que abonar por las que no suban, la mitad de la cuota fijada por UGM. Si no lo hiciese de esta manera, perderá durante tres años los derechos de montaña y todos los derechos históricos.
12. Si durante algún año, hay alguna explotación que no utiliza todas las UGM a las que tiene derecho, se pasarán a beneficiar el resto de las explotaciones inscritas en el municipio. En ningún caso y bajo ningún concepto, se podrán vender, dar o ceder a terceros.
13. Las dudas que puedan surgir serán analizadas y resueltas según el criterio y la decisión de la entidad que gestione la regulación, la cual será inapelable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un ejemplo de la capacidad de invernada (puntos 2, 3 y 4 del método) en función de la catalogación de la superficie agrícola podría ser el expuesto en la tabla 2. Este cálculo es específico, para cada municipio, en función de las características de sus recursos.

Tabla 2.- Capacidad de invernada según el tipo de parcela o terreno agrícola

Clasificación catastral*	UGM/ha/8meses
C Labor o labradío seco	0,5
CR Labor o labradío regadío	1,5
PD Prados o praderas seco	1,2
PR Prados o praderas regadío	2,5
E Pastos	0,4

* Las letras que aparecen al principio de cada denominación son las del catastro.

En el caso concreto de La Cerdaña, para el cálculo, por ejemplo, de las UGM/ha/8 meses de una hectárea de prados de secano, se le supone un corte de forraje al final de primavera, y otro incompleto en otoño, finales de verano, con una producción de 10.000 kg forraje verde, con el 20 % MS, y de riqueza media 0,70 UF/kg MS, lo que equivale a 2.092 kg MS, que servirán para mantener 1,2 UGM durante 8 meses. De esta forma, se tuvieron en cuenta las productividades de las distintas fuentes de recursos, según el tipo, a los que se les aplicaron los valores medios de los análisis de los forrajes característicos de la comarca, en poder de la Oficina Comarcal del DARP, en Puigcerdà.

Para el cálculo de los derechos históricos (punto 5) el incremento de UGM se especifica en la tabla 3.

Tabla 3.- Incremento de UGM por derechos históricos: Explotaciones Preferentes*

Antigüedad	Incremento (UGM)
Mayor de 20 años consecutivos	10
Entre 16 y 20 años consecutivos	7
Entre 11 y 15 años consecutivos	5
Entre 6 y 10 años consecutivos	3
Entre 0 y 5 años consecutivos	0

* El incremento de UGM conforme a la antigüedad se determina para cada municipio según sus características.

En el punto 9 del método de cálculo se indica que la reducción del número de cabezas se hará de acuerdo con las medidas que se establezcan para cada municipio. En el caso de La Cerdaña, las normas reductoras fueron las siguientes:

- a) La reducción de ganado se hará empezando por las explotaciones *no preferentes*, de manera que en la primera reducción se quedaran fuera un número determinado de cabezas, según se especifica en la tabla 4.

Tabla 4.- Reducción de UGM en las explotaciones *no preferentes*, según sus efectivos

Número de cabezas de la explotación	Reducción (UGM)
Menos de 5 UGM	0
Entre 5 y 10 UGM	0,5
Entre 11 y 20 UGM	1
Entre 21 y 30 UGM	2
Entre 31 y 40 UGM	3
Por cada decena más de animales	1

- b) Si con esta reducción llevada a cabo en el punto *a* no fuese suficiente, se procederá a realizar una segunda reducción. Para ello, se volverá a aplicar la misma reducción, por segunda vez, en las explotaciones *no preferentes*, empleando los mismos coeficientes de la tabla 4. A continuación se procederá también la reducción en las explotaciones *preferentes*, en las que se aplicarán los coeficientes de la tabla 5.

Tabla 5.- Reducción de UGM en las explotaciones preferentes, según sus efectivos

Número de cabezas de la explotación	Reducción (UGM)
Menos de 15 UGM	0
Entre 16 y 30 UGM	1
Entre 31 y 40 UGM	2
Por cada decena más de animales	1

- c) Si fuese necesaria una tercera reducción, se procedería de la misma forma que en el punto anterior, empezando por las explotaciones *no preferentes*, seguidas de las *preferentes*.
- d) Y así sucesivamente hasta llegar a ajustar el número de cabezas a la capacidad máxima de los pastos comunales.
- En el caso en que las UGM fuese inferior a la capacidad de la montaña (punto 10 del método), el criterio para determinar los aumentos a aplicar en La Cerdaña fue el siguiente:
- a) El aumento de ganado se hará empezando por las explotaciones *preferentes*, empleando los coeficientes de la tabla 6.

Tabla 6.- Incremento de UGM en las explotaciones *preferentes*, según sus efectivos.

Número de cabezas de la explotación	Aumento (UGM)
Menos de 30 UGM	8
Entre 31 y 40 UGM	7
Entre 41 y 50 UGM	6
Por cada decena más de animales	-1
Más de 100 UGM	0

- b) Si no fuese suficiente la anterior medida, se realizará un segundo aumento que vendrá de aplicar, en primer lugar, los mismos coeficientes de la tabla 6 a las explotaciones *preferentes*, por segunda vez, y, a continuación, a las explotaciones *no preferentes*, los coeficientes de la tabla 7.

Tabla 7.- Incremento de UGM en las explotaciones *no preferentes*, según sus efectivos

Número de cabezas de la explotación	Aumento (UGM)
Menos de 20 UGM	7
Entre 21 y 30 UGM	6
Entre 31 y 40 UGM	5
Por a cada decena más de animales	-1
Más de 80 UGM	0

- c) Y así sucesivamente hasta llegar a ajustar el número de cabezas a la capacidad máxima de los pastos comunales.

El método y su aplicación a un municipio de La Cerdaña se está aplicando a satisfacción de sus ganaderos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INRA, 1988. Alimentation des bovins ovins, caprins. *París*. pp. 471

GARCÍA PASCUAL F. 2001. El sector agrari a Catalunya. Evolució, anàlisi i estadístiques. 1986-2000. Gabinet Tècnic, DARP. Barcelona.

SALA PRAT R., 2001. Las explotaciones ganaderas, la ley 3/98 y el medio ambiente. *Ganaderia*, julio 2001, 32-34

REGULATE THE UNITS OF GREATER CATTLE THAT CAN ACCEDE TO THE COMMUNAL GRASS IN ZONES OF THE CATALAN PYRENEES

SUMMARY

The increase of the cattle load in some zones of the Catalan Pyrenees, conditions the free pasturing in the communal grass of the municipalities of this zone. The necessity to regulate that law, almost ancestral, has forced the cattle dealers to lay the foundations, historical and agronomical, to maintain so much the cattle as the productivity of the pastures. With that purpose, a performance organizational chart has been made, defining, to their criterion, which are preferential farms, as opposed to the non-preferential ones. The requirements so that a farm is preferred are, among others, those that determine that more from 50 % of the income come from the agricultural and cattle activity. The calculation of the units of greater cattle (UGM), of each farm, that can accede to the pastures, begins with the determination of the capacity of wintertime. The capacity of wintertime is the one that, in last term, it will modulate the maximum number of UGM that will be able to accede to the communal pastures.

Key words: communal pastures, capacity of wintertime, preferential farms.

MANEJO DEL REBAÑO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN PASTOREO

A. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

Centro de Investigación Agraria Mabegondo (CIAM) Xunta Galicia.

Apartado 10 - 15080 La Coruña. Correo-e: agro_ciam@igatel.net

RESUMEN

Se estudia un sistema de producción de leche, basado en la utilización de recursos propios de la explotación, del que se obtienen 6590 litros/vaca. Se analiza la producción, calidad y utilización de una pradera de raigrás y trébol blanco, pastada por vacas que reciben además un total de 1590 kg de concentrado.

El manejo del rebaño resultó un factor determinante de la producción de leche. Al establecer una baja presión de pastoreo para maximizar la ingestión de pasto por las vacas en producción, se corre el peligro de una infrautilización del pasto. Para que esto no suceda y tengamos calidad del pasto se pastorea al final de primavera con otro ganado menos productivo.

Se recomienda un uso restrictivo de concentrado en pastoreo, que ayuda a incrementar la presión de pastoreo y mejorar la calidad de la materia seca de pasto ingerido, y a disminuir los efectos sustitutivos de concentrado por pasto.

Palabras clave: presión de pastoreo, manejo del pasto, restricción del concentrado.

INTRODUCCIÓN

En Galicia existe una gran preocupación por reducir los costes de producción por litro de leche, a pesar de la buena relación del precio de la leche sobre los concentrados (1,4) que justifica la compra de forrajes y concentrados en las explotaciones intensivas. El uso de concentrado en pastoreo eleva normalmente la producción de leche por vaca, aunque no siempre es así, ya que existe un efecto sustitutivo del pasto, si es de calidad, por concentrado. La relación de precios de un alimento comprado a uno producido en la explotación es de cinco a uno, tanto para la Europa Atlántica, como para Galicia (Bax, 1995; Barbeyto, 1999). Se observa una tendencia a la vuelta al pastoreo o, al menos, a una alta utilización de forrajes frescos. Cada vez más el ganadero demanda datos de una producción eficiente por vaca, como sería el maximizar la ingestión de MS con forrajes, optimizar la fermentación ruminal y proporcionar energía y proteína post-ruminal para cubrir las necesidades individuales en los sistemas de pastoreo, utilizando suplementación sólo en momentos críticos de la lactación (Kolver, 1997).

En los sistemas tradicionales de pastoreo ensayados, prevalece la producción por superficie y deben ser adaptados para conseguir además altas producciones por vaca al tener éstas un alto potencial genético (McGilloway *et al*, 1996). Se tienen datos de alta producción de leche en sistemas basados en pastoreo en lugares como Galicia, donde se producen forrajes húmedos, tanto con un mínimo como con un alto aporte de concentrado (González y Sánchez, 2000), siempre que se pueda producir pasto de calidad (De Bonis y González, 2001). La alimentación en pastoreo obtuvo mejores niveles de proteína en leche, con menor coste de producción, que la que se realizó con ensilado en establo,

manteniendo un buen equilibrio de las raciones, diagnosticadas en todo momento por el contenido de urea en leche (González *et al*, 2001). Los estudios de manejo del rebaño en pastoreo con vacas de alto mérito genético, son necesarios no sólo por consideraciones económicas sino también por razones medioambientales debido al problema creciente del almacenamiento del purín y su utilización en las explotaciones intensivas.

Los objetivos de la investigación del CIAM se centran en proporcionar estos datos en zonas húmedas, para ello hemos de considerar las características del pasto en oferta, el contenido en MS y calidad de la pradera, y la presión de pastoreo a que se somete para determinar las limitaciones de ingestión de forraje por el animal y su contribución a la producción de leche.

En este trabajo no se realizan tratamientos comparativos. En un sistema productivo en pastoreo se evalúan los parámetros de producción de leche y su posible relación con la producción y utilización del pasto así como su calidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evalúa un sistema de producción de leche en pastoreo día y noche durante toda la lactación con un grupo de 20 vacas frisonas de partos agrupados al final de invierno. Se utilizan siete ha de pradera sembrada de raigrás inglés y trébol blanco en pastoreo rotacional. Las vacas entran en cada parcela con unos 20 cm de altura del pasto y salen con cinco-seis cm. Tratamos de mantener una oferta de pasto elevada para conseguir altas producciones de leche por vaca. Desde el parto, media 2 de febrero de 2000, se aportan cinco kg de concentrado por vaca (18% PB) durante unos 40 días, hasta la salida al pasto, posteriormente reciben seis kg/vaca durante el resto de la lactación, con un total de 1590 kg por vaca. La producción de leche por vaca se determina en todos los ordeños de la lactación con medidores electrónicos. En verano la sequía impide el crecimiento del pasto por lo que las vacas entraron en el establo para consumir ensilado de pradera durante 25 días.

Para el estudio de los parámetros del sistema se consideran dos periodos por un total de 190 días (P1) desde la salida al pasto, a primeros de marzo, hasta final de mayo con dos rotaciones y otro (P2) hasta el verano, que incluye la etapa de espigado y floración de gramíneas de menor calidad del pasto, con otras dos rotaciones. En la etapa P2 regulamos la presión de pastoreo pastando con ganado menos productivo las parcelas con rechazos elevados, o cortando alguna de ellas, para una mayor utilización del pasto y tratar de mantener una alta calidad de los rebrotes. Un tercer periodo de estudio (P3) es el otoño, las vacas salen al pasto en octubre, y se realiza la media de dos pastoreos, con un total de 73 días, hasta el secado de las vacas y su estabulación invernal.

Determinaciones: La presión de pastoreo se obtiene contabilizando el número de vacas equivalente (de 500 kg) por ha para cada período, lo que nos da buena idea del potencial productivo animal del pasto. La producción de la pradera se realiza por controles de cinco cuadrados de un metro en parcelas alternas tomados antes y después de todas las rotaciones de pastoreo. Cada período (P1 a P3) expresa la media de dos rotaciones, y cada una de ellas incluye al menos cuatro parcelas. Por diferencia pre-post estimamos el consumo de pasto, o para ser más precisos la utilización del pasto por los animales. No se realizan determinaciones de consumos individuales.

La muestra pre pasto se lleva al laboratorio para el análisis por duplicado de su calidad. En fresco se hace separación botánica de gramíneas sembradas, leguminosa y otras especies. Se determina la materia seca (MS), proteína bruta (PB) y fibras (FAD, FND y FB) mediante NIRS y el contenido de elementos minerales, K, Ca, P y Mg en todas las muestras del pasto en oferta.

RESULTADOS

En la tabla 1 se expresan los resultados de producción de leche y pasto de cuatro rotaciones desde marzo a finales de agosto, con intervalos de unos 40 días, agrupados en dos períodos, P1 y P2 y de dos rotaciones en otoño, en otro período P3.

Tablas 1. Producción de leche de pasto en oferta y utilizado por el animal.

PERIODOS	P1	P2	P3
	(abril-mayo)	(junio-agosto)	(nov-dic)
Producción de leche			
- Litros/vaca/día	27,5	20,7	16,0
- Carga ganadera (vacas/ha)	2,7	4,0	2,3
Producción de pasto			
- En oferta (t/ha)	2,23	2,00	0,81
- Consumido (t/ha)	1,23	1,15	0,40
- En oferta (k/vaca)	22,4	13,4	11,5
- Consumido (k/vaca)	12,2	8,0	6,0

La producción de leche fue de 6590 kg/vaca, el pico de la lactación fue de 31,0 litros a mitad de abril. La producción anual de MS de la pradera en oferta fue de 17,3 t/ha, sin embargo el pasto utilizado por las vacas en ordeño solo alcanzó las 10 t/ha de MS. La cantidad del pasto en oferta por animal descendió paralelamente a la producción de leche. El pasto consumido supuso del orden del 60 % de la oferta con una producción de leche satisfactoria debido a una buena calidad del pasto ingerido y al mantenimiento del nivel de concentrado. En estas praderas se hubiese podido incrementar la ingestión de pasto del periodo P2 y otoño con una posible reducción de la dosis de concentrado.

La producción de leche y la evolución del pasto en oferta y consumido por ha y vaca se expresa en la figura 1. Se representan un valor (media de cuatro parcelas) por cada rotación de primavera y de otoño. Consideramos esta evolución más importante que la mera cifra de producción del pasto para analizar un sistema productivo. Otros parámetros importantes son los de calidad del pasto, que se expresan en la figura 2, para cada rotación de pastoreo.

En el periodo desde final de mayo a final de agosto hubo un incremento del porcentaje de materia seca del pasto del 20% al 30%, y unos niveles de trébol bajos, menores del 15% en la pradera. A pesar de ello hubo un nivel de proteína bruta superior al 10% y unos niveles de fibra adecuados, como 330 gr/kg de FAD, que se pueden considerar buenos para esta época. El consumo de pasto se equilibra con el aporte de concentrado, en este caso se mantuvo una producción media de leche próxima a 21 litros/vaca en este periodo. Para ello recurrimos al aporte de seis kg de concentrado por vaca y es en esta época cuando hacia falta una alta proporción de trébol en las pradera, lo que permitiría reducir esta dosis, ajustando la presión de pastoreo para una alta ingestión de pasto.

Figura 1. Evolución anual de la producción de pasto en oferta por superficie y por animal.

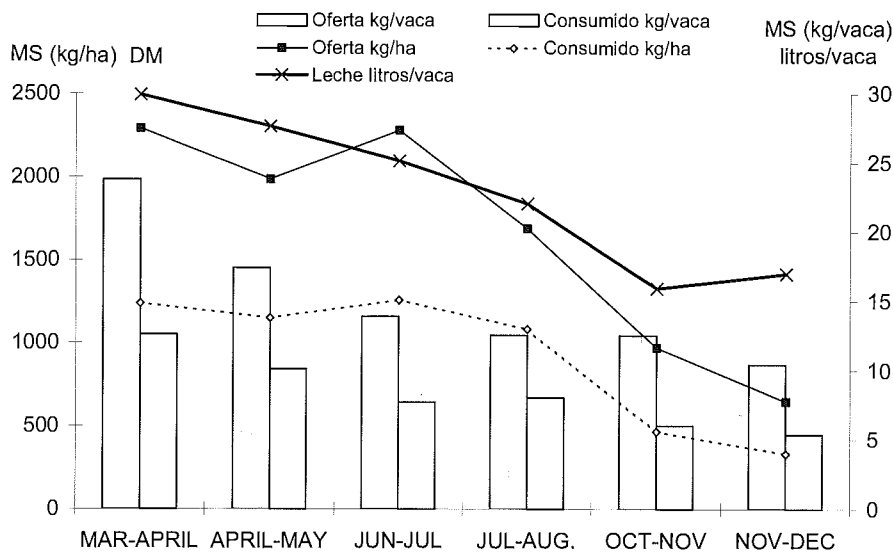
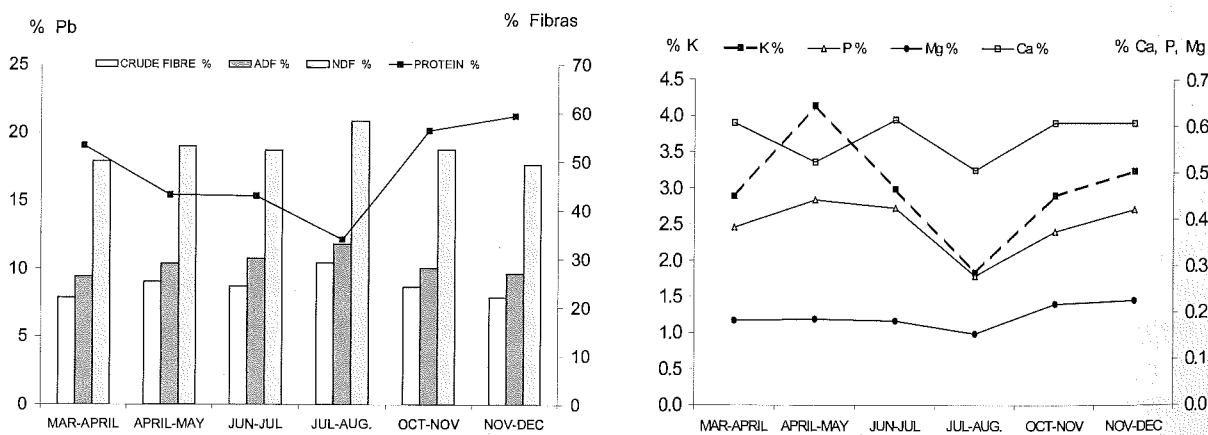


Figura 2. Calidad del pasto (a) proteína bruta y fibras y (b) minerales por rotación.



Los niveles de elementos en el pasto, figura 2-b, muestran una caída, sobre todo del potasio, en verano que en ningún caso es preocupante ya que tenemos en cuenta no solo la proporción sino la ingesta total de elementos que provienen de la materia seca del pasto y del concentrado.

DISCUSIÓN

Las vacas con alta capacidad productiva, como son las que se encuentran normalmente en las explotaciones, pueden tener una alta dependencia de su alimentación a base de forrajes frescos. Estas vacas son capaces de una alta ingestión de materia seca diaria, siempre que tengamos un manejo que aporte ensilado o pasto de calidad (Peyraud y González, 2000). El aumento de concentrado de cuatro a

16 kg MS por día con silo de alta calidad disminuye la producción de leche adicional de 3,25 a 0,21 kg/día, de ahí que el concentrado no debe superar el 50% de la dieta. Con altas dosis de concentrado se produce además un deterioro del pasto por infrautilización (Ferris *et al*, 1998).

En este ensayo establecemos un límite en el uso de concentrado para ofertar raciones basadas al menos en un 60% de forraje, el concentrado fue de 240 g por kg de leche producido, que no es muy elevado, considerando que la media de las explotaciones punteras de Galicia está en 350 para producciones de unos 7000 litros, lo que supone la compra de 2,5 t/vaca de concentrado. En algunas explotaciones intensivas se alcanzan los 410 gr de concentrado por litro de leche. En los últimos 15 años ha bajado la dependencia en forrajes de un 59 % a un 20 % en ganaderos que han perdido su confianza en el valor del pasto (Barbeyto, 1999).

En ensayos anteriores, producimos 5450 kg de leche con 400 kg de pienso ó 6360 kg de leche con 815 kg/vaca de concentrado y una presión de pastoreo de 2,92 vacas/ha (González y Sánchez, 2000). En este ensayo los 6590 litros nos han costado 1590 kg de concentrado por vaca, con una presión de pastoreo de 3,4 vacas/ha en primavera, procurando un buen aprovechamiento del pasto a base de cuidar el manejo para mantener una alta ingestión de MS y alta calidad del pasto durante toda la etapa de pastoreo, lo que consideramos la clave para una alta producción de leche por vaca reduciendo los costes de alimentación por litro.

La alta oferta de pasto para maximizar la ingestión por vaca, ajustando el número de vacas a la cantidad de pasto presente, supone una cierta medida del potencial de carga ganadera de la pradera, pero cuando los rechazos tras el pastoreo eran altos, se pastaba con ganado seco o se realizaba un corte esporádico, para mantener siempre una alta calidad del pasto en oferta y una mejor utilización del pasto. Consideramos pues que la diferencia de forraje antes y después del pastoreo no es un método muy preciso para determinar ingestiones, o utilizaciones de forraje, aunque cualquier método es de difícil aplicación para condiciones de sistemas productivos completos.

Los niveles mínimos de elementos minerales en pasto, que encontramos en las tablas de alimentación, no deberían ser utilizados como factores de diagnóstico nutricional para estos sistemas en pastoreo ya que las necesidades del rebaño dependen del momento de la lactación y pueden ser cubiertos no solo por la cantidad total de ellos ingeridos en el pasto sino también del concentrado, que se formula teniendo en cuenta esta consideración.

Las limitaciones a la producción de leche podrían venir por un nivel bajo de proteína bruta (en praderas con poco trébol), insuficiente para vacas de partos de primavera, aunque la mayor limitación de los sistemas de pastoreo suele ser el aporte energético. Al estudiar esta ración con el método del test de urea en leche, hemos encontrado valores elevados de la relación proteína-energía de la ración en pastoreo, que indican un aporte de energía insuficiente (González *et al*, 2001).

El uso de concentrado en pastoreo para este ensayo fue igual durante la lactación (seis kg/día), sin embargo esta dosis podría ser reducida cuando las vacas descienden de producción desde la segunda mitad de su lactación, al final de primavera. Para ello, necesitaríamos tener pasto de calidad, praderas con predominio de hojas, pocos tallos y sin espigar las gramíneas, y con altos niveles de trébol que se mantuviesen durante el pastoreo de otoño.

CONCLUSIONES

La producción de leche por vaca es un objetivo tan importante como la producción por superficie en el estudio de sistemas de pastoreo. Conseguimos buenas respuestas individuales, 6590 litros, con vacas de mérito genético medio y usando poco concentrado.

Un uso racional de concentrado puede ser útil durante la época de pastoreo. Sin embargo, con una alta oferta de pasto para aumentar la ingestión, se obtiene una infrautilización de la pradera y una consiguiente pérdida de calidad. La relación pasto-animal tiene entonces una importancia muy superior a la propia producción de MS total de la pradera.

Es crítico el establecimiento de una carga ganadera que permita una alta utilización del pasto y mantener el pasto de calidad, que cubra la mayor parte de las necesidades nutritivas, en cantidad y duración de la lactación, aún recurriendo al pastoreo con otro ganado o algún corte de los rechazos.

Fijamos como objetivo de estos sistemas el minimizar el uso de concentrado durante el pastoreo, lo que ayudaría tanto a evitar los efectos sustitutivos de concentrado por pasto, como a poder incrementar algo la presión de pastoreo del ganado en producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBEYTO, F. 1999. As explotacións de vacún de leite a través dun programa de xestión técnico-económica. *Revista AGACA, divulgación técnica*, **46**, (páginas centrales) Santiago.
- BAX, J. 1995. Herbe patureé et ensiléé pour les grands troupeaux de l'ouest de la Grande-Bretagne. *Fourrages*, **144**, 141-156.
- DE BONIS FERNÁNDEZ E.; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ A. 2001. Importancia y caracterización del forraje en un sistema de producción de leche en pastoreo en Galicia. *XLI Reunión S.E.E.P.* Alicante. 215-220.
- FERRIS, C.P.; GORDON F.J.; PATTERSON D.C.; MAYNE C.S.; McCOY M. 1997. The responses of high genetic merit dairy cows to changes in silage quality and level of supplementary concentrate. *Proceedings of British Society of Animal Science*, pp 40.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ A, SANCHEZ RODRIGUEZ L., 2000. El uso de concentrado para la producción de leche basada en pastoreo en Galicia. *Proceedings 3ª Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*. Braganza. A Coruña. Lugo: 551-558
- GONZÁLEZ RODRÍGUEZ A.; SANCHEZ RODRÍGUEZ, L.; VAZQUEZ YAÑEZ, O., 2001. *El equilibrio de la ración según la urea en leche de vacas en pastoreo y con ensilado*. XLI Reunión S.E.E.P. Alicante. 215-220.
- KOLVER, E.S. 1997. The pasture fed dairy cow: opportunities for improved nutrition. *Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand*, **22**, 160-173.
- McGILLOWAY D.A; MAYNE C.S. 1996. Importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow. In *Recent advances in animal nutrition*. 135-169. Ed. P.C. GARNSWORTHY, J. WISEMAN, W. HARESIGN. Nottingham University Press; Nottingham; UK.
- PEYRAUD, J.L.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A. 2000. Relations between grass production, supplementation and intake in grazing dairy cows. *18th General Meeting European Grassland Federation*. Aalborg. Denmark: 269-282.

HERD MANAGEMENT FOR DAIRY PRODUCTION UNDER GRAZING

SUMMARY

A system of milk production, based on the use of farm resources, was studied, analysing the production, quality and use of a raigrás prairie and white clover, under cows grazing conditions, yielding 6590 litres/cow and receiving a total of 1590 kg of concentrate.

Special attention is paid to the herd management as a tool to maximise the grass intake per cow. A low grazing pressure is imposed to get it, that would rebound negatively in the quality of the prairie. An increase in grazing pressure was imposed with another less productive livestock in order to get a better utilisation and to maintain the quality of pasture,

A restrictive use of concentrate is recommended under grazing that would help to increase the grazing pressure and improve the quality of the dry matter intake of grass.

Key words: grazing pressure, pasture management, restriction of concentrate.

ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD DE LA DIETA DE DISTINTAS ESPECIES UTILIZADORAS DE LOS PASTOS DEL PARQUE NATURAL DE GORBEIA

N. MANDALUNIZ* Y L.M. OREGUI

NEIKER-Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46, 01080 Vitoria-Gasteiz. * Correo electrónico:

nmandaluniz@neiker.net

RESUMEN

Debido a la orografía y las características de nuestro entorno, la ganadería tradicional de la Comunidad Autónoma del País Vasco se ha centrado en las zonas más desfavorecidas utilizando los pastos comunales con un tipo de producción extensiva mediante pastoreo mixto (Ruiz *et al.*, 1999). Actualmente, se observa una tendencia al incremento en estos pastos de especies, como el vacuno de carne y el equino, más compatibles con otras actividades económicas. En el presente trabajo se ha estimado, mediante el análisis del nitrógeno (N) fecal, la calidad de la dieta de estos dos herbívoros analizando su evolución a lo largo del periodo de pastoreo. En ambas especies, la calidad de la dieta es mayor al inicio de la estación de pastoreo (junio) y, de acuerdo a los análisis realizados en el conjunto de este periodo, la dieta del equino sería de menor calidad que la del vacuno. Sin embargo, se observan diferencias importantes entre ambas especies; la reducción de la cantidad y/o calidad de la oferta, que lleva al vacuno al consumo de graminoides menos apetecibles y a la incorporación de leñosas en la dieta (Mandaluniz *et al.*, 1999), tendría un menor efecto sobre la calidad de la dieta en el caso del equino.

Palabras clave: pastoreo en monte, equino, vacuno, calidad de dieta, nitrógeno fecal.

INTRODUCCIÓN

Los herbívoros que pastan en libertad no lo hacen de forma homogénea en el conjunto del hábitat disponible, realizando una selección a distintas escalas; por un lado *seleccionando el hábitat o selección horizontal* (Malechek, 1990) y por otro, *seleccionando la dieta o selección vertical* (El Aich & Rittenhouse, 1988). Esta selección es realizada de forma distinta por cada especie, lo que hace que el cambio que se dé desde el punto de vista de la población ganadera, se traduzca en modificaciones en la vegetación, favoreciendo la expansión de especies leñosas (Osoro *et al.*, 2000). El aumento de estas especies repercute de forma importante sobre la alimentación de las especies típicamente pastadoras (Gordon & Illius, 1988; Pratt *et al.*, 1986) como son las vacas y las yeguas ya que disminuye la disponibilidad de la vegetación herbácea. Por otro lado, esto se puede ver agravado dado que el grado de solapamiento entre ambas especies es alto (Miller, 1993; Marijuán, 1997).

Los objetivos del presente trabajo son: (i) determinar la calidad nutritiva de la dieta del vacuno y el equino, (ii) evaluar su evolución mensual, y (iii) comparar la estrategia de pastoreo de cada uno de ellos. Para ello se asumió, dado que el componente principal de la dieta en ambas especies son los graminoides (Aldezabal *et al.*, 1993; Crane *et al.*, 1997); que la estimación del N fecal permite una buena aproximación del N ingerido (Holecheck *et al.*, 1982; Núñez-Hernández *et al.*, 1992; Holloway, 1981). En el caso del vacuno la correlación entre N ingerido-N excretado es alta ($r^2 = 0,81$) (Holechek

et al., 1982). Esta técnica ha sido igualmente utilizada en estudios de la calidad de la dieta en equino, y su comparación con la de otros herbívoros (Aldezabal *et al.*, 1993; García-González & Montserrat, 1986; Leslie & Starkey, 1987).

MATERIAL Y MÉTODOS

En el estudio de la calidad de dieta de estas especies domésticas de gran formato (vacuno y equino) que pastan en los pastos del Parque Natural de Gorbeia, se definió previamente la zona de estudio, con el fin de limitar el efecto de la *selección del hábitat*.

El trabajo se realizó en un área de 180 ha comunales del Parque Natural del Macizo del Gorbeia (Bizkaia) denominado Aldamiñape, durante el período de pastoreo del año 2001. Esta zona se encuentra entre 820-1090 m altitud, tiene 1/3 de superficie cubierta por arbolado y en el resto hay establecido un pasto de puerto dominado por *Agrostis capillaris* y *Festuca gr rubra*. Las zonas con menor presión ganadera están siendo invadidas por el brezal (*Erica spp*), argomal (*Ulex europeus*) y helechal (*Pteridium aquilinum*). Las características de la zona y su disponibilidad vegetal viene detallados en Albizu *et al.* (1999).

La calidad nutritiva de la dieta se estimó a partir del N en heces, mediante la técnica de Kjeldhal, en cada uno de los animales muestreados. Aunque el periodo de pastoreo en estos pastos de montaña abarca entre mayo y noviembre el estudio se realizó solamente en los meses en los que ambas especies pastaron la zona de forma conjunta, entre junio y setiembre. Las muestras fecales se recolectaron con una periodicidad mensual, tomando muestras de cuatro animales de cada especie en cada uno de los momentos. Los datos se analizaron mediante el modelo lineal generalizado (SAS, 1988) $Y_{ijk} = \mu + E_i + M_j + E_i * M_j + e_{ijk}$, donde Y_{ijk} es el valor del N fecal, μ es la media general, E_i es el efecto de la especie animal (vacuno o equino), M_j es el efecto del momento de muestreo ($j=4$), siendo $E_i * M_j$ la interacción de ambos y e_{ijk} el residuo.

RESULTADOS Y DISCUSION

La media del N fecal fue de $1,84 \pm 0,20$ % N sobre MS ($n=32$ y $R^2=0,8$). Estos resultados son algo superiores a los encontrados en los puertos del pirineo oscense (Aldezabal *et al.*, 1993) durante los mismos meses y en estas mismas especies. Por otro lado, del valor medio del N fecal es menor que la del ovino y caprino que pastan en las mismas condiciones (Mandaluniz & Oregi, 2002) lo que confirma la existencia de una relación inversa entre el N fecal y el tamaño del animal que ya se había puesto de manifiesto anteriormente (Aldezabal *et al.*, 1993).

En el análisis estadístico el efecto de la especie fue altamente significativa ($p < 0,001$), al igual que el momento de muestreo ($p < 0,001$) y la interacción entre ambos ($p < 0,05$) (Tabla 1). El contenido del N fecal del vacuno ($1,96 \pm 0,026$ g N/100g MS) fue superior a la del equino ($1,72 \pm 0,026$ g N/100g MS). Esto indicaría que el equino selecciona una dieta de menor calidad a la del vacuno, lo cual unido a su menor eficiencia digestiva, (Duncan *et al.*, 1990) le lleva a tratar de compensarlos mediante el incremento del tiempo de pastoreo (Marijuán, 1997).

Respecto al patrón de variación temporal, los valores del N fecal se redujeron a medida que avanzaba la estación de pastoreo, lo cual coincide con los cambios de N que suceden en los tejidos vegetales durante el ciclo fenológico de las especies herbáceas (Mattson, 1980). Sin embargo, esta fue distinta en ambas especies. En el caso del vacuno los valores de N fecal experimentaron una reducción paulatina según avanzaba el periodo de pastoreo siendo los valores significativamente ($p < 0,05$) distintos entre el primer muestreo y el resto (tabla 1). Esto coincide con lo descrito por otros autores (Aldezabal *et al.*, 1993), y con la composición de la dieta de estos animales ya que a medida que avanza la estación de pastoreo, se da una menor incorporación de gramíneos apetecibles en la dieta y un mayor consumo de leñosas (Mandaluniz *et al.*, 1999) que a su vez se traducen en unos peores rendimientos de los animales (Mandaluniz & Oregui, 2001).

Tabla 1. Evolución del N fecal (g N/100g MS) para cada especie en los 4 momentos de muestreo

Momento de muestreo	Vacuno	Equino
Junio	2,23 ^{aA} ± 0,05	1,84 ^{aB} ± 0,05
Julio	2,00 ^{bA} ± 0,05	1,75 ^{abB} ± 0,05
Agosto	1,86 ^{bcA} ± 0,05	1,60 ^{bbB} ± 0,05
Septiembre	1,76 ^c ± 0,05	1,70 ^{ab} ± 0,05

Las distintas letras minúsculas indican diferencias significativas (p<0,05) dentro de cada columna. Las distintas letras mayúsculas indican diferencias significativas (p<0,05) dentro de cada fila.

Sin embargo, el patrón de variación del equino no es tan evidente, con diferencias significativas únicamente entre los muestreos primero y tercero (p<0,05). Junto a esto, la reducción del N fecal existente en los primeros muestreos se invierte en la parte final. Esto indicaría que la calidad de la dieta en el equino se vería menos afectada por la evolución en la oferta disponible, que en caso del vacuno. Su estructura bucal, con incisivos en ambas mandíbulas y labios prensiles les permite pastar a las alturas de pasto muy baja, y realizar una selección mayor de los componentes vegetales. Esto permitiría a las yeguas mayor rendimiento en pastoreo de otoño, estando menos afectados por la reducción de los alimentos en este período (Van Wieren, 1991) que el ganado vacuno. Este precisa una mayor altura de pasto (Osoro *et al.*, 2000) y su dieta se ve más comprometida en estos periodos críticos (Mandaluniz, datos sin publicar).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, a partir del análisis del N fecal, reflejan diferencias importantes en la calidad de la dieta ingerida por el vacuno y equino que utilizan pastos de puerto en régimen de pastoreo en libertad. El vacuno ingeriría una dieta de mayor calidad en el conjunto de la estación de pastoreo, pero sería más sensible que el equino a la reducción en la calidad de la oferta. No obstante, sería necesario profundizar en la relación entre el N fecal y el dietario en el caso del ganado equino, analizando la relación entre ambas y su similitud a la descrita para el vacuno (Holechek *et al.*, 1982).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Gobierno Vasco por la dotación de la beca que disfruta Nerea Mandaluniz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBIZU, I.; MENDARTE, S.; BESGA, G.; RODRIGUEZ, M.; AMEZAGA, I.; ONAINDIA, M., 1999. Estructura de los pastizales de montaña y su relación con el pastoreo. *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 51-55.
- ALDEZABAL, A.; GARIN, I.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 1993. Concentración de nitrógeno fecal en ungulados estivantes en los pastos supraforestales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. *Pastos*, **23** (1), 101-114.
- CRANE, K.K.; SMITH, M.A.; REYNOLDS, D., 1997. Habitat selection patterns of feral horses in south-central Wyoming. *J Range Manage.*, **50**, 374-380.
- DUNCAN, P.; FOOSE, R.J.; GORDON, K.J.; FAKAH, C.G.; LLOYD, M., 1990. Comparative nutrient extraction from forages by grazing bovinds and equids; a test of the nutritional model of equid/bovid competition and coexistence. *Oecologia*, **84**, 411-418.
- ELAICH, A.; RITTENHOUSE, L.R., 1988. Use of habitats by free-grazing sheep. *Appl. Anim. Beha.*, **21**, 223-31.
- GARCIA-GONZALEZ, R.; MONTSERRAT, P., 1986. Determinación de la dieta de ungulados estivantes en pastos supraforestales del Pirineo Occidental. *Actas de la XXVI Reunión Científica de la S.E.E.P.*, 119-134.
- LESLIE, D.M.; STARKEY, E.E., 1987. Faecal indices to dietary quality: a reply. *J Wildl. Manage.*, **51**, 321-25.
- GORDON, I.J.; ILLIUS, A.W., 1988. Incisor arcade structure and diet selection in ruminants. *Functional Ecology*, **2**, 15-22.

- HOLECHEK, J.L.; VAVRA, M.; PIEPER, D., 1982. Methods for determining the nutritive quality of range ruminant diets: a review. *J. Anim. Sci.*, **54**, 363-376.
- HOLLOWAY, J.W., 1981. Relationship between faecal components and forage consumption and digestibility. *J. Anim. Sci.*, **52**, 836.
- MALECHEK, J.L., 1990. Behavioural ecology of sheep and goats: implications to sustained production on pastures and rangeland. *Reunión Anual de la F.E.Z.*, 25pp.
- MANDALUNIZ, N.; ALDEZABAL, A.; OREGUI, L.M., 1999. Estrategia alimentaria del ganado vacuno en régimen extensivo en pastos de montaña. *Actas XXXIX Reunión Científica de la SEEP*, 413-418.
- MANDALUNIZ, N.; OREGUI, L.M., 2001. Efecto del estado fisiológico en los rendimientos del ganado vacuno en el PN Gorbeia, *ITEA, Vol. Extra 22 (2)*, 445-447.
- MANDALUNIZ, N.; OREGUI, L.M., 2002. Estimation of diet quality in sheep and goats grazing in the Natural Park Of Gorbeia (Basque Country). *Reunión de la F.A.O.*, (EN PRENSA).
- MARIJUAN, S., 1997. El pastoreo en comunales. Estudio del comportamiento de las ovejas y la utilización de los recursos disponibles. *Master of Science, IAMZ*, 165PP.
- MATTSON, W.J.J., 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **11**, 119-161.
- MILLER, R., 1983. Habitat use of feral horses and cattle in Wyoming Red Desert. *J Range Manage.*, **36**, 195-198.
- NUÑEZ-HERNANDEZ, G.; HOLECHEK, J.L.; ARTHUN, D.; TEMBO, A.; WALLACE, J.D.; GALYEAN, M.L.; CARDENAS, M.; VALDEZ, R., 1992. Evaluation of faecal indicators for assessing energy and nitrogen status of cattle and goats. *J. Range Manage.*, **45**, 43-147.
- OSORO, K.; VASSALLO, J.M.; CELAYA, R.; MARTINEZ, A., 2000. Resultados de la interacción vegetación*manejo animal en dos comunidades vegetales naturales de la cordillera Cantábrica. *Invest. Agr.:Pord, Sanid. Anim.*, **15 (3)**, 137-157.
- PRATT, R.M.; PUTMAN, J.; EKINS, J.R.; EDWARDS, P.J., 1986. Use of habitat by free-ranging cattle and ponies in the new forest, Southern England. *J App. Ecol.*, **23**, 539-557.
- S.A.S., 1988. SAS/Stat User's Guide. Cary, NC, Estados Unidos.
- RUIZ, R.; MANDALUNIZ, N.; ALBIZU, I.; OREGUI, L.M., 1998. The environmental role of traditional farming systems in the Basque Country. *Third European Workshop of the LSRID network* (en prensa).
- VAN WIEREN, S.E., 1991. Factors limiting food intake in ruminants an non ruminants in the temperate zone. *Ungulates*, 139-145.

DIET QUALITY ESTIMATION OF DIFFERENT ANIMAL SPECIES GRAZING IN THE NATURAL PARK OF GORBEIA

SUMMARY

Due to the abrupt orography of the Basque Country, traditional livestock has been focused in less favoured areas, using communal pastures with an extensive mixed grazing system (Ruiz *et al.*, 1999). Nowadays there is a tendency to increase beef-cattle and mare in these pastures, more compatible with other economical activities. In the present work we have estimated by faecal nitrogen beef-cattle and mare diet quality and its evolution during the grazing period. Both species had the highest diet quality at the beginning of the grazing season (June) and according to our results, mares would have in average a lower diet quality during the grazing season. Nevertheless, we observe important differences between species; as a result of the reduction of the quantity and/or quality of the offer, beef-cattle consume less palatable graminoids and incorporate shrubby vegetation in the diet (Mandaluniz *et al.*, 1999). While, this fact has a lesser effect in the diet quality of mares.

Key words: mountain grazing, equine, bovine, diet quality, faecal nitrogen.

EFFECTO DE LA PROPORCIÓN DE OVINOS Y CAPRINOS EN EL REBAÑO SOBRE LA DINÁMICA VEGETAL DE BREZALES-TOJALES PARCIALMENTE MEJORADOS

R. CELAYA Y K. OSORO

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

RESUMEN

Durante 1993 se estudiaron los cambios producidos en matorrales de brezal-tojal, con zonas desbrozadas y áreas de pasto mejorado con raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), como respuesta al pastoreo de rebaños compuestos por distintos porcentajes de ovinos (O) y caprinos (C): O₁₀₀, O₇₅C₂₅, O₅₀C₅₀, O₂₅C₇₅ y C₁₀₀.

En general, la cobertura de las especies leñosas disminuyó en mayor grado cuanto mayor era la proporción de caprinos en el rebaño, sobre todo en el caso del tojo (*Ulex gallii*). En el pasto sembrado, los porcentajes de cobertura y biomasa del trébol resultaron superiores en el tratamiento C₁₀₀, mientras que la materia muerta incrementaba más en los tratamientos con mayor proporción de ovinos como consecuencia del rechazo de los tallos espigados de raigrás y su posterior senescencia, lo cual dio lugar a una disminución del valor nutritivo del pasto disponible con respecto a los tratamientos con mayor proporción de caprinos.

Palabras clave: cobertura, biomasa, valor nutritivo.

INTRODUCCIÓN

Los brezales-tojales son matorrales que ocupan grandes extensiones en la Iberia húmeda, sobre todo en las zonas más desfavorecidas, siendo su aprovechamiento económico muy limitado por lo que son pasto de numerosos incendios. Los pequeños rumiantes como las ovejas y las cabras son capaces de utilizar dicha vegetación aunque precisan de áreas de pasto de mejor calidad en épocas críticas como la gestación y la lactación, a fin de obtener rendimientos aceptables que posibiliten la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas.

En este trabajo se pretende estudiar la dinámica de estos brezales-tojales junto a zonas de pasto mejorado que ocupan la mitad de la superficie disponible, cuando son pastados por rebaños monoespecíficos de ovino y caprino o por rebaños mixtos con distinta proporción de cada especie animal.

Material y métodos

La finca experimental se halla situada a 900-1000 m de altitud en la sierra de San Isidro, concejo de Illano, en el occidente de Asturias. La vegetación natural está constituida por brezales-tojales donde dominan las ericáceas como *Erica cinerea*, *E. umbellata* y *Calluna vulgaris*, junto al tojo *Ulex gallii*, mientras que las herbáceas presentes corresponden en su mayoría a gramíneas acidófilas como *Pseudarrhenatherum longifolium* y *Agrostis curtisii*.

Diseño experimental

Se cercaron cinco parcelas de 1,2 ó 2,4 ha donde un cuarto de la superficie había sido desbrozado mecánicamente y la mitad fue transformada en pasto mediante la roturación y fertilización del suelo con escorias LD y NPK (40-135-90), y siembra con raigrás inglés (*Lolium perenne* L. cv 'Phoenix'), raigrás híbrido (*L. x hybridum* Hausskn cv 'Dalita') y trébol blanco (*Trifolium repens* L. cv 'Huia') a dosis de semillas de 25, 10 y 3 kg/ha respectivamente.

Los tratamientos establecidos en base al porcentaje de ovinos (O) y caprinos (C) en el rebaño fueron los siguientes: O₁₀₀, O₇₅C₂₅, O₅₀C₅₀, O₂₅C₇₅ y C₁₀₀. Los animales, ovejas de raza Gallega y cabras mezcladas de raza Celtibérica, pastaron de forma continua desde abril hasta octubre de 1993 a cargas ganaderas similares de 10 madres con cría por hectárea.

Controles

Presión de pastoreo. Cada 10-15 días se midió la altura del pasto en la zona mejorada de cada parcela en 50 puntos al azar mediante el "swardstick" (Barthram, 1986).

Conducta de pastoreo. Se realizaron controles visuales cada 15 minutos desde el amanecer hasta el anochecer durante dos días consecutivos (18 y 19 de agosto de 1993), contando el número de animales que pastaban sobre el brezal-tojal y la zona desbrozada o sobre el pasto sembrado, para estimar los tiempos de pastoreo sobre cada tipo de vegetación.

Dinámica vegetal. En cada parcela se establecieron 15 transectos de 4 m de largo, 5 en el brezal-tojal, 5 en la zona desbrozada y 5 en la zona sembrada, donde se registró la especie y la altura cada 4 cm mediante el "point quadrat" vertical (100 contactos por transecto). Estos controles se realizaron al principio (abril) y al final (octubre) de la estación de pastoreo y de nuevo en abril de 1994 para estimar los cambios en cobertura de los distintos componentes.

En las zonas mejoradas además se cortaron a ras de suelo 10-12 muestras de 0,1 x 0,5 m por parcela en dos fechas (24 de agosto y 7 de octubre de 1993) que fueron separadas manualmente en raigrás, trébol, otras y materia muerta, tras lo cual se secaron en estufa de aire forzado a 60 °C y se pesaron para estimar la composición de la biomasa del pasto.

Valor nutritivo del pasto sembrado. Las muestras recogidas en las zonas mejoradas fueron analizadas en los laboratorios del SERIDA, determinándose los contenidos en MS de Cenizas, Proteína Bruta y Fibra Ácido Detergente (FAD) por los métodos estándar usuales.

Análisis estadístico

Los efectos del tipo de rebaño sobre las distintas variables vegetales se analizaron mediante Análisis de Varianza, usando el método de Scheffe para la diferenciación de medias.

RESULTADOS

Presión de pastoreo

La altura del pasto en la zona mejorada disminuyó durante la primavera-verano en todos los tratamientos, desde unos 12 cm en abril hasta cerca de 3 cm a mediados de agosto, si bien durante setiembre se observó un nuevo incremento en la disponibilidad de pasto. La altura del pasto resultó mayor en O₁₀₀, siendo la menor en O₂₅C₇₅, sobre todo en la segunda mitad del pastoreo (Tabla 1).

Conducta de pastoreo

Las cabras en general pastaron durante un 20% más de tiempo que las ovejas. De este tiempo, las cabras pastaron durante más tiempo (65%) sobre las zonas no mejoradas de matorral (brezal-tojales y áreas desbrozadas) que las ovejas (41%). Los animales dedicaron más tiempo al matorral cuando pastaban en rebaños mixtos que los de los rebaños mono-específicos, 44 vs 34% las ovejas y 70 vs 48% las cabras (Tabla 2).

Tabla 1. Medias de la altura del pasto en la zona mejorada de cada tratamiento.

Altura media (cm)	O ₁₀₀	O ₇₅ C ₂₅	O ₅₀ C ₅₀	O ₂₅ C ₇₅	C ₁₀₀
10 mayo - 6 julio	7,86	6,80	7,15	6,31	6,15
6 julio - 6 octubre	3,73	3,44	3,61	3,14	3,75
10 mayo - 6 octubre	5,31	4,72	4,96	4,35	4,67

Tabla 2. Conducta de pastoreo de ovinos y caprinos en parcelas de brezal-tojal 50% mejoradas (agosto de 1993).

Rebaño	O ₁₀₀	O ₇₅ C ₂₅		O ₅₀ C ₅₀		O ₂₅ C ₇₅		C ₁₀₀
Especie	O	O	C	O	C	O	C	C
Altura de pasto ⁽¹⁾ (cm)	2,93	2,68		3,11		2,95		3,15
Tiempo de pastoreo (min./día)	516	491	580	495	585	500	624	630
% sobre vegetación natural ⁽²⁾	34	47	71	44	76	40	64	48

⁽¹⁾ sobre la zona mejorada

⁽²⁾ brezal-tojal más zona desbrozada

Dinámica vegetal

Brezal-tojal

Entre abril y octubre de 1993, el porcentaje de cobertura de los brezos se incrementó en los tratamientos O₁₀₀ y O₇₅C₂₅, mientras que disminuyó ligeramente en los demás tratamientos, aunque estas diferencias no llegaron a ser significativas ($P < 0,1$). Entre abril de 1993 y de 1994, la disminución fue significativamente ($P < 0,01$) mayor en O₂₅C₇₅ respecto a O₁₀₀ y O₇₅C₂₅ (Tabla 3). La cobertura del tojo se incrementó de 1993 a 1994 en aquellos tratamientos con presencia de ovinos en el rebaño mientras que disminuyó en C₁₀₀ ($P < 0,05$). En cuanto al porcentaje de herbáceas, durante 1993 se observaron mayores ($P < 0,001$) incrementos en C₁₀₀ respecto a los demás tratamientos, si bien entre 1993 y 1994 dicha diferencia resultó significativa ($P < 0,05$) sólo entre C₁₀₀ y O₅₀C₅₀.

Tabla 3. Efectos del tipo de rebaño sobre las variaciones de cobertura en el brezal-tojal.

Rebaño	O ₁₀₀	O ₇₅ C ₂₅	O ₅₀ C ₅₀	O ₂₅ C ₇₅	C ₁₀₀	sign.	e.s.d.
Brezos							
Abril 1993 (% cobertura)	16,2 ^c	30,0 ^{ab}	31,0 ^{ab}	35,8 ^a	19,2 ^{bc}	***	3,84
var. Abril-octubre 1993	+7,0	+6,4	-1,4	-3,2	-1,6	NS	4,44
var. Abril 93-abril 94	-0,4 ^a	+1,2 ^a	-6,8 ^{at}	-16,0 ^b	-2,6 ^{at}	**	4,04
Tojo							
Abril 1993 (% cobertura)	10,4	9,2	11,6	12,4	14,2	NS	4,89
var. Abril-octubre 1993	+8,2	+3,4	+5,2	+3,6	+0,6	NS	2,70
var. Abril 93-abril 94	+7,8	+5,8	+7,4	+3,2	-4,0	*	3,80
Herbáceas							
Abril 1993 (% cobertura)	17,0	8,4	10,6	6,8	15,2	NS	3,73
var. Abril-octubre 1993	+2,6 ^b	-1,6 ^b	-1,0 ^b	+1,2 ^b	+13,2 ^a	***	2,82
var. abril 93-abril 94	+8,6 ^{ab}	+5,8 ^{ab}	+5,0 ^b	+6,6 ^{ab}	+16,0 ^a	*	3,08

Zona desbrozada

En las zonas desbrozadas del brezal-tojal, la cobertura de los brezos se incrementó durante 1993 en todos los tratamientos excepto en O₂₅C₇₅ ($P < 0,05$), mientras que las diferencias no llegaron a ser significativas en el intervalo abril 1993-abril 1994. El porcentaje de tojo en la cubierta se incrementó más cuanto mayor era la proporción de ovinos en el rebaño, siendo significativa ($P < 0,05$) la diferencia en la variación 1993-94 entre el tratamiento C₁₀₀, donde la cobertura disminuyó 4,8

puntos de porcentaje, y el tratamiento O₁₀₀, donde el tojo incrementó su porcentaje de cobertura de 23,8 a 35,0%. La cobertura herbácea se incrementó más cuanto mayor era la proporción de caprinos en el rebaño aunque las diferencias no llegaron a ser significativas (Tabla 4).

Tabla 4. Efectos del tipo de rebaño sobre las variaciones de cobertura en las zonas desbrozadas del brezal-tojal.

Rebaño	O ₁₀₀	O ₇₅ C ₂₅	O ₅₀ C ₅₀	O ₂₅ C ₇₅	C ₁₀₀	sign.	e.s.d.
Brezos							
Abril 1993 (% cobertura)	13,8	9,4	15,6	21,6	11,2	NS	4,38
var. abril-octubre 1993	+4,8	+3,8	+2,8	-4,0	+1,4	*	2,67
var. abril 93-abril 94	+0,2	+3,8	-1,0	-5,2	+1,2	NS	3,16
Tojo							
Abril 1993 (% cobertura)	23,8 ^a	16,2 ^{ab}	16,0 ^{ab}	9,0 ^b	26,6 ^a	**	3,79
var. abril-octubre 1993	+12,0	+6,4	+3,4	+3,0	+0,2	NS	4,05
var. abril 93-abril 94	+11,2 ^a	+5,0 ^{ab}	+1,8 ^{ab}	+0,6 ^{ab}	-4,8 ^b	*	4,63
Herbáceas							
Abril 1993 (% cobertura)	22,0	30,0	31,8	29,0	25,6	NS	7,50
var. abril-octubre 1993	-3,4	-7,6	-8,4	-7,0	+5,0	NS	4,91
var. abril 93-abril 94	+2,6	+3,0	+6,8	+7,0	+15,4	NS	7,12

Pasto sembrado

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en las variaciones de cobertura del raigrás inglés. Durante 1993, la cobertura del trébol blanco disminuyó de 25,0 a 10,0% en O₁₀₀, mientras que aumentó de 6,4 a 14,4% en C₁₀₀ ($P < 0,01$). En los tratamientos de pastoreo mixto, la cobertura inicial del trébol era muy escasa por lo que las variaciones resultaron mínimas y sin diferencias significativas. La presencia de otras especies se incrementó de 1993 a 1994 en todos los tratamientos sin que se apreciaran diferencias significativas entre ellos. La cobertura de materia muerta se incrementó de abril a octubre de 1993 significativamente ($P < 0,01$) más en O₁₀₀ en comparación a C₁₀₀ (Tabla 5). Dicho incremento se produjo en gran parte por la mayor presencia de tallos reproductivos de raigrás en estado senescente, al ser rechazados en los tratamientos con mayor proporción de ovinos. La altura media de estos tallos espigados a finales de agosto de 1993 era de 14,2, 8,1, 7,2, 5,1 y 4,5 cm en O₁₀₀, O₇₅C₂₅, O₅₀C₅₀, O₂₅C₇₅ y C₁₀₀ respectivamente ($P < 0,001$; e.s.d. 0,67).

La composición de la biomasa del pasto también fue afectada significativamente por los tratamientos. Tanto en agosto como en octubre de 1993, el porcentaje de raigrás verde resultó significativamente ($P < 0,001$) mayor en C₁₀₀ respecto a O₁₀₀ y O₇₅C₂₅. La contribución del trébol era significativamente ($P < 0,001$) mayor y la de materia muerta menor en C₁₀₀ respecto a los demás tratamientos. Estas diferencias en la composición originaron un mayor valor nutritivo del pasto disponible en el tratamiento C₁₀₀, con mayores contenidos en proteína y menores de fibra ($P < 0,001$) respecto a los tratamientos con presencia de ovinos (Tabla 6).

DISCUSIÓN

La mayor preferencia hacia la vegetación leñosa del ganado caprino respecto al ovino se ha observado en numerosos trabajos (Clark *et al.*, 1982; Grant *et al.*, 1984; Radcliffe, 1985; Allan y Holst, 1996). Como consecuencia, las cabras ejercen un mayor control de las matas leñosas, limitando su acumulación, sobre todo en el caso del tojo, como se ha constatado en el caso de *Ulex europaeus* en

Nueva Zelanda (Clark *et al.*, 1982; Radcliffe, 1985; Clark y Lambert, 1989) y en Galicia (Sineiro, 1982), y propiciando una mayor presencia de las herbáceas en la base de la cubierta. En el presente trabajo, las mayores diferencias en la dinámica de los brezales-tojales en general se obtuvieron entre los tratamientos O₁₀₀ y C₁₀₀, si bien la cobertura de los brezos disminuyó en mayor grado en O₂₅C₇₅. Los datos indican que cuando las cabras suponen un 50% del rebaño, se podría ejercer un control aceptable de las matas leñosas en este tipo de cubierta vegetal.

Los mayores incrementos en la presencia del trébol blanco en el pasto mejorado observados en el tratamiento C₁₀₀ respecto a O₁₀₀ concuerdan con los resultados de otros trabajos realizados en Gran Bretaña (Grant *et al.*, 1984; del Pozo *et al.*, 1996; Penning *et al.*, 1996), Nueva Zelanda (Clark *et al.*, 1982; Radcliffe y Francis, 1988) y Asturias (del Pozo *et al.*, 1997; del Pozo y Osoro, 1997), mientras que el mayor consumo de los tallos espigados de raigrás por parte del caprino ha sido mencionado por Radcliffe y Francis (1988). Esta dinámica del pasto originó un mayor valor nutritivo en el tratamiento C₁₀₀ respecto a los demás tratamientos.

Tabla 5. Efectos del tipo de rebaño sobre las variaciones de cobertura en el pasto sembrado.

Rebaño	O ₁₀₀	O ₇₅ C ₂₅	O ₅₀ C ₅₀	O ₂₅ C ₇₅	C ₁₀₀	sign.	e.s.d.
Raigrás inglés							
Abril 1993 (% cobertura)	57,4	73,4	72,6	77,6	67,6	NS	8,43
Var. Abril-octubre 1993	-23,2	-34,2	-35,8	-37,4	-29,2	NS	7,93
Var. Abril 93-abril 94	-1,0	-16,2	-15,6	-18,6	-15,0	NS	6,74
Trébol blanco							
Abril 1993 (% cobertura)	25,0 ^a	1,2 ^b	0,2 ^b	2,0 ^b	6,4 ^{ab}	**	6,72
Var. Abril-octubre 1993	-15,0 ^b	0,0 ^{ab}	+0,6 ^{ab}	+0,2 ^{ab}	+8,0 ^a	**	4,63
Var. Abril 93-abril 94	-9,6 ^b	+2,0 ^{ab}	+1,0 ^{ab}	+2,0 ^{ab}	+9,2 ^a	***	3,59
Otras							
Abril 1993 (% cobertura)	1,2	4,0	4,4	2,8	3,8	NS	1,65
Var. Abril-octubre 1993	0,0	+1,2	+3,8	+3,4	+5,6	NS	1,94
Var. Abril 93-abril 94	+5,6	+7,2	+6,8	+3,4	+4,4	NS	2,63
Materia muerta							
Abril 1993 (% cobertura)	5,2	9,2	11,6	10,4	8,0	NS	2,19
Var. Abril-octubre 1993	+35,4 ^a	+27,6 ^{ab}	+29,6 ^{ab}	+19,6 ^{ab}	+13,6 ^b	**	5,26
Var. Abril 93-abril 94	+7,8	+8,4	+7,6	+3,4	+5,6	NS	3,14
Tallos de raigrás							
Octubre 1993 (% sobre raigrás)	33,8	25,0	19,9	8,6	5,5	*	9,57

Tabla 6. Efectos del tipo de rebaño sobre el valor nutritivo del pasto sembrado.

Rebaño	O ₁₀₀	O ₇₅ C ₂₅	O ₅₀ C ₅₀	O ₂₅ C ₇₅	C ₁₀₀	sign.	e.s.d.
Agosto 1993							
Cenizas (% sobre MS)	6,9 ^b	6,2 ^b	6,4 ^b	6,9 ^{ab}	7,8 ^a	***	0,25
Proteína Bruta (% sobre MS)	11,6 ^{bc}	9,3 ^c	11,2 ^{bc}	13,2 ^b	17,7 ^a	***	0,80
FAD (% sobre MS)	33,8 ^{ab}	34,6 ^a	33,3 ^{ab}	31,9 ^{bc}	29,9 ^c	***	0,68
Octubre 1993							
Cenizas (% sobre MS)	7,1	8,3	8,8	7,8	7,5	NS	0,79
Proteína Bruta (% sobre MS)	12,7 ^b	12,3 ^b	11,7 ^b	12,0 ^b	17,1 ^a	***	0,86
FAD (% sobre MS)	34,6 ^a	34,4 ^a	35,0 ^a	34,6 ^a	30,4 ^b	***	0,74

CONCLUSIONES

La presencia de caprinos en el rebaño favorece un mayor control de las especies leñosas como los brezos y el tojo, permitiendo un mayor desarrollo de las especies herbáceas. En los pastos sembrados, la presencia del trébol blanco es mayor cuando son aprovechados por rebaños mono-específicos de caprino que cuando son pastados sólo por ovino, mientras que la presencia de tallos espigados de raigrás es menor a medida que aumenta la proporción de caprinos en el rebaño, lo que contribuye a mejorar el valor nutritivo del pasto disponible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, C.J.; HOLST, P.J., 1996. The ecological role of the goat in maintaining pasture and range. En: *VI International Conference on Goats*, Vol. 1, 427-435. International Academic Publishers. Beijing (China).
- 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).
- CLARK, D.A.; LAMBERT, M.G., 1989. The role of goats in New Zealand hill country farming. En: *XVI International Grassland Congress*, Vol. II, 1359-1360. Nice (Francia).
- CLARK, D.A.; LAMBERT, M.G.; ROLSTON, M.P.; DYMCK, 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. Respuesta del ganado ovino y de la cubierta vegetal al pastoreo mixto, secuencial o rotacional con caprino en praderas de raigrás/trébol escasamente nitrogenadas. En: *ITEA, VII Jornadas sobre Producción Animal*, Vol. Extra N° 18(I), 272-274. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario. Zaragoza (España).
- DEL POZO, M.; OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., 1997. Cambios en la estructura de la cubierta vegetal de praderas de raigrás inglés/trébol blanco pastadas a diferentes alturas por rebaños de ovino y caprino. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la SEEP*, 281-287. Sevilla (España).
- 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.
- GRANT, S.A.; BOLTON, G.R.; RUSSEL, J.F., 1984. The utilization of sown and indigenous plant species by sheep and goats grazing hill pastures. *Grass and Forage Science*, **39**, 361-370.
- PENNING, P.D.; JOHNSON, R.H.; ORR, R.J., 1996. Effects of continuous stocking with sheep or goats on sward composition and animal production from a grass and white clover pasture. *Small Ruminant Research*, **21**, 19-29.
- RADCLIFFE, J.E., 1985. Grazing management of goats and sheep for gorse control. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, **13**, 181-190.
- RADCLIFFE, J.E.; FRANCIS, S.M., 1988. Goat farming practices on high producing pastures. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, **49**, 29-32.
- SINEIRO, F., 1982. Aspectos del uso ganadero del monte en Galicia para la producción de carne. *Pastos*, **12**(1), 1-39.

EFFECT OF SHEEP-GOAT PROPORTION IN THE HERD ON VEGETATION DYNAMICS IN PARTIALLY IMPROVED HEATH-GORSE SHRUBLANDS

SUMMARY

Changes in heath-gorse shrublands, together with mechanically cleared areas and improved grasslands of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*) were studied during 1993 under different grazing treatments according to the ratio of sheep (S) to goats (G) in the herd: S₁₀₀, S₇₅G₂₅, S₅₀G₅₀, S₂₅G₇₅ and G₁₀₀.

In general, the cover of the shrubs was more decreased as the ratio of goats to sheep in the herd increased, especially that of gorse (*Ulex gallii*). On the improved sown grassland, the cover and biomass percentage of white clover was highest in G₁₀₀ treatment, whereas the bulk of dead matter increased more in those treatments with a greater ratio of sheep to goats, as consequence of the reluctance of sheep to graze the ryegrass flowerstems which died back, thereby producing a greater decrease in the nutritive value of the available pasture compared to the treatments with lower sheep/goat ratios.

Key words: cover, biomass, nutritive value.

**SECCIÓN D: SILVOPASCICULTURA Y
ECONOMÍA**

PONENCIAS

I. Ros Fontana

J. Plaixats y J. Bartolomé

P. Masson

DE LA TRASHUMANCIA AL NOMADISMO. LA EVOLUCIÓN DE LA GANADERÍA TRASHUMANTE EN EL PIRINEO CATALÁN OCCIDENTAL DURANTE EL SIGLO XX

I. ROS FONTANA

Ecomuseu de les Valls d'Àneu. C/ del Camp, 22-24. 25580 Esterri d'Àneu (Lleida)

RESUMEN

La trashumancia, contrariamente a la idea dominante, es también y sobre todo una actividad cambiante, que ha sabido adaptarse a todo tipo de circunstancias, a las guerras y los conflictos sociales o a los cambios económicos y de la agricultura. Así han ido variando, ligeramente, a lo largo del tiempo las fechas en que se realizaba la trashumancia, la forma de utilización de los pastos, los itinerarios y las distancias recorridas, las formas de explotación del rebaño e incluso el tipo de organización de las explotaciones trashumantes. Creemos que el análisis de la trashumancia contemporánea nos puede ayudar a entender la evolución general del Pirineo durante el siglo XX, ya que nos muestra, desde una posición privilegiada, diversos aspectos sociales, económicos, culturales y ecológicos del Pirineo contemporáneo.

Palabras clave: estrategias ganaderas, grupos domésticos, historia.

INTRODUCCIÓN

La ganadería fue, durante muchos siglos y hasta hace pocos años, la actividad definidora de la economía y de la cultura de muchas localidades del Pirineo catalán. La manifestación más importante de esta cultura pastoral, que ha tenido mayor influencia en el paisaje y en la economía pirenaica, ha sido la trashumancia. De hecho, aún hoy en día, la migración estacional de los rebaños de ovejas y de sus propietarios y pastores es casi la actividad principal en algunas localidades del Pirineo.

La importancia histórica de este movimiento anual del ganado, ascendente y descendente, entre el llano de Lleida y el Pirineo ha quedado grabada en la red de caminos ganaderos que ha generado, de miles de kilómetros (sólo en la provincia de Lleida). Caminos denominados *cabaneres* o *carrerades* y que unen todas las zonas de pastos. Los caminos y las zonas de pastos y otros elementos han permanecido casi invariables a lo largo de muchos siglos, pero a su alrededor se han ido adaptando estrategias diversas en diferentes épocas: así, en nuestra región, era muy importante la producción de lana, carne y piel al menos desde las últimas décadas del siglo XV, cuando después de períodos de guerras e inestabilidad parece que se conforma un sistema ganadero trashumante que se mantuvo, en parte, hasta fines del siglo XIX. La producción ganadera, en algunos períodos, también se complementará con la elaboración de queso, y además irán variando los equilibrios entre agricultura y trashumancia según el momento. La adaptabilidad a nuevas circunstancias y la persistencia, contra pronóstico, del fenómeno trashumante ha llegado hasta nuestros días, en que la trashumancia continua jugando un papel (ahora secundario) en algunos valles pirenaicos.

A pesar de su centralidad e importancia la trashumancia ha sido un tema ignorado y poco estudiado en Cataluña. Quizás a causa de la importancia que la historiografía castellana concedió a la Mesta, que eclipsó el fenómeno y su estudio en Cataluña, o quizás también por las concepciones historiográficas predominantes en los últimos años en el ámbito pirenaico, que han primado los aislamientos y una visión autárquica, igualitaria e idealizada de este territorio.

El hecho cierto es, que los últimos estudios monográficos sobre la trashumancia son, casi todos, de los años 1930 y 1940, realizados por etnógrafos como Ramon Violant (2001, aunque redactado entre 1938-1944) y Salvador Vilarrasa (1935) y geógrafos como Vilà Valentí o Salvador Llobet (1950). Vistas las perspectivas de futuro que se presentaban y se intuían en estos trabajos se concluyó que la trashumancia estaba en vías de extinción o, al menos, era cada vez más marginal. A partir de estos autores aparece una trashumancia en decadencia, donde las casas que históricamente habían dominado la trashumancia estaban cambiando su actividad, ya que cada vez se encontraba con mayores dificultades, como la crisis de la lana, los nuevos regadíos y la consiguiente desaparición de muchos pastos de invierno en el llano de Lleida, la intensificación de la agricultura y el aumento de la urbanización en el llano, la emigración y la consiguiente escasez de pastores en la montaña y, también, mayores dificultades para encontrar la mano de obra necesaria para las explotaciones trashumantes.

Sin duda, las apreciaciones de estas obras tenían una base real y todos estos fenómenos estaban afectando la trashumancia, pero los pronósticos o sensaciones que generaban estas obras, ya clásicas, han resultado en parte erróneos. Contrariamente a la imagen predominante en la misma historiografía y en las instituciones oficiales competentes en ganadería, la trashumancia ha seguido funcionando en algunas regiones. Como se puso de manifiesto en el trabajo de Roigé y otros (1995) sobre la actividad trashumante en Cataluña, en los años 1990 trashumaban a larga distancia (entre el Pirineo y el llano de Lleida) unas cantidades de ganado ovino similares a las apuntadas por Vilà Valentí en los años 1940 (unas 80 000 o 90 000 cabezas), aunque hay que pensar que los datos de Vilà Valentí están infravalorados o afectados por la crisis de la posguerra, y que hoy en una cantidad similar de ganado se implican muchas menos explotaciones, ya que el tamaño de los rebaños ha aumentado respecto a los años 1940. Paradójicamente, las explotaciones trashumantes de los años 1990, han pasado los inviernos mayoritariamente en tierras de regadío moderno, en grandes fincas de cultivos intensivos del llano de Urgell, de Lleida (o de la Llitera histórica) o de la parte sur-oriental de la provincia de Huesca, donde arriendan pastos durante unos meses a algunas de las empresas agroindustriales más importantes de la Península Ibérica. Respecto a la escasez de pastores o respecto a la menor profesionalidad de éstos (que por ejemplo cita Ramon Violant a menudo), también cabe remarcar que este tipo de lamentaciones se han ido repitiendo históricamente, por ejemplo ya lo hacía en el siglo XVII Fra Miquel Agustí (1988) en su *Llibre dels Secrets de Agricultura*, donde explica que era difícil encontrar buenos pastores cerca de la área urbana de Perpinyà.

De alguna manera, los rebaños trashumantes, con su movilidad y sus cambios de estrategias, pudieron adaptarse, con rapidez, a las nuevas circunstancias, como por ejemplo los regadíos y los cultivos intensivos; pero este hecho no invalida las observaciones que, sobre el fenómeno trashumante, hacían los estudiosos de los años 1940, la rápida desaparición de la trashumancia que constataban se estaba produciendo, era real, aunque esta crisis quizás estaba un poco distorsionada por la situación de la posguerra. Observando de cerca la trashumancia de la segunda mitad del siglo XX se puede ver porqué fallaron los pronósticos: la respuesta no la encontramos en los problemas del ganado en sus desplazamientos por una Cataluña ciudadana e industrial, o en los cambios que experimentaban los pastos de invierno, sino en las estrategias de los pastores y ganaderos pirenaicos y las necesidades de sus familias. Precisamente la emigración y la rápida despoblación del Pirineo, que parecían ser una las principales amenazas a la trashumancia fueron, al cabo de unos años, el origen de las nuevas explotaciones trashumantes, las que han practicado esta actividad hasta nuestros días. La trashumancia ha continuado existiendo, como una actividad cambiante y moderna, supo adaptarse en pocos años a las nuevas circunstancias del llano y de la montaña y ha continuado jugando un papel en el Pirineo, en crisis y casi despoblado, de la segunda mitad del siglo XX. Una nueva generación de ganaderos y pastores pudieron dar respuesta a las nuevas circunstancias económicas, sociales, demográficas y

ambientales, transformando profundamente las relaciones de producción y la tipología predominante de las explotaciones trashumantes y poniendo en juego nuevas estrategias residenciales, que han ido desde canalizar una buena parte de la emigración pirenaica hasta transformarse, a veces, en explotaciones familiares que incluso podríamos calificar como nómadas. Este estudio de la trashumancia contemporánea se ha realizado, especialmente, a través del trabajo de campo, con muchas horas compartidas con ganaderos y pastores de más de cincuenta explotaciones trashumantes entre el llano de Lleida y el Pirineo, que además han sido entrevistados.

La crisis de la trashumancia entre el siglo XIX y el XX

La trashumancia que desaparecía en los años 1930 y 1940 se fundamentaba especialmente en grandes explotaciones con muchos años de tradición trashumante, grandes casas, casas fuertes pirenaicas, que controlaban grandes extensiones de territorio agrícola, de pastos e importantes rebaños. Las casas más modestas, que eran mayoría, tenían poco ganado o incluso carecían de él, por tanto no necesitaban para nada la trashumancia, su ganado lo podían mantener cerca de su pueblo sin los inconvenientes que representa los traslados estacionales de los rebaños, como son la división de la explotación, los elevados costes de los viajes y de la manutención lejos de casa. Desde muchos siglos atrás, como mínimo desde finales del siglo XV, la trashumancia ha sido, sobre todo, un negocio de grandes casas, casas señoriales o ennoblecidas, que estructuraron la sociedad pirenaica. La fuerza de trabajo de estas casas era principalmente la mano de obra asalariada, algunas casas tenían hasta 30 personas a su servicio, entre peones, criadas y pastores en general. Evidentemente, son estas casas las que no podrán aguantar el incremento de los costes de la mano de obra, las que ya no podrán cultivar todas sus tierras y en muchos casos acabaran emigrando o cambiando de actividad entre finales del siglo XIX y principios del XX. Cuando Ramon Violant (2001), en los años 1930, constata que van desapareciendo los grandes rebaños trashumantes, nos dice que algunas casas legendarias dentro de esta actividad ya no las ha conocido, que ha visto cerrar tal o tal casa, o que otra tiene mucho menos ganado que unos años antes. La trashumancia, a pesar de que en estos años ya tenía algunos nuevos protagonistas, originarios de casas medianas o más modestas, todavía se identificaba con un tipo muy especial de casas, las fuertes, así había sido durante centenares de años; unas explotaciones con unas características muy concretas: mano de obra asalariada abundante, control de un amplio territorio agrícola y pastoral, una fuerte capacidad financiera, con inversiones en otras actividades comerciales i/o industriales (como comercio, producción de hierro, minería, agricultura, profesiones liberales, etc.) y un fuerte control social y político de sus áreas de influencia. Parecía que el futuro de la trashumancia estaba profundamente ligado al futuro de estas casas, como así había sido durante siglos, y que sin ellas la trashumancia no podía existir.

De la trashumancia a la emigración

La emigración, ya notable en los años 1920 y 1930, comportó la desaparición de la mano de obra, abundante y barata, y en consecuencia el abandono de muchos espacios agrícolas difícilmente mecanizables, y por lo tanto la transformación del medio. Las grandes casas cerraban puertas y muchas casas medianas que también en estos años 1940 practicaban la trashumancia se iban instalando definitivamente en el llano. Muchas veces la emigración seguía la lógica de las cañadas y los movimientos trashumantes, estableciéndose las familias pirenaicas en las zonas de invernada, muchas veces en el mismo pueblo del llano que año tras año visitaba el rebaño; pueblos donde hoy una buena parte de los rebaños y de las carnicerías son de antiguos pastores trashumantes montañeses. La trashumancia fue una forma encubierta de emigración, de hecho siempre lo ha sido en alguna medida, siempre se han ido instalando en el llano pastores y segundones de la montaña y, incluso, familias enteras habían cambiado su lugar de residencia siguiendo la lógica de la trashumancia; como por ejemplo los Portolà de Arties (Val d'Aran) que ya en el siglo XVII se instalaron progresivamente y definitivamente en sus dominios del Montsec y la Noguera, donde invernaban sus rebaños trashumantes (Boneu, 1970: 21).

Evidentemente, este proceso de crisis agrícola y abandono del Pirineo también afectó a la ganadería trashumante, por ejemplo a través de las explotaciones que se convirtieron en estantes en el

llano; fenómeno que, seguramente, observaban los geógrafos en los años 1940. Pero posteriormente, con el paso de unos años, se produjo una relativa recuperación de la trashumancia. En definitiva, a consecuencia de este proceso de abandono del Pirineo quedaron muchos más espacios libres, montañas con poca carga ganadera, campos de labor buenos y próximos a los pueblos abandonados y, incluso, casas y bordas a disposición de la actividad ganadera extensiva¹, que era la actividad más aconsejable a causa de creciente falta de mano de obra (por la emigración) y las grandes extensiones de territorio disponible. Este nuevo espacio quedará en muchos casos en manos de casas modestas cuyos integrantes se quedaron en el Pirineo cuando casi todo el mundo se iba, casas que, mayoritariamente, no tenían tradición ganadera y, en muchos casos, no tenían ni ganado o tenían muy poco; o en algunos casos se trataba de antiguos pastores asalariados de las grandes casas trashumantes pirenaicas que cesaban su actividad o emigraban. Un ejemplo de este proceso nos lo ofrece un pastor trashumante de la Alta Ribagorça: su padre, hacia 1955, compró las 5 primeras ovejas, a 5 duros cada una, y en 1962 después de comprar más ovejas y ampliar el rebaño empezaron la trashumancia con unas 180 cabezas; este proceso tiene un inicio claro, la crisis de la casa más grande del pueblo y su desaparición definitiva en 1960: “entonces, gracias a la desaparición de aquella casa las otras cuatro o cinco que estábamos, que éramos de menos, pues nos arreglamos. Uno compró este campo, el otro compró el otro, el otro compró otro...” (PMG, Alta Ribagorça, 11.IV.1997).²

Estos individuos y casas acabaron especializándose en ganadería extensiva ovina, más frecuentemente allí donde no se introdujo la producción lechera, en los lugares más despoblados, especialmente de l'Alta Ribagorça (de Lleida y Huesca) y algunas zonas del Pallars Jussà. Estas casas, a menudo, tampoco se quedaron en su localidad de origen, sino que al quedar algún pueblo o una gran propiedad prácticamente abandonada cambiaban su localización para así tener acceso a mejores pastos, mejores viviendas o mejores comunicaciones al disponer o estar más cerca de una carretera moderna.

De la emigración a la trashumancia y al nomadismo

Las nuevas explotaciones ganaderas estantes, surgidas de casas modestas en los años 1950 y 1960, son el origen de la mayoría de las explotaciones que han realizado trashumancia hasta nuestros días, unas 130 en el Pirineo occidental catalán. Eran explotaciones más jóvenes y por tanto con mayores perspectivas de continuidad dentro de la actividad. Estas explotaciones modificaron en profundidad las relaciones de producción: convirtiéndose en secundario el trabajo asalariado y organizándose alrededor del trabajo familiar, hecho que ha favorecido la transmisión, así hasta se convirtió en importante que los jefes o cabezas de las explotaciones se casaran y tuvieran hijos, ya que siempre podían ayudar y participar en la empresa. Un informante, ganadero trashumante aún hoy, resume perfectamente este importante proceso de cambio de los años 1950 y las nuevas características de las explotaciones: “Porqué cuando hacían la feria de la Pobleta (de Bellveí) si a uno le faltaba un pastor o un mozo aquél era el día para contratarlo; y aquel año, pues estas casas ya no encontraron mozos, ya empezaron a escasear, que la gente ya empezó a emigrar. Y un viejo que era muy espabilado dijo: ahora estas casas se irán todas a pique. Y aún vivía mi abuelo y dijo: no será tanto, estas casas tan buenas... Y el dijo: sí, pero al no encontrar mozos y sin familia para trabajar la tierra, las casas buenas se convertirán en malas, y ¿sabéis que casa se convertirá en la más fuerte de la montaña? Y no se equivocó, el Frare de Aguiró, que tiene no sé cuantos hijos, y ya corrían por allí atrapando ovejas. Y ahora el Frare de Aguiró es la casa más potente de todo aquel Pirineo y las otras casas (las ricas de antes) pues uno se lo ha vendido todo, el otro se ha ido a Barcelona, y queda el nombre de la casa pero ya no trabajan nada” (AMT, Pallars Jussà, 8.VIII.1997).³

¹ Este proceso de especialización ganadera extensiva es más antiguo, ya en 1927 Fritz Krüger observó, en el Pirineo aragonés, como algunas casas abandonadas, por gente que habían emigrado a Francia, eran reconvertidas a corrales y cuadras para el ganado (Krüger, 1995: 157).

² Texto original en catalán: “allavons pues gràcies a perdre-s'hi aquella les altres quatre o cinc que hi havíom, que erom de menos, pues mos vam arreglar. La un va comprar aquest tros, l'altre va comprar l'altre, l'altre va comprar aquell altre”.

³ Texto original en catalán: “Perquè quan feien la fira de la Pobleta si a un li faltava un pastor o un mossos ere el dia de llogar-lo; i aquell any, pues aquestes cases ja no van trobar mossos, ja va empessar a escassear, que la gent ja van empessar a emigrar, i aquest vell [el vell de casa Sastre d'Espui] que ere molt espavilat diu: ara aquestes cases se n'aniran totes a pique. I encara visquive el meu padrí i diu: *mai tant! aquestes cases tant bones. I ell diu: sí, però al no trobar mossos i no hi ha família pa treballar la terra, les cases bones se faran dolentes, i sabeu quina serà la casa que es farà més forta de la muntanya?* I no es va equivocar, lo Frare de Guiró, que ti no sé quanta canalla, i ja

Además en caso de poder disponer del trabajo de pastores profesionales, solteros y arquetípicos, se complementará con el trabajo directo del propietario y su familia. Los jefes de estas explotaciones son en aquellos años personas muy jóvenes, aún solteras y con sus padres que los ayudaban, o matrimonios ya con hijos. Muchas de estas explotaciones que aún estaban localizadas en el Pirineo, a finales de los años 1960 y inicios de los 1970 acabaron optando, más pronto o más tarde, de nuevo por la trashumancia hacia la tierra llana. Esta opción, muchas veces, obedecerá más a cuestiones personales, familiares y sociológicas que a las necesidades del ganado, aunque los rebaños habían ido aumentando en número y quizás ya eran más difíciles de mantener durante el invierno en el Pirineo y Prepirineo. Se trata, sobre todo, de una manifestación de nuevas estrategias residenciales, ahora de grupos domésticos enteros y ya no de pastores asalariados especializados. La trashumancia, enmascara una nueva emigración, que en muchos casos acabó siendo prácticamente nomadismo, ya que con la aparición de las nuevas explotaciones no se desplazaban sólo los pastores (unos obreros especializados) siguiendo el ritmo anual de las ovejas, entre la montaña y el llano, ahora siguiendo los desplazamientos se mueve todo un grupo doméstico, una familia. Muchas familias tenían diversos lugares de residencia a lo largo del año, en invierno en el llano y en verano con el retorno a su lugar de origen; de hecho los primeros años cambiaban a menudo el destino invernal hasta que encontraban alguna población que reunía buenas condiciones para el rebaño, corrales y pastos de alquiler, y sobre todo para la familia del ganadero (sobre todo casa y escuela). En algunos casos, si el lugar donde establecían su residencia de invierno estaba demasiado lejos de su localidad de origen también buscaran montañas alternativas para su ganado, más próximas y especialmente primando la mayor comodidad para todo el grupo doméstico.

Estos cambios residenciales, con el reinicio o reinención de la trashumancia, quizás favorecidos por los bajos precios de los pastos de invierno en el llano, a menudo se van produciendo a medida que las explotaciones y sus grupos domésticos se van quedando más solos, demasiado, en sus poblaciones de origen. Cada vez con menos vecinos, pero también a cada paso con menos servicios; por ejemplo con escasos servicios sanitarios para los mayores, padres de los jefes de las explotaciones, y también cada vez con menos escuelas (que el Estado cierra hacia finales de los años 1960 e inicios de los años 1970) para los hijos y hermanos menores de estos nuevos ganaderos.⁴ Esta trashumancia, que en muchos casos empieza con el inicio de la escolarización de los hijos, hace compatible la escolarización en el llano con el retorno al Pirineo en verano de todo el grupo doméstico, al ser relativamente similares el calendario escolar y el trashumante. Además, en muchos casos los rebaños ya no subían todo el verano a los pastos más altos si no que podían pasar gran parte del verano por los alrededores de muchos pueblos del Pirineo que habían visto como se abandonaban los campos de labor, así el grupo doméstico tampoco se dividía en verano. El desplazamiento de la familia se producía en coche, más o menos en las mismas fechas en que el rebaño se desplazaba a pie por las *carrerades*. Esta emigración trashumante o casi nomadismo ofrecía otras ventajas, por ejemplo, también permitía acceder a un mercado matrimonial más amplio; ya hemos comentado que las explotaciones eran en estos momentos, sobre todo, empresas familiares, que se acababan los pastores solteros y arquetípicos, y por lo tanto era interesante que estas explotaciones o familias fueran amplias, con varias personas que pudieran ayudar o trabajar en momentos puntuales (como la cría) y por lo tanto era importante que las explotaciones tuviesen perspectivas de continuidad.

corriven per allí, xavalots i ja acassaen les ovelles. I ara lo Frare de Guiró és la casa més potenta de tot aquell Pirineu i aquestes altres, pues l'un s'ho ha venut, l'altre se'n ha anat a Barcelona i hi ha el nom però ja no treballen rés" (AMT, Pallars Jussà, 8.VIII.1997).

⁴ Este fenómeno de cambio residencial entre pastores trashumantes o casi nómadas, para estar más cerca de las escuelas, también se puede observar entre algunos *vaqueiros* de Asturias. En este caso algunas explotaciones han fijado la residencia de invierno en una *braña*, Las Tabiernas, antes solo ocupada en verano, ya que está a muy cerca de la villa de Tineo donde pueden escolarizar más fácilmente a sus hijos que en sus aldeas de origen, del municipio de Belmonte.

CONCLUSIONES

La trashumancia en la década de los años 1990 e inicios de siglo XXI, en el Pirineo catalán occidental (de las provincias de Lleida y Huesca) la han practicado unas 130 explotaciones, en su gran mayoría familiares y herederas de las nuevas explotaciones ovinas surgidas en los años 1950 y 1960 en el Pirineo, y que se incorporaron a la trashumancia unos años más tarde. Las prácticas que hemos cualificado de nómadas fueron bastante representativas durante unos años, mientras eran útiles para dar respuesta a unas necesidades muy concretas, sobre todo mientras en las casas había niños pequeños y en edad escolar. Posteriormente, con los hijos ya mayores, estas explotaciones han continuado siendo trashumantes pero las familias, generalmente, han tendido a sedentarizarse en el llano y cada vez se han desplazado menos siguiendo al jefe de la explotación y al rebaño. De todas formas aún hay alguna explotación más joven, con hijos pequeños, que todavía responden a este modelo. También, en los últimos años, han vuelto a practicar la trashumancia algunas explotaciones, pocas, que se habían fijado en el llano, a causa de las políticas de subvenciones europeas, que de alguna manera favorecen la trashumancia a través del incremento del tamaño de los rebaños y por las mayores subvenciones a las explotaciones que estaban varios meses en zonas desfavorecidas; o las más veces fuerzan a practicar la trashumancia a causa de la falta de pastos de regadío en el llano por la presión especulativa del cultivo de alfalfa y en las zonas de secano intermedias, por las subvenciones a los cereales que han hecho desaparecer los barbechos y los campos abandonados. En un caso, por estas motivaciones, incluso se ha producido el retorno al Pallars Sobirà (Pirineo), para establecerse allí, de una explotación que había permanecido estante en el llano durante muchas décadas.

A pesar de que hemos analizado el proceso a través del cual se rompieron los pronósticos, de los años 1940, sobre la rápida desaparición de la trashumancia, hoy muchas de las nuevas explotaciones surgidas del despoblamiento y que supieron dar respuesta a nuevas necesidades familiares y circunstancias ambientales, están llegando al final de un ciclo. En muchos casos no ha sido posible la transmisión de la explotación a las nuevas generaciones y, al mismo tiempo, en los últimos años se han puesto, por parte de la administración, muchos impedimentos para la realización de la trashumancia. Actualmente, además, se está observando una sensible disminución del número de cabezas de ganado ovino y de explotaciones estantes, se pierde así la principal o casi la única base a partir de la cual en un futuro podrían surgir todavía explotaciones trashumantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUSTÍ, F. M., 1988.: *Llibre dels secrets d'agricultura, casa rústica i pastoril*. Editorial Alta Fulla. Barcelona.
- BONEU, F., 1970: *D. Gaspar de Portolá, Conquistador y primer Gobernador de California*. Lleida, IEI.
- KRÜGER, F., 1995.: *Los altos Pirineos. Volumen I. Comarcas, casa y hacienda*. Garsineu edicions. Tremp.
- PALLARUELO, S., 1988: *Pastores del Pirineo*. Ministerio de Cultura. Madrid.
- ROIGÉ, X., 1995. *Pirineo catalán*. Col. Cuadernos de la trashumancia, 13. ICONA Madrid
- VILÀ VALENTÍ, J., 1950: Una encuesta sobre la trashumancia en Cataluña, *Pirineos*, año VI, núms. 17-18. Zaragoza.
- VILARRASA, S., 1935: *La vida dels pastors*. Maideu. Ripoll.
- VIOLANT I SIMORRA, R., 2001. *La vida pastoral al Pallars*. Garsineu edicions. Tremp.

FROM THE TRANSUMANCE TO THE NOMADISM. THE EVOLUTION OF THE TRASUMANT LIVESTOCK IN THE WEST CATALAN PYRENEE DURING THE XX CENTURY

SUMMARY

In contrast to the most widespread idea, the seasonal migration is a changing activity able to adapt to all circumstances, wars and social conflicts or economical and agricultural changes. In this way, the dates to do the seasonal migration, the pastures use, the itineraries and the distances covered, the herd working and organization were changing during the years. If we analyse the contemporary seasonal migrations, we can understand the general evolution in the Pirineo during the 20th century, because we can observe the different social, economical, cultural and ecological contemporary Pirineo's sides

Key words: sheep, home group, history.

DIVERSIDAD DEL PAISAJE Y RAZAS AUTÓCTONAS EN CATALUNYA

J. PLAIXATS Y J. BARTOLOMÉ

Departamento de Ciència Animal i dels Aliments. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona.
08193 Bellaterra

RESUMEN

El interés por la conservación de las razas autóctonas adquiere cada día más importancia por su valor como patrimonio genético, histórico, socioeconómico y ecológico. Debido a la introducción de animales foráneos con fines productivos a principios del siglo XX muchas razas desaparecieron o se encuentran en peligro de extinción. En esta ponencia se hace una síntesis de la información existente sobre las razas de bovino, equino, ovino y caprino autóctonas catalanas, que existen o están en peligro de extinción. Dado el importante papel que ejercen estos animales en la transformación y conservación del paisaje, las razas animales se tratan en un contexto amplio dentro de los diversos ambientes existentes en Cataluña.

Palabras clave: territorio, vegetación, herbívoros domésticos.

INTRODUCCIÓN

El concepto básico de paisaje ha evolucionado mucho a lo largo de la historia, especialmente durante las últimas décadas. En un principio estaba muy relacionado con expresiones artísticas y culturales y no es hasta el siglo XIX cuando pasa a considerar los espacios naturales y su estudio integral. En la actualidad existen diversas acepciones del término paisaje. Entre ellas cabe destacar la concepción perceptiva, la estructural y la funcional (Rodá, 1999). La concepción perceptiva considera el paisaje como la imagen estática de un sitio y de un momento determinado (Gonzalez, 1981; Santos, 1996). Desde el punto de vista estructural el paisaje aparece como un mosaico construido a partir de distintos elementos (Santos, 1996). Estos elementos son de diferente naturaleza, forma y medida. Funcionalmente es un sistema de los elementos estructurales que interactúan entre sí, estando relacionados por flujos de materia, energía y organismos. Rodá 1999, indica que estos procesos funcionales están condicionados por las pautas estructurales y viceversa y estas pautas son el resultado de los procesos funcionales que los generaron en el pasado y que quizá las mantienen en la actualidad.

Así el paisaje cambia estructuralmente y funcionalmente a través del tiempo y su dinámica es al mismo tiempo fruto de la sociedad que lo habita. Las diferentes sociedades generan dinámicas particulares resultantes del conjunto de variables económicas, culturales y políticas de cada momento histórico. El paisaje es el resultado heterogéneo de los diferentes cambios que se han dado a lo largo de la historia (Santos, 1996).

El hombre desde que descubrió la posibilidad de cultivar los vegetales y de integrar los animales en su sistema de producción hace unos 10 000 años ha ido modificando progresivamente el paisaje. Los herbívoros han contribuido a acentuar la capacidad de regeneración de las plantas a lo largo del tiempo (Plaixats y Bartolomé, 2001) modelando a través de su acción sobre la vegetación, el paisaje de cada área geográfica que hoy somos capaces de percibir a través de los sentidos.

Los animales a su vez se han adaptado a la respuesta de la hierba al pastoreo estableciendo una íntima relación entre cada especie animal y su entorno. Ello junto con la intervención del hombre ha dado lugar a un conjunto de animales domésticos más o menos homogéneos sobre la base de las semejanzas morfológicas y funcionales que denominamos raza. Estas semejanzas son los caracteres étnicos que a su vez se basan en criterios geográficos, productivos, etológicos, pigmentarios etc. Una raza doméstica es un grupo de animales que han sido seleccionados por el hombre y que poseen una apariencia uniforme, que es heredable y que permite distinguirlos de otros grupos de la misma especie (Clutton-Brock, 1981).

Estos animales ligados a un contexto geográfico constituyen las razas autóctonas, y son los que han permitido desarrollar sistemas ganaderos adaptados al clima y geografía de una comarca o región. Se trata de los sistemas extensivos tradicionales caracterizados por combinar, el aprovechamiento de recursos naturales, cultivos, ganado y manejo particular de forma totalmente integrada en el medio natural. Además en estos sistemas se producen unas condiciones que constituyen el hábitat de muchas especies de la flora y fauna silvestres.

El proceso de intensificación de la producción agrícola y ganadera producido en Europa en el siglo XX, ha dado lugar a cambios rápidos y profundos de los elementos que estructuran el paisaje disminuyendo la diversidad y favoreciendo además el abandono del territorio. Las razas animales autóctonas han sido progresivamente hibridadas o sustituidas por otras de nivel de producción más elevado. Así, las razas animales autóctonas, resultado de un proceso de domesticación y selección de miles de años, realizado por el hombre para conseguir alimentos y materias primas, fuerza de trabajo o animales de compañía, se encuentran hoy en algunos casos en peligro de extinción o han desaparecido.

La ganadería catalana del siglo XIX se caracterizaba por los grupos raciales de especies domésticas con características propias. Desde el año 1891 al 1917 se produjo una intensa introducción de reproductores foráneos con el objetivo de aumentar la producción de carne y leche. La falta de política ganadera y medidas de protección a finales del siglo favoreció la desaparición de un gran número de razas autóctonas. Todo ello dificulta la obtención de información tanto de las características raciales como de las áreas de distribución.

Es debido precisamente a esta situación que existe cada vez mayor interés económico y social por la conservación de las razas autóctonas en la mayoría de los países más desarrollados del mundo. Por otra parte existe una gran preocupación y sensibilidad sobre la reserva genética que representan para la conservación de la biodiversidad.

El interés por la conservación de las razas autóctonas empieza a principios del siglo XX cuando se crean diversas asociaciones en Europa para la supervivencia de razas locales. Posteriormente diversas organizaciones oficiales se hacen responsables introduciendo cambios en la legislación de distintos países. La FAO publicó el Catálogo sobre razas bovinas europeas (1966) y del mediterráneo (1967). En 1980 se celebró en Roma la Reunión Internacional sobre Conservación y Manejo de Recursos Genéticos Animales. En el mismo año aparece el Informe del Comité Europeo para la Conservación de los Recursos Genéticos y en 1987 el de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas introduciendo el concepto de Desarrollo Sostenible. Más recientemente cabe señalar la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1992) y la creación de la base de datos de la FAO que incluye 5300 razas de 35 especies distribuidas en 180 países.

En España el impulso para la defensa de las razas autóctonas es más reciente que en el resto de Europa (García Dory *et al.*, 1990). Sin embargo cabe señalar que se han constituido diversas asociaciones de criadores y que se ha actualizado el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España (1979, 1997). En este catálogo las razas autóctonas se dividen en dos subgrupos: de fomento o en expansión y de protección especial o peligro de extinción.

A lo largo de esta ponencia se presentarán las razas autóctonas de especies de rumiantes que tradicionalmente han estado integradas o lo siguen estando en los distintos sistemas de producción de Cataluña.

Pastos de alta montaña

Los pastos de alta montaña se encuentran mayoritariamente en el piso alpino de los Pirineos en general por encima de los 2000 m de altitud. Forman parte de la región boreoalpina y el paisaje es el menos transformado de todo el país: la intensidad de las transformaciones ha sido inversamente proporcional a su accesibilidad (Boada, 1999). En este ambiente se distinguen los pastos de *Nardus stricta* L. y de *Festuca eskia* Ramond ex DC. in Lam et DC. típicos de suelos ácidos. Estas especies son poco consumidas por los animales siendo las demás especies herbáceas de la comunidad las más importantes desde el punto de vista nutritivo. Tradicionalmente han sido aprovechadas de forma estacional durante el verano por ganado ovino y bovino. Según algunos autores (Vigo, 1976), los prados de *N. stricta* se han visto favorecidos por condiciones de sobrepastoreo mientras que los de *F. eskia* lo han sido por la disminución de la actividad ganadera.

En los pastos de suelos calcáreos en sitios secos y rocosos destacan los prados de *Festuca gautieri* (Hackel) C. Richt. en forma de media luna comunidad diversa y a menudo muy rica en leguminosas.

En el piso subalpino (1500 a 2000 msnm) existe una mayor diversidad de pastos dado que aparecen matorrales y coníferas cuyo estrato herbáceo compuesto por un número elevado de gramíneas es habitualmente pastado por ganado bovino y equino.

Bovino

En los pastos de alta montaña encontramos dos razas de ganado bovino autóctonas: Pallaresa y Bruna dels Pirineus. Su especie de origen es *Bos Taurus Turdetanus*.

La vaca *Pallaresa* se distribuye por la región del Pallars Sobirà. Existen indicios para creer que se trata de la antigua vaca que poblaba las comarcas pirenaicas (Jordana, Com. Pers). Es de tamaño medio con perfil recto y único color blanco. Es una raza bien adaptada al terreno accidentado de montaña por sus cualidades de rusticidad. Tiene buen rendimiento cárnico aunque antiguamente era de triple aptitud trabajo-carne-leche. En la actualidad la población se mantiene estable alrededor de 15 animales adultos entre machos y hembras que se encuentran en una única explotación que se ha conservado gracias a la sucesión familiar. Su sistema de producción se basa en desplazar a los animales a los puertos en primavera permaneciendo hasta mediados de otoño si las condiciones climáticas son suaves. No está incluida en el catálogo español dado que en estos momentos todavía se encuentra en fase de estudio.

La raza Bruna dels Pirineus se distribuye por las comarcas de Pallars Jussà, Pallars Sobirà, Alta Ribagorça, Alt Urgell, Cerdanya, Berguedà-Lluçanès y Ripollès. El origen de la raza se encuentra en el cruzamiento de la antigua vaca pirenaica (Pallaresa), con la raza Parda Alpina tal y como se deduce de textos y grabados antiguos (Parés y Vilaró, 1994). Estos animales autóctonos recibieron la influencia repetida de la Parda Alpina procedente de Suiza desde finales del siglo XIX a través de la Vall de Arán (1880). Inicialmente era también una vaca de triple aptitud después de aptitud mixta carne-leche y actualmente de producción de carne. Es de color marrón con gradaciones cromáticas en los ojos, morro, axila y bajo vientre de tamaño medio y con perfil recto.

La Bruna dels Pirineus es una raza bien adaptada al medio. Cabe señalar que el 80 % de las vacas de aptitud cárnica en Cataluña son de esta raza. En la actualidad hay 30 000 ejemplares de más de dos años (Piedrafita, 2002). Su rusticidad le da capacidad para subir a los puertos de montaña en primavera casi siempre acompañada de la cría permaneciendo hasta principios de otoño. Muchas pasan el invierno junto a los prados de ribera sin estar estabuladas. Tienen buena prolificidad, aptitud maternal y carácter dócil y tranquilo que facilita su manejo.

Está catalogada como raza de protección especial siendo el Pirineo catalán el núcleo de conservación y mantenimiento de la raza, la cual muestra una buena uniformidad genética (Jordana y Piedrafita, 1996).

Ovino

La Xisqueta o Pallaresa ocupa las comarcas del Pallars y Alta Ribagorça en el Pirineo y Prepirineo de Lérida. Desde hace siglos ha permanecido en la montaña o aislada en los valles realizando trashumancia invernal y no estando prácticamente nunca estabulada (Sanchez Belda y Sanchez Trujillano, 1986). Su origen se encuentra en el tronco ibérico es de apariencia robusta y color blanco con manchas negras en las puntas de las orejas y contorno de ojos. Se trata de animales muy bien adaptados al medio capaces de aprovechar los herbazales renovando la capacidad de regeneración de la vegetación. Por su gran rusticidad llegan a desplazarse des de 2000 a 2900 msnm. En la actualidad existen aproximadamente 45 000 efectivos (Avellanet y Jordana, 2001). Su objetivo productivo es la carne de buena calidad. Está catalogada como raza de protección especial.

En la Vall de Aran se encuentra la raza Aranesa desde donde se ha distribuido hacia el nordeste de Lérida y otras zonas de España. Sanchez Belda y Sanchez Trujillano (1986) indican que es la representación española de su ascendente la raza Tarasconesa francesa y de plural origen étnico. Es grande, de color blanco con algunas manchas marrón o negra en la cabeza y las patas. Tanto los carneros como las ovejas presentan cuernos desarrollados. Se caracteriza por su gran rusticidad resistencia y adaptabilidad a su medio. El efectivo en 1991 era de 2000 ovejas adultas (EAAP) y en la actualidad es de 2700 (Piedrafita, Com. Pers.). Es de doble aptitud carne-lana. Su sistema de producción se basa en permanecer en los puertos entre verano y otoño. En invierno suele permanecer estabulada.

Está catalogada como raza de protección especial.

Caprino

A pesar del gran retroceso experimentado por el ganado caprino debido al abandono del territorio rural, en Cataluña se pueden distinguir algunas poblaciones con características étnicas bien definidas como las de cabra Pirenaica. Se distribuye por los Pirineos Cordillera Cantábrica y los Sistemas Ibérico y Central. Tradicionalmente esta cabra se producía para aprovechamiento familiar para obtención de carne y leche y productos derivados. Poco a poco fue sustituida por la cabra *Murciana* a la vez que iba siendo hibridada con el objetivo de obtener mayor producción de leche. A pesar de su alto grado de mezcla todavía se la puede reconocer por su pelo largo en distintas partes de su cuerpo y por la degradación del color en tonos pardo-oscuros. Otra característica es la presencia de perilla en machos y hembras. Esta catalogada como raza de protección especial. No se considera raza autóctona de Cataluña.

Montaña mediana

Montaña mediana húmeda

La Cataluña húmeda integrada por la montaña mediana del Pirineo y Prepirineo y algunas sierras prelitorales (Bertí, Montseny, Guillerries, Cabrera, Puigsacalm) se caracteriza por paisajes arbolados de hayas y robles. La actividad humana en este ambiente ha dado lugar a un paisaje en mosaico formado por masas forestales discontinuas intercaladas por villas, planicies y valles (Boada, 1999).

Los pastos de suelos profundos y húmedos (*Mesobromion*) se desarrollan hasta altitudes superiores a los 1500 msnm son de gran calidad nutritiva y tradicionalmente han sido pastados por vacas y ovejas. Los pastos más secos (*Xerobromion*) son susceptibles de ser invadidos por especies arbustivas cuando disminuye la presión de pastoreo.

Uno de los pastos más representativos de este ambiente eurosiberiano lo constituyen los prados de corte de *Arrhenatherum elatius* (L.) Beauv.ex J. et C. Presi, sembrados y mejorados por el hombre siendo de doble aplicación. Una vez obtenido un corte en verano el rebrote de otoño se utiliza para pastoreo de vacas. El abandono humano y la pérdida de los rebaños han propiciado la desaparición de estos prados centenarios. Sin embargo en las zonas más frecuentadas por los rebaños

se desarrollan prados de vegetación densa con especies resistentes al pisoteo y al consumo animal (*Cynosurus cristatus* L. y *Molinia coerulea* (L.) Moench).

Entre las formaciones arbustivas destacan las landas. Las landas son el resultado de la acción antrópica sobre las formaciones leñosas, talas y quemas sucesivas de la vegetación arbustiva realizada por los pastores para incrementar la superficie de pastoreo. Cabe destacar la landa de *Calluna vulgaris* (L.) Hull que como ya se ha indicado constituye un recurso alimentario durante todo el año especialmente para los rebaños de ovejas.

Bovino

Dentro de este ambiente encontramos el Massís de l'Albera situado en el Pirineo Oriental, forma parte de la sierra que separa las comarcas del Vallespir y l'Alt Empordà, donde habita la vaca de l'Albera. Siempre ha sido un lugar de paso entre los pueblos y culturas de Europa y la Península Ibérica y en consecuencia también un lugar de asentamiento humano.

Según Budó (2000) la presencia de vacas y su manejo local se cita ya en 1148 con un documento de derecho de pastoreo concedido por parte de la casa real a los monjes de Vallbona. En 1868 se cita como raza propia a la vaca de l'Albera. Mascort (1957) describe el posible origen de esta raza y sus singulares características de rusticidad y sobriedad. Está adaptada al medio y forma parte del ecosistema viviendo casi en plena libertad. En sus desplazamientos suele refugiarse en los hayedos y alimentándose de los hayucos. Budó (1994) indica que por esta razón también se la denomina Fagina. La especie de origen es *Bos Taurus brachyceros*. Al intentar describir sus características morfológicas se observa que no hay unanimidad entre autores (Sanchez Belda 1984; Budó, 1987; Garcia Dory y Martinez Orozco, 1999; Jordana *et al.* 1999). Se trata de un animal de pequeña talla y reducido peso, pelo denso y capa de color castaño rojo trigo con degradaciones de color existiendo ejemplares muy oscuros casi negros. Su aptitud es cárnica con una cría cada dos años. Actualmente existen unas 350 vacas adultas de más de cuatro años (Piedrafito, Com. Pers). Su régimen de libertad hace que dos veces al año se reúnan e inmovilicen los animales para separar las crías y hacer el control sanitario. Esto es motivo para la fiesta local denominada *la esquellada*.

Está catalogada como raza de protección especial.

Equino

Uno de los valles más significativos de la montaña catalana es la Cerdanya. En esta comarca existe una gran tradición de la cría del caballo de la Cerdanya ya documentada en el siglo III. Durante la edad media los caballos y mulas de la Cerdanya se vendían a Castilla, Aragón y Valencia siendo una actividad económica muy importante hasta 1960. La especie de origen es *Equus ferus stenorhis o solutrensis*. Esta raza también recibe el nombre de hispano-bretón, producto del cruzamiento entre "Trait-Bretón" y "Postier-Bretón" dando lugar a animales muy fuertes y resistentes al riguroso frío de invierno y clima seco de esta zona para realizar las tareas de campo. Hace unos 20 años se sacrificaron muchos caballos porque su cría ya no era económicamente rentable y fueron sustituidos por vacas de leche. Afortunadamente algunas masías dejaron en la montaña algunas yeguas libres por sentimiento de añoranza de esta actividad ancestral. Hoy es uno de los factores económicos importantes de la ganadería de la comarca siendo sus principales usos la producción de carne y el deporte.

Según la *Associació de Criadors de Cavalls de la Cerdanya* no hay un estándar bien definido pero su estampa es armónica, cabeza larga y cara expresiva. Sus patas son robustas y cortas. La capa puede ser de diversos colores con predominio del castaño con manchas blancas frecuentes. Crin larga y pelaje en la parte posterior de la caña. Es robusto y de carácter dócil y activo. En verano permanece en pastos alpinos y en invierno en los prados permanentes del valle. Está catalogado como raza de protección especial.

Ovino

La raza ovina autóctona por excelencia es la Ripollesa difundida por los Pirineos orientales y actualmente se distribuye desde los Pirineos hasta comarcas de las tierras bajas. La especie de origen es *Ovis aries celtibericus*. Se considera que la Ripollesa procede del cruzamiento entre la antigua raza Pirenaica, y la Merina a través de la trashumancia que ésta realizaba hacia los pastos de montaña y al Roselló. Los rebaños Merinos eran propiedad de los monasterios catalanes asentados en tierras del interior que mandaban los rebaños a pasar el verano junto con los rebaños de Pirenaica. Ello coincide con el hecho que las cañadas reales hacia el Pirineo parten en toda Cataluña de los monasterios (Vila Valentí, 1958).

Este antiguo cruzamiento que se ha fijado perfectamente a través del tiempo fue en épocas pasadas el ganado ovino más importante en toda Cataluña. Su amplia distribución desde tiempos antiguos junto con la gran diversidad de paisaje y características geográficas de Cataluña han dado lugar a poblaciones locales con notables diferencias y distintas denominaciones. Rossell (1924) cita la *oveja berguera* en la Cerdanya, Ripollés y Empordà. Otras denominaciones son Pirenaica, Caralpina, Pardina etc. Probablemente existe un solo ecotipo propio del Pirineo, el Montañés de morfología más imperfecta y formato menor (Sanchez Belda, 1986) y que se supone correspondería con la denominación Montañesa.

La Ripollesa presenta perfil convexo y proporciones longilíneas. Tiene la piel de color blanco con pequeñas pigmentaciones negras distribuidas aleatoriamente en la cabeza y extremidades. Pertenece al Tronco Entrefino de aptitud cárnica. Está catalogada como raza de fomento.

En el ambiente de montaña el sistema tradicional se caracterizaba por la práctica de la trashumancia y trasterminancia. Milán y Caja (1999) indican que actualmente las explotaciones de raza Ripollesa con un tamaño de rebaño entre 500-3000 ovejas con carga ganadera una-cuatro ovejas/ha practican sistemas de pastoreo extensivo y semi-intensivo. Las explotaciones entre 100-1000 ovejas y carga ganadera cinco-10/ha practican sistemas intensivos en zonas de cultivo o mixtos agrícola-ganaderos.

Montaña media mediterránea

La montaña mediana mediterránea comprende parte de las comarcas de l'Urgell, Bages y Osona, así como las del sistema litoral. Se encuentran bajo unas condiciones secas en verano y frías en invierno. La vegetación tiene un predominio de bosques de pino, encina y roble. Son ambientes de paso para los rebaños de ovino y caprino dado que en verano bajo los árboles hay pocas especies apetecibles para el ganado. En otoño las bellotas constituyen una fuente de nutrientes importante así como las hojas de encina y roble. Es frecuente encontrar espacios abiertos céspedes de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. y trébol fresa (*Trifolium fragiferum* L.). En este paisaje encontramos rebaños de ovino y caprino que aprovechan además los rastrojos de las cosechas de cereales.

Tierra baja mediterránea

La vegetación del ambiente termomediterráneo se caracteriza por estar sometida a condiciones acusadas de sequía en la época estival. En invierno existe una relativa disponibilidad de hierba verde que suele ser aprovechada por ganado ovino y caprino. Se encuentran también pastos de *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf in Oliver y otras gramíneas de baja calidad nutritiva. Este tipo de cubierta vegetal representa una penetración de las sabanas africanas en tierras mediterráneas. Montserrat, (1984) indica que se podría optimizar su aprovechamiento con la introducción de asnos pero prácticamente solo queda un rebaño en Cataluña. Los herbazales de las tierras de cultivo de viñedo, olivo, almendro y algarrobo representan un recurso pastable de gran importancia en invierno aunque solo es aprovechado ocasionalmente.

En las zonas más áridas aparecen comunidades herbáceas esteparias y xerófilas de *Aphyllanthes monspelinesis* L. muy apreciada por el ganado ovino. La presencia de maquias y quejigales sobre suelo calcáreo son características de este ambiente. El estrato herbáceo de estas

formaciones suele ser de muy baja calidad nutritiva y tradicionalmente han sido aprovechadas por rebaños de cabras.

En los pastos del litoral cabe destacar la presencia de herbáceas suculentas (*Plantago crassifolia* Forsk.). También son de interés los prados inundables como los de los Aiguamolls de l'Empordà.

Bovino

Precisamente en los Aiguamolls de l'Empordà se está intentando recuperar la raza extinguida de vaca Marinera a partir de la raza Menorquina. Se cree que el origen de la Menorquina es la Marinera que durante la colonización de Menorca fue transportada a la isla. Sin embargo Puigserver (2000) indica que el historiador Mosen Antoni Gili en 1493 hacía la distinción entre vaca Menorquina y vaca Mallorquina cuando se cree que son de origen común.

En 1924 Rossell i Vilá indicaba que probablemente no hay otra raza en el mundo que sea autóctona y que pueble un área tan restringida (litoral del Ampurdán, Gironés y Selva). Era un animal robusto de capa rubia rojiza y cuernos elípticos. Tenía buena aptitud para el trabajo de campo y también se utilizaba para arrastrar las barcas de pesca hasta la playa. Su rendimiento en carne y leche eran bajos lo que contribuyó a su desaparición a mediados del siglo XX.

Caprino

En este ambiente se conoce la existencia de algunos rebaños que pastorean las sierras meridionales de Cataluña (Llaveria, Cardó...) y ocasionalmente algunos pastores hablan de la cabra Rasquera (Pascual, Com. Pers.). Tiene características morfológicas muy cercanas a la cabra Blanca Celtibérica (Levante). Presenta cornamenta ancha, en forma de espiral con puntas divergentes dirigidas hacia arriba. Es de capa blanca y pelo corto con grandes manchas negras distribuidas al azar, principal diferencia respecto a la Blanca Celtibérica. Es de aptitud cárnica. Son animales rústicos y robustos lo que les permite pastorear sobre pendientes pedregosas. En verano suelen desplazarse a las cumbres (menos de 1000 msnm). No existe información más concisa respecto a este grupo de animales.

Por último queda por tratar una raza autóctona muy importante en la historia de Cataluña. Es la raza asinina catalana que ha estado distribuida bien en rebaños o animales únicos por casi toda la geografía catalana y por ello no la consideramos dentro de ningún ambiente en concreto. Esta raza se denomina con el nombre del semental, Guarà català y la FAO la considera junto otras cuatro razas españolas en peligro de extinción. En 1921 Rossell i Vilá indica su presencia en las comarcas Ampurdán, Garrotxa, Cerdanya, Solsonés y Berguedà. Parés y Vilaró (1994) citan que en 1880 un ciudadano americano empezó su exportación de EUA donde tuvo un papel muy importante en la obtención del Mammoth americano. A finales de siglo XIX se exportaban a Argentina, Brasil, Canadá, Alemania, Australia etc.

La especie de origen es *Equus asinus somaliensis*. Son animales grandes de capa negra con zonas decoloradas en el hocico, ojos panza y cara interna de las extremidades. Son rústicos, longevos y de elevado vigor sexual. El Guarà català que ha sido insustituible como animal de carga y transporte de productos y mercancías estuvo a punto de desaparecer después de la guerra civil española. Afortunadamente en 1975 el ganadero J. Gassó se percató del abandono de pueblos de montaña y de la desaparición de esta raza animal. La voluntad y de este ganadero del Berguedà le hizo agrupar 30 ejemplares procedentes de toda la geografía catalana manteniendo hasta hoy un núcleo importante de patrimonio genético y cría de la raza. Recientemente se están llevando a cabo estudios para contribuir a la conservación de esta raza (Jordana *et al*, 1996, 2002). Se crían en plena naturaleza y podrían ser muy importantes en su papel de desbroce del bosque en la prevención de incendios.

Finalmente indicar el gran valor que supone conservar y recuperar nuestras razas autóctonas porque forman parte, y lo hemos podido apreciar a lo largo de esta ponencia, de la construcción de un país constituyendo su patrimonio genético histórico, cultural y ecológico. El abandono progresivo de

las actividades tradicionales conlleva una homogeneización del paisaje. Por ello es necesario garantizar la continuidad de las explotaciones agrícolas, ganaderas y forestales para mantener una cierta diversidad en el paisaje. Las razas autóctonas pueden ser un elemento muy importante.

AGRADECIMIENTOS

A Jesus Piedrafita y Jordi Jordana de la Unidad de Genètica y a Anna Venancio del Servicio de Bibliotecas de la Facultat de Veterinaria de la UAB por su inestimable colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVELLANET, R.; JORDANA, J., 2001. La raza ovina xisqueta: aproximación a los sistemas de reproductivo. *IX Jornadas sobre Producción Animal. ITEA*, **22**, 421-423.
- BOADA, M., 1999. Introducció. Ecologia del paisatge. En: *Parcs Naturals. Més enllà dels límits*, 10-25 Ed. Generalitat de Catalunya. Barcelona. (España).
- BUDO, J., 1987. *La vaca fagina o vaca de l'Albera*. El Tap de Suro, **7-8**, 9-10.
- BUDO, J., 2000. Un cop d'ull a l'Albera. Edicions l'Esquerda de la Bastida.
- CLUTTON BROCK, J., 1981. *Domesticated Animals*. Brithis Museum. Londres. (Reino Unido).
- FUENTES GARCÍA, F.C., SANCHEZ SANCHEZ, J.M. GONZALO ABASCAL C., 2000. *Manual de Etimología Animal: Razas de Rumiantes*. Ed. Diego Marín, pp.494. Murcia (España).
- GARCÍA DORY, M.A.; MARTÍNEZ VICENTE, S.; OROZCO F., 1990. *Guía de campo de las razas autóctonas de España*. Alianza Editorial, 224 pp. Madrid. (España).
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F., 1981. *Ecología y Paisaje*. Blume. Madrid. (España)
- JORDANA, J., 1995. La raza ovina xisqueta: objetivos de selección y control de producciones. *Avances en Alimentación y Mejora Animal* **35 (3)**, 7-12.
- JORDANA J.; PIEDRAFITA J., 1996. The "Bruna dels Pirineus" (Pyrenean Brown Breed): a genetic study of a rare cattle breed in Catalonia (Spain). *Biochemical Systematics and Ecology*, **24(6)**, 485-498.
- MAPA, 1997. Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España (1979, 1997). Real Decreto 1682/1997, BOE nº 279 de 21 de Noviembre de 1997.
- MASCORT, I., 1957. La raza vacuna de las Alberes. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- MILAN, M.ªJ.; CAJA G., 1999. Caracterización estructural de las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña. *ITEA* **95A (2)**, 91-107.
- MONTSERRAT, P., 1984. Els ecosistemes pastorals. En: *Els pasturatges*. Quaderns d'Ecologia Aplicada, **7**, 7-29.
- PARES, P.M.; VILARO, T., 1994. La ramaderia. *Quaderns de la Revista de Girona*, **52**, 60-70.
- PIEDRAFITA J.; QUINTANILLA R.; PUJOL M.R.; JORDANA J.; ROCA J., 1997. Programa de Control de Rendiments de la Raça Bruna dels Pirineus. Mimeografía, UAB-DARP, 45 pp.
- PIEDRAFITA, J., 2002. quiro.uab.es/bruna_pirineus
- PLAIXATS J.; BARTOLOMÉ J., 2001. Dinámica de la cubierta vegetal. *Ovis*, **4**, 27-39
- PUIGSERVER, G., 2000. Referencias Bibliográficas históricas sobre el ganado bovino en Mallorca. *Archivos de Zootecnia*, **49**, 95-100.
- RODÀ, F., 1999. Ecologia del paisatge. En: *Parcs Naturals. Més enllà dels límits*, 34-45. Ed. Generalitat de Catalunya. Barcelona. (España).
- ROSELL I VILÀ, P.M., 1921. *Contribución a la osteología del caballo y del asno. Zootecnia de la raza asnal catalana*. Editorial Catalana. Barcelona. (España). 16 pp.

ROSSELL VILÀ, P., 1924. *Origen de la Raza Bovina Marinera*. Butlletí de l'Associació Catalana Antropologia, Etnologia i Prehistòria, **II**, 67-72.

SANCHEZ BELDA, A., 1984. *Razas Bovinas Españolas*. Publicaciones de Extensión Agraria. MAPA. Madrid. (España).

SANCHEZ BELDA A.; SANCHEZ TRUJILLANO M.C., 1986. *Razas Ovinas Españolas*. Publicaciones de Extensión Agraria. MAPA. Madrid. (España).

SANTOS, M., 1996. *Metamorfosis del espacio habitado*. Oikos-Tau, 118 pp. Vilassar de Mar. (España)

VILA, J., 1950. Una encuesta sobre la trashumancia en Cataluña. *Pirineos*, **17** y **18**, 405-445.

VIGO, J., 1976. *El poblament vegetal de la Vall de Ribes*. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona. (España).

LANDSCAPE DIVERSITY AND LOCAL BREEDS IN CATALONIA

SUMMARY

Currently, the social interest by local breeds preservation is increasing because his genetic, ecological, economical and social value. Less productive but genetically valuable local breeds are threatened because introduction during last century of a short number of much more productive alien animals. This meeting gives information about bovine, ovine, equine and caprine Catalan breeds. Breeds are exposed according to their performance in landscape diversity.

Key words: vegetation, farm animals.

GESTION SYLVOPASTORALE DES SUBERAIES EN CATALOGNE NORD (FRANCE)

P. MASSON

Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, Avenue de l'Agrobiopole BP 107 Auzeville, 31326
Castanet Tolosan, (France), masson@ensat.fr

RESUME

Les forêts de chêne liège des Pyrénées Orientales (France), souvent dégradées à la suite d'abandon et d'embroussaillage, sont l'objet d'opérations de réhabilitation par le sylvopastoralisme. Des actions de débroussaillage et d'amélioration pastorale sont entretenues par pâturage de troupeaux dans le cadre d'installation d'éleveurs sur des surfaces importantes. Les résultats présentés montrent que dans ces opérations les parcours forestiers peuvent assurer une part importante de l'alimentation des troupeaux, que les animaux peuvent contribuer significativement à l'entretien du milieu et donc à la prévention des incendies et qu'un certain nombre de paramètres du fonctionnement écologique de la forêt sont améliorés. De telles opérations, forcément limitées en nombre par leur coût et leur complexité, peuvent avoir un effet important sur la protection des espaces sensibles méditerranéens, s'ils sont judicieusement localisés en complément des surfaces classiques de prévention des incendies.

Mots clés: chêne liège, amélioration pastorale, contrôle de la strate arbustive, prévention des incendies.

INTRODUCTION

L'objectif de cette communication est de présenter un certain nombre de résultats obtenus dans les Pyrénées Orientales (Catalogne Nord, France) à la suite d'opérations de gestion sylvopastorale des forêts de chêne liège (ou suberaies).

Dans cette région la plaine alluviale du Roussillon est entourée de massifs acides, schisteux ou granitiques, portant une forêt de chêne liège d'environ 15000 ha en grande partie dégradée à la suite d'abandon, d'embroussaillage et d'incendies (Goumand et Peyre, 1992) Le climat est méditerranéen (à Perpignan : température moyenne annuelle 15.3 °C, pluviométrie moyenne annuelle 570 mm) avec une fréquence importante d'un vent violent du Nord Ouest, la tramontane, qui aggrave les risques d'incendies.

L'analyse des statistiques françaises d'incendies en région méditerranéenne montre que si les incendies de surface moyenne ou faible sont en régression en raison des progrès effectués dans la détection et la lutte, on assiste à une progression du nombre de grands incendies de plus de 500 ha. Leur étendue est liée à l'abandon croissant des zones de l'arrière pays méditerranéen qui, couvertes de friches ou de forêts non entretenues, offrent d'immenses surfaces continues où le feu peut se propager sans obstacle. Le contrôle de ces feux devient donc très difficile en cas de risque climatique élevé. L'idée est donc de rompre cette continuité en instaurant de grandes coupures, dites « coupures vertes », agricoles ou pastorales. Dans les Pyrénées Orientales la zone sensible étant essentiellement couvertes de chênes liège, c'est dans cet esprit qu'une vaste opération de réhabilitation sylvopastorale des suberaies a été initiée depuis 1980 par les pouvoirs publics et les professionnels. L'objectif était autant la prévention des incendies que la réhabilitation de massifs en grande partie abandonnés et

l'entretien du paysage dans l'arrière pays. Ces opérations qui ont porté sur plus de 2000 ha ont bénéficié tout à la fois d'une conjoncture économique favorable (arrivée des subventions européennes pour la forêt méditerranéenne, augmentation du prix du liège, extension de formes modernes d'élevage en région méditerranéenne) et de soutien en matière de recherche, notamment en matière de pastoralisme (Hubert *et al.* 1993), de recherche fourragère (Masson et Gintzburger 1987) ou zootechnique (Meuret 1989).

Nous présenterons successivement les principes de cette remise en valeur par le sylvopastoralisme puis quelques résultats de recherche obtenus dans les Pyrénées Orientales en matière d'amélioration pastorale, d'alimentation du troupeau, de contrôle de la strate arbustive et de conséquences sur le fonctionnement de la forêt.

Principes de gestion sylvopastorale de la suberaie

La structure forestière des suberaies abandonnées se caractérise par une forte extension de la strate arbustive à *Erica arborea* entre 0.5 et 3 m qui concurrence à la fois la canopée des chênes liège et la strate herbacée qui a pratiquement disparu. Cette structure est très combustible car le feu peut se propager sans obstacle du sol à la cime des arbres et gêne considérablement la levée du liège. L'objectif est donc de supprimer la strate arbustive pour favoriser le développement du chêne liège et d'installer une strate herbacée pour couvrir le sol et alimenter les troupeaux.

Cette structure de « pré-bois » s'inspire bien évidemment du paysage de « dehesa » ou « montado » du sud ouest de la péninsule ibérique et on espère retrouver les interactions positives qui ont été observées dans ce type de structure (Joffre *et al.* 1988) entre arbre, herbe et animal:

- contribution de l'arbre : structuration du sol pour un meilleur stockage de l'eau, fertilisation organique (feuilles) et minérale (lixiviats), effet microclimatique, alimentation des animaux (feuilles et glands)
- contribution de l'herbe : matière organique, fixation d'azote par les légumineuses, alimentation de qualité pour les animaux, compétition avec la strate arbustive
- contribution de l'animal : restitutions d'azote et de potasse, contrôle de la strate arbustive.

Ces interactions doivent permettre d'améliorer la production du système aussi bien du côté de l'arbre que de celui de l'animal par amélioration de la fertilité du milieu.

Les recherches zootechniques sur l'alimentation des animaux sur parcours ont montré qu'il fallait fournir aux animaux une alimentation complémentaire des ressources essentiellement ligneuses présentes. Cette ration doit donc être constituée d'éléments facilement digestibles, riches en énergie et azote, les animaux recherchant alors le lest sur le parcours. Cette ration peut être fournie par complémentation (mélasse-urée notamment) ou plutôt par une strate herbacée de qualité apportant énergie (graminées) et azote (légumineuses) et contribuant également à couvrir et améliorer le sol.

On sait également que pour que les animaux contrôlent mieux les repousses de strate arbustives après débroussaillage il faut gérer le pâturage avec un chargement instantané élevé. Les ressources du milieu étant faible le chargement annuel est forcément faible (0.2 UGB/ha en suberaie) et l'ajustement doit être fait par rotation du troupeau dans plusieurs parcs clôturés.

Un troupeau nécessite un éleveur et celui ci doit concevoir un système d'élevage cohérent qui implique souvent l'insertion de surfaces complémentaires aux surfaces sylvopastorales telles qu'estives de montagne ou surfaces fourragères traditionnelles de plaine. La mise en œuvre des aménagements sylvopastoraux est donc complexe puisqu'il faut coordonner sur un même espace sensible l'intérêt du propriétaire forestier, celui de la collectivité qui va subventionner et celui de l'éleveur qui veut assurer un système productif viable.

Resultats d'expériences dans les pyrenees orientales

Les opérations menées dans la suberaie du département sur près de 2000 ha sont d'une très grande diversité tant au point de vue des animaux utilisés : caprins, ovins, bovins, équins que des types d'élevages : renforcement d'élevages existants à proximité, installation d'éleveur souvent néoruraux avec ou sans aide de la municipalité, opérations de transhumance inverse de troupeaux de montagne (génisses d'élevage) mises en œuvre par les professionnels avec berger salarié. Ces opérations comprennent chacune des zones débroussaillées et semées, des zones simplement débroussaillées et d'autres non débroussaillées. L'ensemble est clôturé et divisé en parcs. Le foncier est généralement mobilisé sous forme d'associations foncières pastorales.

Résultats en matière d'amélioration pastorale

En nous inspirant des travaux menés en Espagne (Olea *et al.* 1977) ou au Portugal (Crespo 1975), nous nous sommes rapidement orientés sur l'utilisation du trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum* L.). Le screening des variétés australiennes disponibles a montré la bonne adaptation de cette espèce aux conditions pédoclimatiques locales et au sursemis sous suberaie après débroussaillage mécanique. Il était intéressant d'associer plusieurs variétés de longueur de cycle différents tels que les cv Clare, Mount Barker. Depuis 1994 nous disposons d'une variété française issue d'un écotype des Pyrénées Orientales (cv Argelès) de cycle long et de bonne production hivernale.

Il a fallu à la demande des éleveurs associer une graminée pour limiter les risques de météorisation. La fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.) était la seule graminée pour laquelle on disposait des variétés méditerranéennes (cv Kasbah) mais sa difficulté d'installation et sa faible appétence nous a conduit à lui associer un dactyle (*Dactylis glomerata* L.) ; nous disposons depuis 2 ans d'une variété méditerranéenne (cv Medly) qui donne satisfaction. Une fertilisation de 50 kg d'azote et de 50 kg de P205 est appliquée pour faciliter l'installation.

Les productions obtenues dans les semis sous forêt de chêne liège de cette association trèfle souterrain, dactyle, fétuque élevée, varient de 1 TMS/ha sous couvert dense à 3 TMS/ha dans les pare feu ouverts à recouvrement arboré faible inférieurs à 10%. La production hivernale est satisfaisante dans les zones les plus basses (Masson *et al.* 1993). Les problèmes concernent la persistance de la strate herbacée lorsque le contrôle des repousses arbustives est insuffisante, avec envahissement par les cistes dans les milieux les plus ouverts.

Résultats en matière d'alimentation animale

Les résultats des expériences montrent que les parcours boisés améliorés sous chêne liège peuvent contribuer de façon significative à l'alimentation des troupeaux, par exemple de 50% pour un troupeau caprin laitier intensif et plus pour des troupeaux bovins extensifs.

Les quantités de matière sèche ingérées varient (Goby 1993) pour des chèvres laitières de 0.6 kg à 1.3 kg selon la période et la production laitière avec de fortes variations dans la composition en fonction de l'offre : herbacées au printemps, glands en hiver et bruyère arborescente en toute saison mais en quantité plus importante lorsque les autres ressources sont insuffisantes. Les chèvres pâturent les parties les plus digestibles de cette espèce et la contrôlent bien. Le même résultat est obtenu avec la plupart des animaux notamment les bovins ce qui est un résultat intéressant car la bruyère arborescente est l'espèce dominante du maquis sous suberaie. Le ciste de Montpellier et l'ajonc à petites fleurs sont peu consommés.

Résultats en matière de contrôle de la strate arbustive

Il s'agit d'examiner ici l'efficacité des troupeaux pour assurer un entretien suffisant du milieu et donc permettre la prévention des incendies et l'exploitation du liège.

Des mesures effectuées sur des parcelles expérimentales par la méthode des points quadrats avaient montré qu'un pâturage bien géré de caprins pouvaient parfaitement entretenir une suberaie

alors qu'un troupeau ovin gardé traditionnellement par un berger sans l'aide de clôtures ne pouvait assurer l'entretien d'une surface de parefeu.

Etant donné la forte variabilité des résultats sur parcelles expérimentales il était intéressant d'étudier l'action du pâturage sur des surfaces plus importantes représentatives de la conduite du troupeau par l'éleveur qui doit concilier en permanence ses objectifs de production animale avec l'objectif d'entretien du milieu. Une étude du recouvrement et de la hauteur de la strate arbustive a été faite (Masson 1999) sur le territoire de 4 exploitations en suberaie (soit 200 ha) après 4 années de pâturage dans les conditions réelles de la gestion de l'éleveur. Le recouvrement, le phytovolume et la composition de la strate arbustive varient beaucoup avec le traitement initial de la suberaie (selon qu'elle est débroussaillée et semée, simplement débroussaillée ou non débroussaillée) et le recouvrement de la strate arborée suberaie dense à plus de 40% de recouvrement de la canopée, suberaie pare feu très lâche à moins de 10% de recouvrement et situations intermédiaire :

- dans les traitements débroussaillés et semés la strate arbustive était bien maîtrisée avec 6% seulement de recouvrement après 4 ans de pâturage dans les situations de suberaie dense, alors qu'en suberaie claire (pare feu classique) la dynamique de la végétation de maquis ne pouvait être contenue et le recouvrement arbustif était remonté à 33 % avec une dominante de ciste de Montpellier (dans ce cas un entretien mécanique complémentaire est indispensable)
- dans les traitements débroussaillés non semés le recouvrement de la strate arbustive était revenu à 57% dans les pare feu (principalement cistes, ajonc, bruyère) ; il était plus faible en suberaie dense mais atteignait cependant 34%. On n'observait pas d'installation de strate herbacée
- dans les zones non débroussaillées la strate arbustive constituée essentiellement de bruyère arborescente occupait 50% de la surface quelque soit le recouvrement arboré mais elle était éclaircie par les animaux par rapport à une suberaie abandonnée.

En terme de phytovolume arbustif, critère pris en compte par les services incendie pour estimer le risque, et toujours sur ces 200 ha de suberaie pâturées pendant 4 ans, le bilan s'établissait à :

-phytovolume < 2500 m ³ /ha	21%
-phytovolume 2500-5500 m ³ /ha	27%
-phytovolume > 5500 m ³ /ha	52%

On estime en général que la prévention des incendies est très bonne en dessous de 2500 m³/ha, mais on peut encore admettre qu'elle est satisfaisante en dessous de 5000 m³/ha. On peut donc dire que sur la moitié de la surface la prévention des incendies est assurée. Ce résultat peut paraître décevant par rapport aux espoirs de prévention totale envisagée au début des expériences. On peut penser au contraire que c'est un résultat satisfaisant pour la collectivité car il appréhende la globalité de 4 situations avec les limites qui tiennent au financement des opérations de débroussaillage et semis (2000 euros/ha environ) et aux contraintes réelles de fonctionnement du système d'exploitation de l'éleveur.

Résultats sur le fonctionnement de la forêt

En collaboration avec le laboratoire du liège de l'Université de Gérone, nous avons étudié la croissance et l'alimentation minérale des chênes liège de parcelles sylvopastorales expérimentales (Masson 1995)

La croissance apicale des chênes liège était augmentée de 28% dans les parcelles débroussaillées, semées et pâturées par rapport au témoin forestier non traité. L'augmentation n'était que de 9% pour les parcelles débroussaillées mais non pâturées (et non semées) ; l'impact de la gestion sylvopastorale était donc sensible. Cet effet se réduisait par la suite mais restait cependant significatif (différence de 14% par rapport au témoin 2 ans plus tard).

En ce qui concerne la nutrition minérale, la mise au point du diagnostic foliaire sur chêne liège (Robert et al. 1996) a permis de montrer que dans les feuilles la teneur en phosphore était augmentée de 21% et que la teneur en manganèse (élément toxique) était diminuée de 14 %. La teneur en azote était très légèrement augmentée mais l'azote, élément très mobile, avait été vraisemblablement mobilisé pour la croissance.

Quelques résultats positifs ont également été trouvés sur la surface foliaire ainsi que sur l'évolution de la matière organique du sol.

Toutes ces observations traduisent un meilleur fonctionnement de la suberaie et laissent espérer une meilleure production de liège.

Cependant la question essentielle que posent les forestiers lorsqu'il y a pâturage est celle de la régénération. Un dénombrement du nombre d'unités de régénération (semis, rejets) a montré que ce nombre baissait dans les zones pâturées à 1,5/m² alors qu'il était en moyenne de 3,7/m² dans le témoin forestier et qu'il y avait augmentation de la fréquence des rejets multiples. Cependant le nombre d'unités de régénération restait élevé, 15000/ha, ce qui doit préserver un potentiel de régénération en cas de mise en défens. On peut donc imaginer dans le long terme une rotation des opérations sylvopastorales pour permettre la régénération de certains secteurs forestiers.

CONCLUSIONS

Les expériences menées dans les suberaies des Pyrénées Orientales s'inscrivent dans le contexte général des réflexions sur la gestion des espaces méditerranéens sensibles. L'abandon de ces zones par la modernisation de l'agriculture pose des problèmes paysagers, écologique et sociaux. Les expériences analysées ici montrent que l'on peut dans ces milieux contribuer à la prévention des incendies, améliorer le fonctionnement écologique du milieu et assurer une certaine vie sociale. La mise en œuvre de ces opérations se heurte à de nombreux obstacles, économiques, fonciers, techniques, sociaux et leur nombre ne peut être que limité. Cependant une articulation judicieuse dans l'espace méditerranéen de ces zones sylvopastorales avec les espaces de protection classiques et les autres obstacles naturels ou agricoles aux incendies permettra de protéger et rehabiler des surfaces beaucoup plus importantes.

REMERCIEMENTS

Une partie importante de ces travaux ont été financés dans le cadre des programmes de recherche européens FOREST MA2B CT 91 0019 et CAMMAR 8001 CT 90 0002.

BIBLIOGRAPHIE

- CRESPO, D.G., 1975. *Pastagens semeadas temporarias e permanente de sequeiro*. INIA, Oeiras, Portugal, 100p.
- GOBY, J.P., 1993. *Gestion d'un parcours de suberaie emmaquisée par des chèvres laitières productives*. Thèse Doct. Sci. Agron. ENSAM 134p.
- GOUMAND, B.; PEYRE, S., 1992. Le liège dans les Pyrénées Orientales. Actes du colloque «Les Suberaies Méditerranéennes», Vivès, DDA PO Ed. 41-45.
- HUBERT, B.; RIGOLOT, E.; TURLANT, T.; COUIX, N., 1993. *Forest fire prevention in the mediterranean region; new approaches to agriculture-environment relations*. In : Brossier et al. Eds., *Systems studies in agriculture and rural development*, INRA, France, 63-86.
- JOFFRE, R.; VACHER J.; DE LOS LLANOS, C; LONG, G., 1988. The dehesa: an agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. *Agroforestry systems*, 6: 71-96.

MASSON, Ph.; GINTZBURGER, G., 1987. Le trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum* L.); essais préliminaires et perspectives d'utilisation dans une zone méditerranéenne française, le Roussillon. *Fourrages*, **110**, 183-204.

MASSON, P.; ROCHON, J.J.; GOBY, J.P.; ANTHELME, B., 1993. Intérêt des légumineuses annuelles pour le pâturage hivernal en région méditerranéenne. *Fourrages*, **135**, 335-341.

MASSON, P., 1995. Influence of a silvopastoral management on the functioning of the cork oak forest. *Options méditerranéennes*, **12**:175-178.

MASSON, P., 1999. Effet du pâturage sur le contrôle de la strate arbustive sous suberaie ; analyse du territoire de 4 élevages dans les Pyrénées méditerranéennes (France). In «Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines méditerranéennes», *Options méditerranéennes*, série B, **27**: 165-172.

MEURET, M., 1989, *Feuillages, fromages et flux ingérés*. Thèse Doc. Sci. Agro. Université des Sciences Agronomiques de Gembloux, 229p.

OLEA, L.; GALLARDO, D.; PAREDES, J.; MARTINEZ, A., 1977. Resultado de los estudios regionales de introduccion y adaptacion de especies y variedades pascícolas en zonas semi-áridas de SW español. *Pastos*, **7**(11), 210-222.

ROBERT, B., BERTONI, G., SAYAG, D., MASSON, P., 1996. Assessment of mineral nutrition of cork oak through foliar analysis. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **279-10**: 2091-2109.

CORK OAK FORESTS SILVOPASTORAL MANAGEMENT IN NORTH CATALONIA (France)

SUMMARY

The abandon of french Catalonia cork oak forests leads to scrub encroachment and high fire risk. Silvopastoral actions have been initiated combining shrub clearing, pastoral improvement, and set up of livestock farming systems on large areas. The results presented here show that the improved silvopastoral surfaces can contribute significantly to animal feeding, that those animals can contribute to fire prevention by reducing the shrub encroachment and that some ecological data on the functioning of the forest are improved. Given the limited number of those farms (economical, technical, social limitation) their real impact on fire prevention and forests rehabilitation will depend of their correct localization in the regional area in association with classical fire prevention operations.

Key words: cork oak, pastoral improvement, shrub canopy control, fire risk prevention.

COMUNICACIONES

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LOS PASTOS EN EL PARQUE NATURAL DE CABO DE GATA-NÍJAR (ALMERÍA)

A. B. ROBLES¹, A. GONZÁLEZ¹, F. G. BARROSO², J. BOZA¹ Y
J. L. GONZÁLEZ-REBOLLAR¹

¹Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España. ²Dpto. Biología Aplicada. Universidad de Almería. La Cañada, 04120. Almería. España

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo es proporcionar un método fácil, rápido y operativo para estimar el estado de los pastos de un territorio, tomando como ejemplo el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar. El método discrimina seis niveles de pastoreo (0 a 5), desde condiciones de no pastoreo a fuerte pastoreo. Con este método se comparan dos diagnósticos: uno general (que valora la condición global del entorno), y otro instantáneo (referido al año en que se está evaluando). Este trabajo presenta los resultados para seis zonas de manejo y para el conjunto del parque. La valoración de todo el territorio, muestra como la mayor parte del mismo presenta globalmente un pastoreo de tipo "medio" (índice = 3) y, en la actualidad, se observa una disminución del impacto (aumentan los índices 2 y 1; disminuyen los índices 5, 4 y 3).

Palabras clave: método, impacto del ganado, áreas protegidas, semiárido, sudeste español.

INTRODUCCIÓN

La respuesta de las plantas a la herbivoría ha sido estudiada por muchos autores, pudiendo afectar positivamente (Paige, 1992; Alados *et al.*, 1997) o negativamente (Jordano *et al.*, 1990; Herrera, 1991) al desarrollo de las mismas o comunidad en que vive. Sin embargo, a la hora de planificar un área protegida es necesario desarrollar una herramienta de trabajo, rápida y eficaz que nos permita evaluar el impacto de los animales sobre los pastos. Los métodos basados en rangos e índices son los más sencillos y fáciles de utilizar, y han sido frecuentemente utilizados en otros estudios pastorales (Daget y Poissonet, 1971; Passera y Borssetto, 1983; Etieene *et al.*, 1996).

Este trabajo se ha desarrollado en el curso del proyecto de "Planificación ganadera del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar: análisis de sus pastos y capacidad sustentadora", financiado por la Junta de Andalucía. Su propósito general fue el de analizar las implicaciones ganaderas en el aprovechamiento de los recursos pascícolas del monte mediterráneo semiárido, y desarrollar un modelo de ordenación ganadera de los mismos en el ámbito del Parque, que posibilite la mejora de su Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (Decreto 418/1994, de 25 de octubre).

Unas de las preocupaciones de los gestores de los espacios naturales es valorar el impacto producido por el ganado en estas áreas protegidas. A tal efecto, el objetivo de este trabajo ha sido proponer y ensayar un método fácil de aplicar y seguir en campo, que facilite evaluar el impacto del ganado por cualquier persona "entrenada" (por ejemplo la guardería). El método estima el impacto del ganado, a través del grado de consumo de las distintas especies (leñosas y/o herbáceas), mediante un

índice de pastoreo, y ha sido aplicado ampliamente en el sur de Francia dentro del programa de lucha contra incendios forestales, DFCI (Défence des Fôrets Contre Incendies) (Etienne, 1996).

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de Estudio

El Parque Natural Cabo de Gata-Níjar, con una extensión de 37 570 ha, se sitúa en el extremo oriental de Andalucía, provincia de Almería (36° 51' latitud N y los 2° 6' de longitud W). Sus fuertes relieves, que irrumpen desde el mismo litoral, hacen olvidar que es un conjunto de tierras bajas. La zona más característica del parque, Sierra de Cabo de Gata, está constituida por rocas volcánicas (Cueto *et al.*, 1999). Sin embargo, aparecen substratos calcáreos (zona central) y, materiales esquistosos y yesos en la zona norte del Parque (Sierra de Cabrera). Con un clima árido-semiárido, de fuerte estacionalidad intranual y elevada variación interanual de las lluvias (con máximos en invierno y otoño), el territorio presenta una precipitación media anual de 193,4 mm (Centro de Experiencias Michelín).

Desde el punto de vista biogeográfico pertenece a la provincia Murciano-Almeriense. La vegetación potencial está representada, principalmente por tres series: la del lentisco (*Chamaeropo-Rhamnato lyciodis* S.), la del azufaifo (*Zizipheto loti* S.), la del cornical (*Mayteno europaei-Periploceto angustifoliae* S.). El paisaje actual está dominado por tierras de cultivo en distintos grados de abandono y complejos de esparto (con o sin palmito) y, sobre todo, tierras de cultivo en abandono (Boza *et al.*, 1998).

Respecto a la ganadería, podemos diferenciar dos grandes zonas: la Sur, que abarca la mayor parte del parque, y presenta rebaños de ovejas de raza segureña, con algunas cabras; y la Norte (Sierra de Cabrera), con cabras de raza malagueña, murciano-granadina y otras mezclas diversas. Los ganaderos, salvo escasas excepciones, no son propietarios de sus tierras.

Método

El diagnóstico del estado de los pastos se ha basado en una metodología estimativa, que mide el impacto de los animales sobre la vegetación, en función del grado de consumo de las especies vegetales.

Previo al diagnóstico de los pastos, se ha realizado la cartografía de los mismos (Boza *et al.*, 1998), paso imprescindible en la estratificación del muestreo. Por otra parte, para facilitar el análisis global de todo el Parque, el muestreo se ha estratificado en las siguientes seis zonas:

- Zona 1.- Zona litoral del sector sur. Arenales y salinas.
- Zona 2.- Zona de relieves volcánicos. Principalmente, en el sector sur del Parque.
- Zona 3.- Zona litoral del sector central. Mezclas litológicas. Zonas de transición.
- Zona 4.- Zona agraria tradicional del sector central, terrenos en abandono.
- Zona 5.- Zona con margas y calizas del sector central. Zona de transición hacia el sector norte.
- Zona 6.- Zona de esquistos y, localmente, yesos. Sector Norte del Parque.

Esta zonificación no se ajusta a límites fijos, simplemente se utilizan para describir los seis "escenarios" ganaderos más característicos del conjunto territorial. Por lo tanto, no persigue más que una discriminación didáctica del mismo. La síntesis de los resultados para cada zona permiten valorar el estado general de todo el Parque.

En estas seis zonas, se han seleccionado áreas de seguimiento que, o bien corresponden a puntos de interés para los conservadores del parque (sea por los valores ecológicos que alberga: especies amenazadas, zonas de reserva, etc.), o bien a su significativa importancia ganadera (zonas de pastoreo tradicional). En dichas áreas, el muestreo se ha discriminado en función del tipo de pasto y en cada uno de ellos se han evaluado dos estratos: el herbáceo (a través de la **tasa de consumo de herbáceas**) y el arbustivo (a través de la **tasa de consumo de arbustivas**). A cada uno se le asigna un

índice de impacto. La síntesis de ambos índices proporciona un índice único: el **nivel de pastoreo**. Índice que nos permite formalizar (estimativamente), un diagnóstico rápido de cada situación. La superficie evaluada en cada unidad de pasto depende de la extensión y heterogeneidad del mismo. El muestreo para cada estrato de vegetación se realiza como sigue:

- **Tasa de consumo de herbáceas.**- Corresponde al consumo de las especies herbáceas en cada unidad estudiada. Se emplea una escala del 0 al 5 (Etienne,1996), a la cual le hemos asignado un porcentaje de consumo (Tabla 1). En nuestro caso, se han observado 10 puntos al azar para cada tipo de pasto, la media aritmética de ellos es la tasa de consumo resultante. Las observaciones se realizan después de la primavera, cuando el pasto no está demasiado seco.

Tabla 1.- Tasa de consumo de herbáceas: índice y rango (%).

Índice	Rango (%)	Rango medio (%)	Impacto del ganado
0	0	0	No pastoreo
1	1-10	5	Rasgos de paso rápido del ganado. Hierbas +/- acostadas, huellas de bocados esparcidos
2	11-30	20	Consumo débil de las mejores especies (sobre todo las leguminosas). Las especies herbáceas dominantes son consumidas irregularmente, la hierba acostada es importante
3	31-50	40	Consumo medio. En conjunto, las herbáceas dominantes son consumidas, aunque todavía son numerosos los de plantas rechazadas. No se consumen las menos apetecidas.
4	51-80	70	Consumo importante. En conjunto las herbáceas están bien consumidas, a excepción de algunas especies dominantes (en general gramíneas). Las especies menos apetecidas son consumidas sólo irregularmente.
5	81-100	90	Consumo muy importante. El pasto es consumido a ras. Comprende especies mediocres, abundan grandes porciones de suelo desnudo, y especies arrancadas de cepa.

- **Tasa de consumo de arbustivas.**- Corresponde al consumo de las especies leñosas. El seguimiento de la tasa de consumo se realizará a partir una lista de las especies dominantes del área de muestreo. De cada especie seleccionada se muestrean 25 individuos, a los que se le asigna un índice de consumo de 0 a 6 (Etienne *et al.*, 1996). El grado de consumo de los individuos elegidos se estima visualmente por comparación con individuos no pastoreados. Se consideran partes potencialmente forrajeras: brotes, hojas, tallos, flores y frutos. La escala seguida se muestra en la Tabla 2. Para evitar muestrear dos veces el mismo individuo se aconseja mantener una dirección, evitando volver al mismo punto. La extensión y heterogeneidad del pasto evaluado ha condicionado el número de observaciones, las cuales han variado de una a seis, es decir, de 25 a 130 individuos/especie.

Tabla 2.- Tasa de consumo de arbustos: Índice y rango.

Índice	Rango (%)	Rango medio (%)	Impacto sobre la planta
0	0	0	No consumida
1	1-10	5	Algunas puntas consumidas
2	11-30	20	Todas las puntas consumidas
3	31-50	40	Puntas comidas y consumo <50% de bordes
4	51-70	60	Puntas comidas y consumo >50% de bordes
5	71-90	80	Solo queda algunas hojas y tallos verde
6	100	100	Solo queda el leño

La estimación del impacto sobre el estrato arbustivo se efectúa en los máximos vegetativos (fin-primavera/comienzo-verano), tras el paso del ganado. A partir de estos datos de campo se calcula el consumo, tanto para cada una de las especies como para el conjunto del área de muestreo (Etienne *et al.*,1996). En este trabajo nuestros resultados muestran la tasa de consumo para distintas áreas (no por especie). Todas las especies son tenidas en cuenta por igual, independiente, de su importancia relativa (cobertura o densidad).

- **Niveles de Pastoreo.**- Es un índice sintético resultado de la media aritmética de las tasas de consumo anteriormente descritas (estrato herbáceo y del arbustivo). Para ello se utiliza los porcentajes medios de los índices de cada tasa de consumo. Este nuevo índice intenta reflejar el grado de pastoreo de cada tipo de pasto evaluado. En los casos que el pasto esté dominado por un tipo de estrato vegetal, se evaluará solo el estrato dominante. El nivel de pastoreo presenta una escala de 0 a 5 (Tabla 3).

En la interpretación de este índice se considera **sobrepastoreo** a los índices 4 y 5, pastoreo **moderado** al índice 3 y pastoreo **bajo** a los índices 1 y 2.

Tabla 3.- Niveles de pastoreo

Índice	Consumo (%)	Impacto de Pastoreo
0	0	No pastoreado
1	1-10	Ocasionalmente pastoreado
2	11-30	Poco pastoreado
3	31-50	Medianamente pastoreado
4	51-80	Bastante pastoreado
5	81-100	Altamente Pastoreado

Para cada una de las seis zonas definidas hemos considerado dos formas de analizar el territorio:

- **Diagnóstico General.**- Intenta reflejar, de una manera estimativa, el estado dominante en los pastos del área, como resultado de la acción del pastoreo en el paisaje, a lo largo de los años. Es difícil evaluar el tiempo requerido para alcanzar dicha condición (más dilatado en unos ambientes que en otros), pero se trata de una estimación *experta*, que va más allá de la valoración circunstancial de un año concreto.

- **Diagnóstico Instantáneo.**- Describe el estado o "condición" de los pastos en un momento concreto. Es decir, en el instante en el que se está observando cada planta, al margen de que dicha observación coincida o no, con la valoración global del entorno. El ejemplo que presentamos en este trabajo corresponde a 1998.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 4 muestra la síntesis de los índices de pastoreo obtenidos para cada una de las seis zonas de diagnóstico diferenciadas en el parque (zona 1 a 6).

Tabla 4.- Zonas de diagnóstico (1, 2, 3, 4, 5, 6). Índices de pastoreo para los diagnósticos General (% G) e Instantáneo (% I), frecuencias expresadas en porcentajes.

Índices	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		Zona 5		Zona 6	
	% G	% I	% G	% I	% G	% I	% G	% I	% G	% I	% G	% I
5	0	0	0	3,0	7,1	3,6	16,7	16,7	0	0	0	0
4	33,3	33,3	16,2	3,0	25,0	25,0	27,8	27,8	0	0	0	0
3	22,2	22,2	75,7	48,5	57,1	3,6	55,6	22,2	55,6	22,2	76,2	28,6
2	22,2	11,1	8,1	21,2	3,6	39,3	0	22,2	44,4	33,3	23,8	57,1
1	22,2	33,3	0	24,2	7,1	28,6	0	11,1	0	44,4	0	14,3

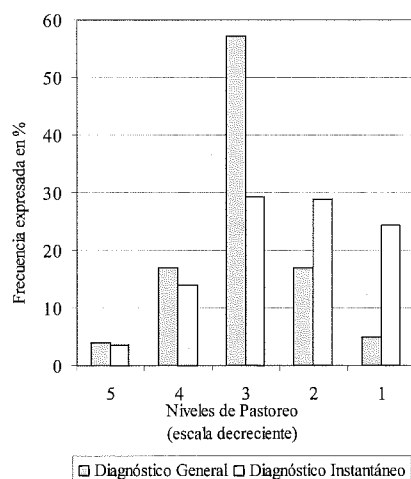
El análisis del **conjunto del Parque** muestra que las Zonas 4 y 3, son las de mayor **sobrepastoreo**, presentan índices 4 y 5, (44,5 % y 32,1% respectivamente); le sigue en importancia la Zona 1 con un índice 4 (33,3 %). Los problemas de pastoreo se producen en las proximidades de los núcleos de población (pueblos y cortijos), en las antiguas terrazas de cultivo situadas en la zona basal de las laderas. Estos pastos corresponden a las categorías de tierras de "labor en abandono"(s.l). (Boza *et al.*, 1998). Se observa un gradiente decreciente de pastoreo, según se asciende en las laderas de montaña, donde ya aparecen los pastos arbustivos.

Destacamos como puntos críticos (nivel 5) los alrededores de los pueblos. En este mismo nivel 5, existen dos casos puntuales, que responden a observaciones de detalle. De ellas señalar la localidad incluida en la Zona 2, situada en la Sierra de Cabo de Gata (El Bujo). Aquí el sobrepastoreo se restringe a una zona alta de montaña, pauta contraria a la general en el parque (disminución del consumo al subir en la ladera). Entendemos que esto puede ser debido, a que en esta zona hay una ganadería cuyos animales pastan en semilibertad y, a la propia conducta del ganado que tienden a las cumbres venteadas en los momentos de calor. Mientras, el ganado ovino se concentra en los pastos de herbáceas (terrazas de cultivo). Pauta puesta de manifiesto por diversos investigadores (Wilson, 1977; Barroso, 1995; Barroso *et al.*, 1999; Ramírez, 1999).

La Figura 1 muestra cómo, para los dos tipos de diagnóstico, la mayor parte del territorio presenta pastoreo moderado (nivel 3), aunque en frecuencia es mayor en el diagnóstico general. En cambio, el diagnóstico instantáneo muestra una clara disminución del pastoreo (aumentan los niveles 2 y 1). Comparativamente, se puede ver, cómo gran parte de las áreas que presentaban pastoreo medio en el diagnóstico general, pasan a la categoría de poco utilizadas en el diagnóstico instantáneo.

Por último, mencionamos ciertos aspectos de las áreas de reserva del Parque. En general, estas áreas de reserva o están poco pastoreadas (nivel 1 ó 2) o no existe pastoreo. Sólo, han aparecido dos puntos críticos (Zona 2: S^a Cabo de Gata, y Zona 1: Salinas). Las áreas de reserva situadas en la zona Norte del Parque y pastoreadas por cabras no presentan problema de sobrepastoreo.

Figura 1.- Análisis global del Parque Natural de Cabo de Gata Níjar. Niveles de pastoreo (escala decreciente 5-1) vs Frecuencias expresadas en porcentajes.



CONCLUSIONES

En relación a los resultados del estudio nos parece interesante realizar las siguientes consideraciones:

- Desde el punto de vista **espacial**, las zonas críticas más importantes, son las situadas alrededor de los núcleos de población. Puntualmente se han reconocido algunos enclaves altamente pastoreados, pero no puedan tomarse como ejemplo de problemas zonales. Eventualmente destacaríamos, si a caso, el impacto que causa la cabaña de cabras en semilibertad de la Zona 2

- Desde el punto de vista **temporal**, nuestro estudio revela que, si comparamos el diagnóstico general con el instantáneo, las áreas tradicionalmente pastoreadas (índice de pastoreo alto: 5 ó 4), mantienen hoy los mismos niveles de presión. En cambio, gran parte de las áreas que en el diagnóstico general mostraban un pastoreo medio (nivel 3), en el diagnóstico general, pasan a estar poco utilizadas, corresponden hoy a categorías poco utilizadas (nivel 2 y 1). Es decir, son zonas que se están abandonando para el pastoreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALADOS, A.L; BARROSO, F.G.; GARCÍA, L., 1997. Effects of early season defoliation on above-ground growth of *Anthyllis cytisoides*, a Mediterranean browse species. *Journal of Arid Environments*, 37: 269-283.
- BARROSO, F. G., 1995. Food selection by domestic goats in Mediterranean arid shrublands. *Journal of Arid Environments*, 31, 205-217.
- BARROSO, F. G.; ROBLES A.B.; GONZALEZ, A., 1999. elección de forrajeras por el ovino en una finca del parque natural Cabo de Gata-Níjar. En: *En busca de complementariedades entre los pastos de monte y la agricultura intensiva. Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*. 143-156. Caja Rural. Almería (España).
- BOZA, J.; ROBLES, A.B.; GONZÁLEZ-HERNANDEZ, A.; BARROSO, F.G; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P. ; TERRADILLOS, A., 1998. *Análisis de los pastos y evaluación de la capacidad sustentadora del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar*". Informe. SINAMBA. Junta de Andalucía. 139 pp., 27 mapas. Sevilla.
- DAGET, PH.; POISSONET, J. 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies . Critères d'application. *Ann. Agron.* 22(1), 5-41.
- ETIENNE, M., 1996. *Recueil des méthodes utilisées au sein du Réseau Coupures de Combustible*. INRA. Secrétariat du Réseau. Avignon. 31 pp. INRA. Avignon. France.
- ETIENNE, M.; DERKZO, M.; RIGOLOTT, E., 1996. Browse impact in silvopastoral systems participating in fire prevention in the French Mediterranean region. En: *Western European silvopastoral systems*. 93-102. Ed. Etienne, M. INRA. Paris.
- HERRERA, J., 1991. Herbivory, seed dispersal and the distribution of a ruderal plant living in a natural habitat. *Oikos*, 62, 209-215.
- JORDANO, D; FERNÁNDEZ, J. Y RODRÍGUEZ, J., 1990. The effect of seed predation by *Tomares ballus* (Lepidoptera: Lycaenidae) on *Astragalus lusitanicus* (Fabaceae): determinants of differences among patches. *Oikos*, 57, 250-256.
- PAIGE, K.N., 1992. Overcompensation in response to mammalian herbivory: from mutualistic to antagonistic interactions. *Ecology*, 73, 2076-2085.
- PASSERA, C.B.; BORSETTO, O., 1986. Determinación del "índice de calidad específico". En: *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas*. 2ª edición. 80-89. Ed. Subcomité asesor del árido subtropical argentino. Amwald. Buenos Aires.
- RAMÍREZ, R. G., 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Ruminant*, 34, 215-230.
- WILSON, A.D., 1977. The digestibility and voluntary intake of the leaves of trees and shrubs by sheep and goats. *Australian Journal of Agricultural Research*, 28, 501-508.

METHODOLOGICAL PROPOSAL TO EVALUATE THE RANGELAND CONDITIONS IN THE CABO DE GATA-NÍJAR PARK (ALMERÍA, SPAIN)

SUMMARY

The aim of the present study was to provide an easy, fast and operational method to estimate the livestock impact on rangelands in the Cabo de Gata-Níjar Park. The methodology differentiate between six grazing levels (0 to 5: non grazing to high grazing). We have made two evaluations: general (global condition of Park) and annual (1998 year). We present the results obtained in six management sites and for the whole of the Park. The global evaluation shows a medium grazing (level = 3) in the main part of the Park and we observed a diminishment in the grazing level (2-1 increase in grazing levels).

Key words: method, livestock impact, wilderness area, semiarid, South-eastern Spain.

APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ANÁLISIS DE LAS RELACIONES TAMAÑO-BIOMASA RAMONEABLE DE LEÑOSAS MEDITERRÁNEAS

D. PATÓN Y J. NUÑEZ

Unidad de Producción Animal, Facultad de Veterinaria. UEX.

Avda. De la Universidad s/n 10071 Cáceres (España)

RESUMEN

Se aplican dos procedimientos de Inteligencia Artificial (IA): las Redes Neuronales (RN) y los Algoritmos Genéticos (AG) al objeto de comprobar si pueden ser útiles en obtener modelos simples y fiables para estimar las relaciones tamaño-biomasa ramoneable (BR) en leñosas mediterráneas. Los resultados indican un aumento en fiabilidad, sencillez y rapidez de cálculo y simplicidad del modelo, respecto a los tradicionales métodos de análisis estadístico por regresión lineal múltiple.

Palabras clave: algoritmos genéticos, redes neuronales, especies, matorral, Extremadura.

INTRODUCCIÓN

El análisis de las relaciones tamaño-biomasa ramoneable (BR) de leñosas es básico a la hora de calcular de modo fiable la oferta forrajera (Mac Cracken y Van Ballenberghe, 1993; Patón *et al.*, 1998). A diferencia de los organismos animales superiores los vegetales no conservan la forma durante el crecimiento (McMahon y Bonner, 1986). La arquitectura vegetal varía con la especie, la edad y las condiciones ecológicas locales, por lo que es difícil relacionar forma y biomasa ramoneable mediante modelos matemáticos generales. Si pretendemos aplicar a un gran número de especies un único tipo de ecuación, en muchos casos obtenemos bajos R^2 , importantes sesgos en la normalidad de los residuos o altas heteroscedasticidades. Todos estos requisitos se han de cumplir en los modelos de regresión (Jobson, 1991; Graybill & Iyer, 1994). Ante este problema existen dos posibles aproximaciones: aumentar la muestra de datos y/o recurrir a otras aproximaciones matemáticas que compensen la pérdida de ajuste de los modelos de regresión univariantes. Aunque aumentar el tamaño muestral siempre que sea posible es una buena opción, el alto costo en tiempo que lleva el cosechado de BR, nos obliga a analizar otras opciones. Entre estas tenemos:

1.- *Ajustar a modelos multivariantes.* Generalmente una sola variable morfológica no puede ajustar bien con la BR por el principio de la no-conservación de la forma. De entre los diversos modelos, la mejor solución sería elegir aquel con mayor R^2 y menor error estándar de estimación (EEE) para cada especie. Diferentes estudios parecen indicar que el modelo lineal múltiple con transformación logarítmica de variables (modelo log-log) da generalmente altos coeficientes R^2 , con normalidad de residuos, homoscedasticidad y alta varianza explicada (Patón *et al.*, 1998, 2002).

2.- *Probar otros procedimientos que no asuman modelos previos.* Esto supone un cambio radical en el enfoque al problema, ya que pretendemos que el propio proceso de cálculo iterativo encuentre por si solo el mejor modelo posible. Es posible que el mejor modelo sea una solución multivariante alternativa a la

regresión múltiple con variables logaritmizadas. Ensayamos dos posibilidades basadas en Inteligencia Artificial (IA): las Redes Neuronales (RN) y los Algoritmos Genéticos (AG).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos fueron obtenidos en muestreos realizados en las primaveras de los años 1996 al 2001. Se analizaron un total de 21 especies de leñosas mediterráneas (Tabla 1) distribuidas en dos áreas de interés cinegético de la provincia de Cáceres (España): El Parque Natural de Monfragüe y la Sierra de San Pedro. De cada especie arbustiva se seleccionaron 3 ó 4 ejemplares al azar dentro de al menos 10 clases de talla definidas a intervalos regulares, desde los individuos más pequeños a los más grandes de la población de plantas. En cada arbusto se analizó la altura (H), altura relativa (HR) (zona de máxima acumulación de hojas), diámetro mayor (D1) y menor (D2) de la copa, área (A) de la copa y fitovolumen (V). El fitovolumen se calculó mediante la fórmula siguiente (Robledo *et al.*, 1990-91):

$$V = H * [\pi / 4 * (D_1 * D_2)]$$

Tabla 1. Especies estudiadas por familias, abreviaturas utilizadas y número de plantas cosechadas. La altura (H), altura relativa (HR), diámetro mayor (D₁) y diámetro menor (D₂) se han medido en centímetros, el área de copa (A) en metros cuadrados y el volumen de copa (V) en metros cúbicos.

Especies	Abreviaturas	Plantas cosechadas	Variables más correlacionadas
<i>Anacardiaceae</i>			
<i>Pistacea terebinthus</i>	PISTER	35	D ₂ , A
<i>Caprifoliaceae</i>			
<i>Viburnum tinus L.</i>	VIBTIN	37	H, V
<i>Cistaceae</i>			
<i>Cistus albidus L.</i>	CISALB	25	D ₁ , A
<i>Cistus crispus L.</i>	CISCRI	27	D ₂ , V
<i>Cistus ladanifer L.</i>	CISLAD	529	D ₁ , A
<i>Cistus populifolius L.</i>	CISPOP	24	D ₂ , A
<i>Cistus salvifolius L.</i>	CISSAL	126	H, HR
<i>Halimium halimifolium L.</i>	HALHAL	31	D ₁ , V
<i>Halimium umbellatum L.</i>	HALUMB	35	D ₁ , V
<i>Cupressaceae</i>			
<i>Juniperus oxycedrus L.</i>	JUNOXY	28	A, V
<i>Ericaceae</i>			
<i>Arbutus unedo L.</i>	ARBUNE	34	D ₂ , A
<i>Erica australis L.</i>	ERIAUS	51	D ₁ , V
<i>Fagaceae</i>			
<i>Quercus coccifera L.</i>	QUECOC	41	D ₂ , V
<i>Quercus rotundifolia Lam.</i>	QUEROT	127	D ₂ , V
<i>Leguminosae</i>			
<i>Cytisus multiflorus L'Her.</i>	CYTMUL	34	D ₁ , A
<i>Genista hirsuta Vahl.</i>	GENHIR	26	D ₁ , V
<i>Oleaceae</i>			
<i>Fraxinus angustifolia Vahl</i>	FRAANG	52	D ₁ , V
<i>Jasminum fruticans L.</i>	JASFRU	41	H, A
<i>Olea europaea sylvestris L.</i>	OLEEUR	58	D ₂ , V
<i>Phyllirea angustifolia L.</i>	PHYANG	45	D ₂ , V
<i>Rosaceae</i>			
<i>Pyrus bourgaeana Decne</i>	PYRBOU	36	D ₂ , V

La BR de cada planta fue cosechada manualmente, estando compuesta por los brotes anuales, fácilmente distinguibles por su color más brillante y claro, y su menor lignificación. La desecación de la BR se realizó en estufa de aire forzado a 65° C durante 72 h. Este tiempo fue suficiente debido al escaso contenido en agua de las muestras, ya que se trata de arbustivas. El pesado se realizó en una balanza electrónica con una precisión de ± 0.01 g. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el paquete XLDLAS (Sigvaldason, 1997) bajo el sistema operativo Debian GNU Linux (versión 3.0 Woody). Se introdujeron en cada especie las dos variables métricas más correlacionadas con la BR (Tabla 1), que fue el término dependiente. En el modelo de algoritmos genéticos (Mitchell, 1996), se introdujo una tasa de

mutación de 12 y un número de iteraciones máximas de 5000. El modelo de redes neuronales (Hilera y Martínez, 1995) utilizado también tuvo el mismo valor de iteraciones y se fijó el modelo para cuatro ejes o nodos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos muestran que los modelos de RN y AG fueron mejores, en un 66,6% y un 57,1% respectivamente que el mejor modelo de regresión (log-log) ensayado por nosotros con las mismas 21 especies (Tabla 1) (Patón *et al.*, 2002). Destaca especialmente el método de RN (Tabla 2) por sus altos R² respecto al modelo de AG (Tabla 3). En todos los casos los p-valores fueron menores de 0.001. Las aplicaciones de la IA en el campo de las Ciencias Agrarias, abren un horizonte interesante, ya que permiten un mejor ajuste a todo tipo de modelos matemáticos. En estudios de campo y mas particularmente en la determinación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora, parece claro que el alto número de variables y el gran número de fuentes de variación posibles nos obliga a usar métodos que "eliminen ruido o interferencia" en los datos. La IA nos brinda esta posibilidad.

Tabla 2. Resultados del modelo de Redes Neuronales. Por brevedad, sólo se representan los coeficientes de ajuste de los cuatro ejes o nodos del modelo (H1...H4), así como el índice de correlación de Pearson (r) entre los datos observados y predichos por el modelo. *: p-valor < 0.001.**

ESPECIE	H1	H2	H3	H4	r
<i>Arbustus unedo</i>	0,825	1,271	1,170	-0,748	r = 0.966 ***
<i>Cistus albidus</i>	0,314	0,207	0,263	-0,265	r = 0.861 ***
<i>Cistus crispus</i>	-0,803	-0,037	-0,451	0,739	r = 0.891 ***
<i>Cistus ladanifer</i>	0,300	0,802	-0,897	-0,527	r = 0.672 ***
<i>Cistus populifolius</i>	1,076	-0,692	0,227	0,747	r = 0.841 ***
<i>Cistus salvifolius</i>	1,415	1,719	-0,303	0,864	r = 0.894 ***
<i>Cytisus multiflorus</i>	0,759	0,300	-0,425	0,265	r = 0.993 ***
<i>Erica australis</i>	-0,778	0,402	-0,440	0,441	r = 0.997 ***
<i>Fraxinus angustifolia</i>	0,269	0,851	0,488	-0,203	r = 0.997 ***
<i>Genista hirsuta</i>	0,526	-0,579	0,193	0,652	r = 0.969 ***
<i>Halimium halimifolium</i>	-0,549	1,013	0,457	-0,672	r = 0.832 ***
<i>Halimium umbellatum</i>	0,372	-0,251	1,532	-0,854	r = 0.981 ***
<i>Jasminum fruticans</i>	0,684	-0,221	-0,709	-0,464	r = 0.962 ***
<i>Juniperus oxycedrus</i>	-0,572	0,046	0,888	-0,369	r = 0.952 ***
<i>Olea sylvestris</i>	0,974	-0,795	-0,238	-0,954	r = 0.934 ***
<i>Phyllirea angustifolia</i>	-0,159	0,521	-0,466	-0,055	r = 0.989 ***
<i>Pistacea terebinthus</i>	0,106	0,407	1,530	0,701	r = 0.993 ***
<i>Pyrus bourgaeana</i>	1,251	0,542	-0,575	-0,268	r = 0.887 ***
<i>Quercus coccifera</i>	0,811	0,175	1,339	-1,013	r = 0.986 ***
<i>Quercus rotundifolia</i>	0,856	0,172	1,002	-0,801	r = 0.964 ***
<i>Viburnum tinus</i>	-0,726	1,051	0,522	0,011	r = 0.984 ***

CONCLUSIONES

Los modelos de Algoritmos Genéticos (AG) y Redes Neuronales (RN) son idóneos en el análisis de las relaciones tamaño-biomasa ramoneable en arbustos. Ambos modelos aumentan considerablemente los ajustes respecto a los métodos estadísticos basados en regresión. Por otro lado, permiten aplicar una metodología estándar cualquiera que sea la especie considerada. De este modo al poderse estandarizar estas metodologías pueden realizarse estudios comparativos entre especies u otras fuentes de variación. Especialmente eficaz resulta el procedimiento de RN por su altos ajustes y bajos errores de estimación.

Tabla 3. Ecuaciones obtenidas con el modelo de algoritmos genéticos (AG) para cada especie y coeficientes de correlación de Pearson (r). ***: p-valor < 0.001. Por factores de escala, al objeto de usar el menor número de decimales posible, las variables altura (H), altura relativa (HR), diámetro mayor (D₁) y diámetro menor (D₂) se han medido en centímetros. El área de copa (A) en metros cuadrados y el volumen de copa (V) en metros cúbicos. La materia seca (MS) en gramos.

ESPECIE	ECUACIÓN	r
<i>Arbustus unedo</i>	MS = -24.79 -238.95 D ₂ ^{0.01} + 62.52 D ₂ ^{0.67} + 253.97 A ^{0.04}	0.731***
<i>Cistus albidus</i>	MS = -123.57 + 112.82 D ₁ ^{0.04} + 34.31 A ^{5.00}	0.882***
<i>Cistus crispus</i>	MS = -16.01 + 8.79 D ₂ ^{0.29} - 492.19 V ^{5.13} -271.18 V ^{2.30} + 257.75 V ^{1.602}	0.891***
<i>Cistus ladanifer</i>	MS = -221.73 + 176.07 D ₁ ^{0.08} + 435.53 A ^{2.34} - 422.96 A ^{2.51}	0.744***
<i>Cistus populifolius</i>	MS = -5.50 + 0.98 D ₂ ^{0.77} + 500.00 A ^{8.88} -156.78 A ^{4.22}	0.975***
<i>Cistus salvifolius</i>	MS = -471.79 + 197.80 H ^{0.31} -4.27 HR ^{0.95}	0.881***
<i>Cytisus multiflorus</i>	MS = 201.34 - 220.51 D ₁ ^{0.03} + 125.03 D ₁ ^{0.52} + 62.52 A ^{0.76}	0.993***
<i>Erica australis</i>	MS = -54.46 - 28.33 D ₁ ^{0.07} + 67.77 D ₁ ^{0.13} - 199.51 V ^{3.56} + 359.46 V ^{3.28}	0.996***
<i>Fraxinus angustifolia</i>	MS = -125.03 + 256.90 D ₁ ^{0.25} - 160.81 D ₁ ^{0.31} + 15.51 V ^{1.25}	0.991***
<i>Genista hirsuta</i>	MS = -344.20 + 274.12 D ₁ ^{0.27} - 472.04 V ^{0.04}	0.958***
<i>Halimium halimifolium</i>	MS = 6.47 - 275.34 D ₁ ^{0.07} + 404.03 V ^{0.06}	0.842***
<i>Halimium umbellatum</i>	MS = 461.91 - 462.76 D ₁ ^{0.00} - 250.79 V ^{1.67} + 114.65 V ^{0.85} + 494.14 V ^{3.13}	0.969***
<i>Jasminum fruticans</i>	MS = -149.57 -140.29 H ^{0.19} + 260.07 H ^{0.14} -219.78 A ^{3.17} + 151.77 A ^{2.53} + 94.87 A ^{5.74}	0.854***
<i>Juniperus oxycedrus</i>	MS = 403.18 + 156.17 A ^{0.51} - 425.89 A ^{0.46} + 237.97 V ^{0.39} -376.31 V ^{0.05}	0.858***
<i>Olea sylvestris</i>	MS = -294.51 + 356.17 D ₂ ^{0.06} -126.86 V ^{0.01} + 38.95 V ^{1.38} -11.11 V ^{1.64}	0.928***
<i>Phyllirea angustifolia</i>	MS = 249.82 -336.26 D ₂ ^{0.06} + 58.97 V ^{1.15} + 237.12 V ^{0.10}	0.990***
<i>Pistacea terebinthus</i>	MS = 21.61 -15.63 D ₂ ^{0.00} + 161.17 A ^{2.05} -168.74 A ^{1.95}	0.984***
<i>Pyrus bourgaeana</i>	MS = -392.67 + 352.63 D ₂ ^{0.01} - 54.95 D ₂ ^{0.10} + 164.23 V ^{0.08} - 0.24 V ^{3.09}	0.836***
<i>Quercus coccifera</i>	MS = -252.75 + 246.15 D ₂ ^{0.02} -353.48 V ^{2.55} + 37.49 V ^{3.01} + 373.63 V ^{2.46}	0.999***
<i>Quercus rotundifolia</i>	MS = 251.53 - 230.89 D ₂ ^{0.02} - 384.25 V ^{4.38} + 347.74 V ^{1.18} + 222.83 V ^{10.00}	0.967***
<i>Viburnum tinus</i>	MS = 176.92 -140.78 H ^{0.07} + 15.63 V ^{1.25}	0.983***

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GRAYBILL, F.A.; IYER, H.K., 1994. *Regression Analysis. Concepts and applications*. Duxbury Press, 650 pp. Belmont (USA).
- HILERA J.R.; MARTÍNEZ V.J., 1995. *Redes Neuronales Artificiales: Fundamentos, Modelos y Aplicaciones*. Rama. 186 pp. Madrid (España).
- JOBSON, J.D., 1991. *Applied multivariate data analysis. Vol. I: Regression and Experimental Design*. Springer-Verlag. 621 pp. New York (USA).
- MAC CRACKEN, J.G.; VAN BALLEMBERGHE, V., 1993. Mass-diameter regression for moose browse on the Copper River Delta, Alaska. *Journal of Range Management* **46**, 302-308.
- MCMAHON, T.A.; BONNER, J.T., 1986. *Tamaño y Vida*. Selecciones de Investigación y Ciencia. Prensa Científica, 140 pp. Barcelona (España).
- MITCHELL, M., 1996. An Introduction to Genetic Algorithms. En: *Genetic Algorithms. An Overview*, 1-33. Ed. M. MITCHELL. MIT Press. Cambridge, Massachusetts (USA).
- PATON, D., NUÑEZ-TRUJILLO, J., MUÑOZ, A., TOVAR, A., 1998. Determinación de la biomasa forrajera de cinco especies del género *Cistus* procedentes del Parque Natural de Monfragüe mediante regresiones múltiples. *Archivos de Zootecnia*, **47**(177), 95-105.
- PATON, D.; NUÑEZ, J.; BAO, D.; MUÑOZ, A., 2002. Forage biomass of 23 shrub species from monfragüe Natural Park (Sw Spain) assessed by log-log regression models. *Journal of Arid Environments* (en prensa).
- ROBLEDO, A.; RIOS, S.; CORREAL, E., 1990-91. Estimación de biomasa en los matorrales de albaida (*Anthyllis cytisoides*) del Sureste de España. *Pastos* **20-21**(1-2), 107-129.

SIGVALDASON, T., 1997. *Xldlas v0.80. A program for statistics*. Humboldt Open Computing. 21 pp. Cambridge, Massachusetts (USA).

THE USE OF ARTIFICIAL INTELIGENCE TECHNIQUES IN THE ANALYSIS OF PHYTOMASS-SIZE RELATIONSHIP OF MEDITERRANEAN SHRUBS

SUMMARY

Two procedures of Supercomputing based in Artificial Inteligence: Neural Networks (RN) and Genetic Algorithms (GA) are applied to the analysis of phytomass-size relationships of Mediterranean shubs from Extremadura region (Southwestern Spain). Both procedures show highs R^2 values with p-values < 0.001 . With this type of analysis we have a simple, fast and standard methodology for the analysis of this relevant information basic in the analysis of carrying capacity.

Key words: genetic algorithms, neural networks, species, shrubs, Extremadura.

MODELIZACIÓN DE UN SISTEMA AGROFORESTAL: EL CASO MONTE MEDITERRÁNEO-POBLACIÓN DE CIERVOS EN LOS QUINTOS DE MORA (TOLEDO)

M. MARTÍNEZ JAUREGUI¹, A. SAN MIGUEL AYANZ¹ Y S. ROIG GÓMEZ²

¹Departamento de Silvopascicultura. UPM. E.T.S.I Montes. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid.

asanmiguel@montes.upm.es ²Departamento de Silvopascicultura. UPM. E.U.I.T. Forestal. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. sroig@forestales.upm.es.

RESUMEN

Se ha elaborado un modelo preliminar del sistema agroforestal monte mediterráneo-población de ciervos, a partir de datos reales de la finca Los Quintos de Mora (Toledo), comprobando que permite predecir el funcionamiento del sistema tanto de forma integrada como parcial (por sectores), con resultados satisfactorios y coherentes con el conocimiento previo que se tiene del sistema.

Los resultados de la aplicación del modelo permiten considerarlo como una herramienta utilizable en la docencia e investigación, y como un paso más en el desarrollo de sistemas expertos de gestión de sistemas agroforestales.

Palabras clave: simulación, gestión de poblaciones, gestión de vegetación.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales surgen con el inicio de las civilizaciones humanas y en su evolución se han ido diversificando y perfeccionando. El hecho de que hayan perdurado a lo largo de siglos, da una idea de su versatilidad y multifuncionalidad, conseguidos mediante el equilibrio entre conservación y gestión.

El sistema agroforestal monte mediterráneo-caza presenta grandes expectativas de futuro por ser la caza un producto de calidad, compatible con la conservación del medio natural y reportar beneficios a los propietarios en un escenario de demanda creciente (San Miguel, 1995):

Existen estudios parciales del sistema como la dinámica de población de ciervos (Pérez-Carral, 1997), sus necesidades alimenticias en cantidad y calidad (Zamora, 1973; Caballero, 1985; Pérez-Carral, 1997), la relación de las necesidades de las reses con la oferta de alimento del medio y el ramoneo (Osoro y Martínez, 1994; Soriguer *et al.*, 1994; San Miguel, 1995), la influencia de la carencia de alimento sobre el desarrollo de la población de ciervos, la fertilidad y el estado sanitario (Soriguer *et al.*, 1994). Entendiendo el sistema agroforestal como un conjunto de recursos y productos, el modelo preliminar que ahora se presenta permite ver que se puede abordar la modelización de los sistemas agroforestales y que resulta útil para realizar simulaciones predictivas acerca del funcionamiento del sistema.

MATERIAL Y MÉTODOS

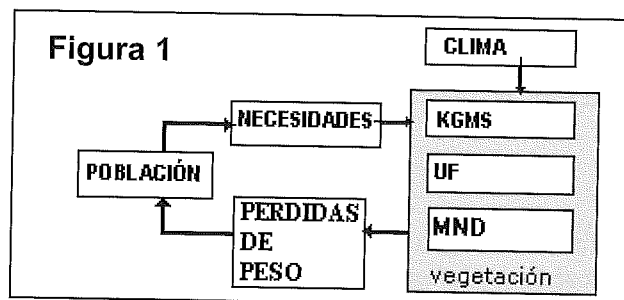
El modelo pretende reflejar la realidad de un sistema agroforestal concreto: monte mediterráneo-población de ciervos, a partir de datos reales de la finca Los Quintos de Mora (Los Yébenes, Toledo).

La finca posee 6864 ha. Tiene encinar extremeño (*Pyro-Quercetum rotundifoliae*) como vegetación potencial principal y sus etapas de sustitución son: mancha mediterránea, jaral-brezal, jaral-romeral y tomillar-cantuesar. Según años es posible encontrar cuatro tipos de clima (Allué, 1990): Mediterráneo genuino, subnemoral, substepario y Nemoromediterráneo genuino. La principal actividad es la cinegética y por tanto, las actuaciones en el monte: caza, resalvos y siembras (San Miguel, 1995) se enfocan con este objetivo.

El modelo se ha llevado a cabo con el soporte informático Stella II, High Performance System. Este programa proporciona las herramientas para construir un modelo con cuatro niveles de información: uno de presentación, desde donde el usuario puede interactuar con el modelo; otro donde quedan expresadas las relaciones cualitativas; un tercer nivel donde quedan definidas las relaciones cuantitativas; y un cuarto, donde se encuentra desglosada toda la formulación del modelo.

El modelo está formado por un entramado de variables o elementos del sistema que se relacionan entre sí y quedan agrupadas en cuatro sectores o espacios temáticos: población de ciervos, necesidades de los mismos, vegetación y clima. De esta forma, se entiende que el sector población de ciervos se relaciona con el sector vegetación a través de la dieta (dada por las necesidades), la oferta del medio en pastos herbáceos se encuentra caracterizada por el tipo de clima e influye sobre la población mediante las pérdidas o ganancias de peso (Figura 1).

Figura 1: Esquema de los grandes sectores del modelo y sus relaciones cualitativas.



El sector clima se ha definido asociando a cada tipo de clima de la finca, una producción mensual por hectárea de cada tipo de alimento según San Miguel (1995).

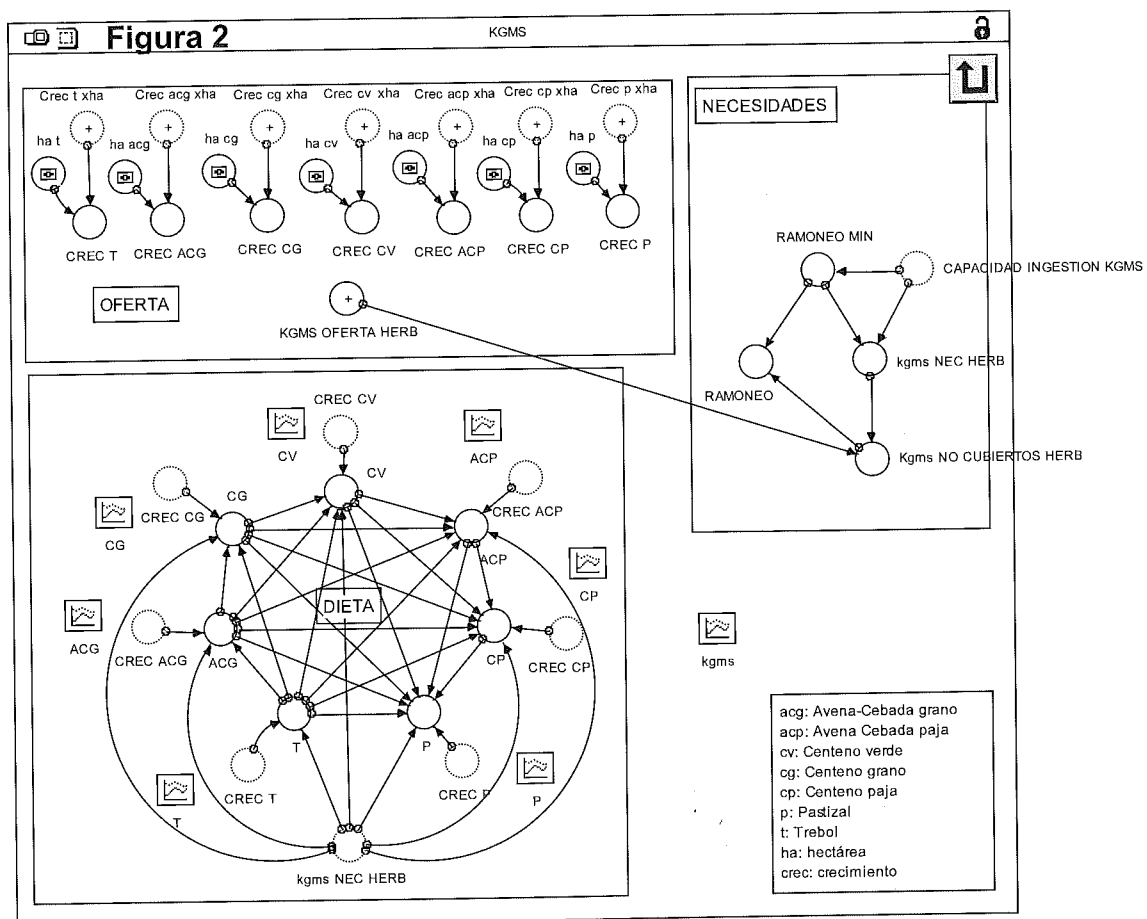
La población de ciervos se ha clasificado por clases de edad (gabatos, varetos o primalas y adultos) y sexo, y se han definido como variables acumulativas de número de individuos, con un flujo de entrada (nacimientos o entradas desde la clase de edad anterior) y otro de salida (correspondiente a la mortalidad, la caza y el paso a la siguiente clase de edad). La población inicial (en torno a las 35 reses/100 ha) y las tasas consideradas en este sector se han tomado de censos realizados en la finca (ETISA, 1993).

El sector necesidades de la población se ha construido teniendo en cuenta que la alimentación de las reses queda descrita en cantidad, por los kilogramos de materia seca (kgMS), y en calidad, por las Unidades Forrajeras (UF) y Materias Nitrogenadas Digestibles (MND). En la estimación de las necesidades en volumen (necesidades en kgMS) se ha considerado que el ciervo tiene una capacidad de ingestión máxima diaria dependiente de su peso en vivo (Zamora, 1993; Pérez-Carral, 1997). Y, para obtener el peso vivo de la población, se ha asociado un peso medio a cada una de las clases definidas en el sector población de ciervos (Rodríguez Vigal, com.pers.). Para el análisis de las necesidades en UF y en MND se ha asociado a cada clase de ciervos, las necesidades medias a lo largo

del ciclo (Caballero, 1985; Pérez-Carral, 1997), que sumadas resultan las necesidades mensuales de la población en energía y proteínas.

Por último, la vegetación se ha dividido en tres subsectores distintos. En el subsector kgMS (Figura 2) se han tomado las producciones mensuales por hectárea para cada tipo de alimento herbáceo calculadas en el sector clima, a las que se han asociado las hectáreas existentes, obteniendo así la oferta mensual en pastos herbáceos del medio. Por otra parte, se ha calculado la cantidad de kgMS mensuales necesarios a cubrir con pastos herbáceos como la diferencia entre las necesidades en kgMS de la población y un ramoneo mínimo siempre existente y se ha comparado con la oferta mensual en herbáceas del medio para cuantificar los kgMS no cubiertos con las herbáceas. Este valor, sumado al ramoneo mínimo, cuantifica el ramoneo total en kgMS producido en la finca al mes. Además se ha estimado la dieta de la población de ciervos, a través de una definición de prioridades, meramente teórica, en la elección del alimento, que tiene en cuenta su fenología y palatabilidad (San Miguel, 1995). De esta forma, al comparar las ofertas mensuales de cada uno de estos alimentos en el orden establecido, con las necesidades mensuales en herbáceas a cubrir, queda definida la dieta.

Figura 2: Variables que conforman el subsector kgMS del modelo (contribución en kgMS a la dieta de Avena Cebada grano (acg), Avena Cebada paja (acp), Centeno verde (cv), Centeno grano (cg), Centeno paja (cp), Pastizal (p), Trébol (t), producción durante el período de simulación de kgMS/ha del alimento i (crec i x ha), hectáreas del alimento sembrado (ha (i), producción durante el período de simulación de kgMS del alimento i en la finca (CREC i)).



Para la construcción de los subsectores UF y MND se ha tenido en cuenta la dieta de la población de ciervos en kgMS, la oferta de pastos herbáceos en kgMS y los factores de conversión UF/kgMS y MND/kgMS para cada tipo distinto de vegetación (Pérez-Carral, 1997). Relacionando estas variables se ha obtenido la contribución de cada tipo de vegetación en UF y MND, a la oferta y a la dieta. En el subsector UF queda también definida la variable pérdida o ganancia de peso de la población, a través de un índice fijo.

El usuario del modelo puede interactuar con el modelo en el nivel de presentación a través de una serie de variables: las tasas de caza (sector población de ciervos), el tipo de clima (sector clima), las hectáreas de los cultivos que se implantan (sector vegetación), y por último, la cantidad de tiempo que transcurre en la estimación de la evolución del sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado es un modelo preliminar (Martínez, 2001) donde quedan expresadas de manera cualitativa y cuantitativa, mediante diagramas, tablas y gráficas, las relaciones existentes entre elementos que conforman este sistema agroforestal. El modelo permite realizar simulaciones de tiempo variable, pudiendo establecer valores aproximados, o al menos tendencias, de los elementos que queramos estimar (como número de individuos, cantidad de ramoneo, pérdidas de peso de la población,...) en función de la gestión (hectáreas cultivadas y tasas de caza) y las condiciones climáticas supuestas.

Para mostrar la potencialidad del modelo, se expone un ejemplo práctico de simulación de seis años con las condiciones expuestas en la Tabla 1, que pueden ser fijadas por el usuario del modelo en el nivel de presentación del mismo. El resultado queda expresado en la Figura 3.

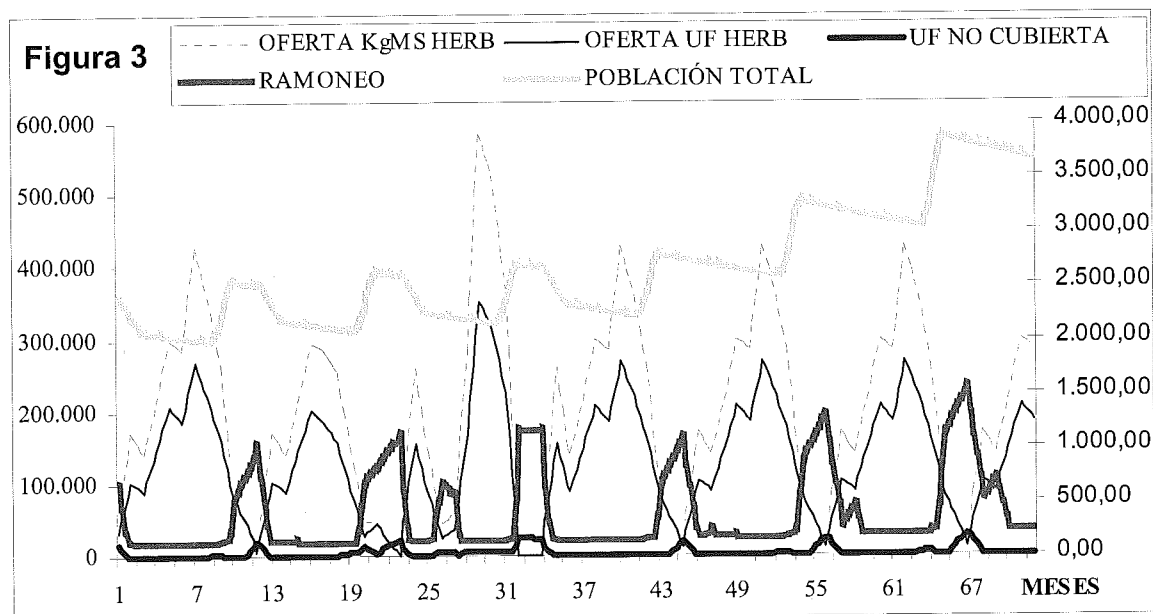
Tabla 1: Condiciones para la simulación del ejemplo práctico propuesto en la discusión del modelo

Año	Tipo Clima	Siembras	Tasas de caza
1	Normal	Según San Miguel, 1995	Según Pérez-Carral, 1997
2	Primavera mala	Según San Miguel, 1995	Según Pérez-Carral, 1997
3	Normal	No hay siembras	Según Pérez-Carral, 1997
4	Normal	Según San Miguel, 1995	Nulas
5	Normal	Según San Miguel, 1995	Nulas
6	Normal	Según San Miguel, 1995	Nulas

Entre el año uno y dos se observa una diferencia en la oferta de herbáceas tanto en cantidad como en calidad, a través de las diferentes tendencias en las curvas de oferta de kgMS y UF de pastos herbáceos. La población se mantiene más o menos estable, por lo que con las mismas necesidades de los ciervos y distinta oferta herbácea del medio se observa un incremento en UF no cubiertas con la dieta y un aumento en los kgMS ramoneados, lo que implica pérdidas de peso en los individuos de la población de ciervos y dificultades en la regeneración de la vegetación. En este período, el modelo permite cuantificar la influencia de las variaciones climáticas sobre la vegetación, la presión de las reses sobre el monte mediterráneo, y en último término, la dieta y la evolución de la población de ciervos.

La comparación de los años uno y tres muestra la influencia de la distinta oferta herbácea del medio en cantidad y calidad (en el año tres no se siembran cultivos), y cómo las siembras suplen el ramoneo intenso que se produciría en el verano e invierno de un año con estas condiciones de clima y densidad de reses.

Figura 3: Representación gráfica de variables resultado de una simulación de seis años bajo las condiciones expresadas en la Tabla 1: Oferta de kgMS de pastos herbáceos; Oferta de UF de pastos herbáceos; UF no cubiertas con la dieta; Ramoneo total en la finca (kgMS); y Número de individuos de la población total (eje de coordenadas derecha).



Por último, la simulación de la supresión de caza de los años cuatro, cinco y seis permiten ver el aumento exponencial del número de individuos que se produciría en la población de ciervos. Ante la misma oferta en cantidad y calidad de pastos herbáceos que en el año uno, se observa cómo el ramoneo y las UF no cubiertas con la dieta aumentan con la población, signo de degradación del monte y de la propia población.

CONCLUSIONES

El modelo preliminar propuesto muestra la potencia de los modelos como herramienta en la investigación, al realizar un planteamiento integral del sistema e identificar relaciones y datos poco conocidos; en la gestión, pues es un paso más hacia la generación de sistemas expertos para este tipo de actuaciones; y en la docencia, al permitir una fácil visualización de las relaciones entre elementos y de las repercusiones de una modificación en elementos del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUÉ ANDRADE, J.L., 1990. *Atlas fitoclimático de España*. INIA, Madrid.
- CABALLERO, R., 1985. *Hábitat y alimentación del ciervo en ambiente mediterráneo*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA, Madrid.
- ETISA, 1993. *Datos básicos para la elaboración de un plan de gestión de la población de ciervos en Los Quintos de Mora (Los Yébenes, Toledo)*. ICONA:Doc.no publicado. Madrid.
- MARTÍNEZ JAUREGUI, M., 2001. *Modelización de un sistema agroforestal: el caso monte mediterráneo-población de ciervos en Los Quintos de Mora (Toledo)*. Proyecto fin de carrera. ETSI.Montes, Madrid. Doc. No publicado.
- OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., 1994. Efecto de la presión de pastoreo y del porcentaje de pasto mejorado disponible en el rendimiento animal de ovinos y caprinos. *Actas de la XXXIV Reunión científica de la SEEP*, pp.337-342. Santander.

PÉREZ CARRAL, C., 1997. *Ordenación silvopastoral del Monte Mediterráneo para la caza del ciervo. Bases biológicas y uso de sistemas de información geográfica. Aplicación al centro "Los Quintos de Mora" (Los Yébenes, Toledo)*. Tesis doctoral. ETSI.Montes, Madrid.

SAN MIGUEL, A., 1995. (Coord). *Ordenación de los pastizales naturales y artificiales de los "Quintos de Mora" (Los Yébenes, Toledo) para la caza mayor*. Departamento Silvopascicultura. UPM.Doc. No publicado.

SORIGUER, R.C.; FANDOS, P.; BERNALDEZ, E.; DELIBES, J.R., 1994. *El ciervo en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

ZAMORA, M., 1973. *Aplicación al conocimiento de las posibilidades productivas del ciervo (Cervus elaphus L.)*. Tesis doctoral. Fac. Veterinaria, Universidad de Córdoba.

AN AGROFORESTRY SYSTEM MODEL: MEDITERRANEAN FOREST-DEER POPULATION CASE IN "LOS QUINTOS DE MORA (TOLEDO)"

SUMMARY

A preliminary model of an agroforestry system: the mediterranean forest-deer population system has been developed with real data available from "Los Quintos de Mora" (Toledo). The model allows to forecast the system behaviour in a global and partial way (through different sectors). Good results have been obtained according to previous knowledge of the system.

The model application can be considered as an useful tool for educational and research purposes. It is also an approach to agroforestry expert management systems.

Key words: simulation, population management, vegetation management.

CAMBIOS DE USO EN LAS SUPERFICIES PASTORALES DE UN MUNICIPIO DE MONTAÑA EN LOS ÚLTIMOS 50 AÑOS: EL CASO DE ESPOT (LLEIDA)

R. FANLO, C. CHOCARRO, G. MASIP Y M. CASTELLÓ

Dpto. de Producción Vegetal y Ciencia Forestal. Universitat de Lleida.

Avda. Rovira Roure 177. 25198 Lleida

RESUMEN

En las zonas de montaña europea se ha ido produciendo un abandono continuo de las superficies forrajeras, debido al proceso de despoblación y al consiguiente descenso de la cabaña ganadera (Price, 1995). El proceso de abandono, desde el punto de vista de la gestión pastoral, supone que primero se dejarían de trabajar las peores parcelas (mala orientación, pequeño tamaño, gran pendiente, factores que limitan la producción), posteriormente las de características intermedias y, por último, las mejores. Pero pueden existir fenómenos socio - económicos, que tengan mayor incidencia en el abandono que las características estrictamente ligadas a la producción. Este es el caso del municipio de Espot (Pirineo de Lleida), en donde el proceso no se ha originado de una forma selectiva, sino de una forma brusca debido a la creación, en su territorio, del Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de San Maurici.

Palabras clave: abandono, prados, pastos, historia reciente.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 100 años, el número de animales de muchas zonas de montaña ha disminuido de forma drástica⁵ debido a diferentes causas, tales como la emigración de sus habitantes a las ciudades, cambios en la gestión agrícola - ganadera o aparición de otras fuentes de ingresos como el turismo (Bas *et al.*, 1996; Jodha, 1997), creando, a veces, una serie de conflictos económicos, sociales y culturales (Riera, 1994).

Esto puede hacer suponer que las superficies, anteriormente utilizadas como pasto o prados, con peores condiciones para la producción de forraje, debido a su pequeño tamaño, altitud, gran inclinación, mala comunicación o escasa profundidad de suelo; habrían sido las primeras en abandonarse. Más tarde, si el proceso de abandono continuó, las zonas; que podríamos denominar de aptitud media para la producción; habrían seguido el mismo camino (García-Ruíz y Lasanta, 1990; Soriano, 1994)

El objetivo del presente trabajo es intentar establecer una escala del proceso de abandono, basada en características topográficas, de tamaño y orientación; de las diferentes parcelas de pastos y prados del municipio de Espot (Pallars Subirà, Lleida), que podría, ser extrapolado a otros municipios de montaña. El problema es que el municipio elegido para el estudio posee, desde 1955, un Parque

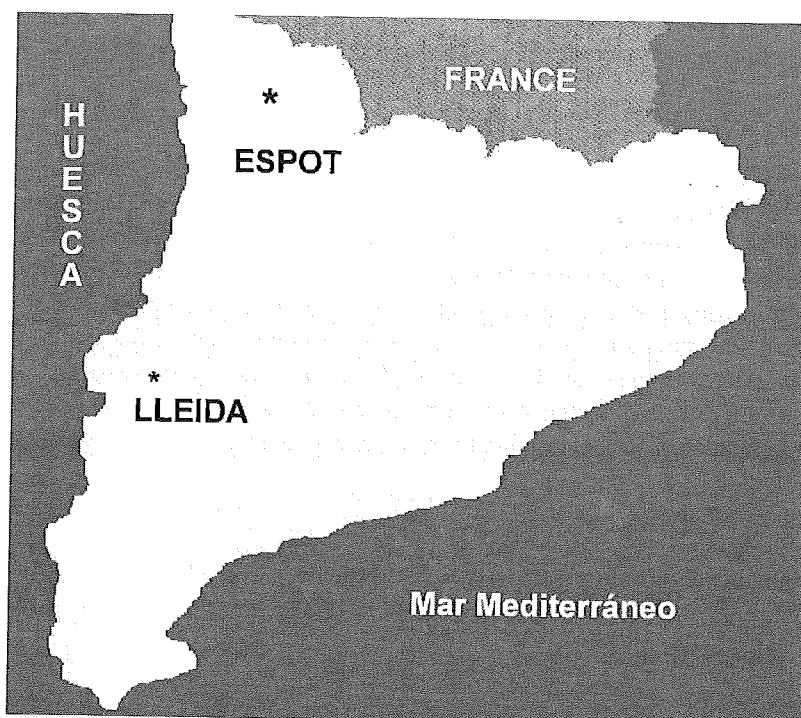
⁵ En el municipio estudiado se ha pasado de unas 260 vacas y 4000 ovejas, en los años cincuenta; a 188 y 2500 respectivamente en la actualidad.

Nacional en su territorio (Fernández y Pradas, 1996), lo que ha significado un gran elemento perturbador desde el punto de vista de los cambios de uso acaecidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra situada en la comarca del Pallars Sobirà, en la zona del Pirineo de Lleida. Parte del Parque Nacional y de su área periférica, están incluidas en su término municipal. El presente trabajo se centra en la pradería (de 598,90 ha) del municipio de Espot, que es utilizada por los vecinos de los dos núcleos urbanos que lo forman: Espot y Estáis (Figura 1).

Figura 1.- Localización del municipio de Espot



En ella se distinguieron los siguientes usos: sólo pastoreo, prados de secano, de regadío, matorral, bosque, cultivo de cereal, huertos, terreno urbano e improductivo. Se define como improductivo, aquellas superficies que no están cubiertas por vegetación, factible de ser aprovechada, como torrenteras, pedrizas etc. Quedan excluidos de este trabajo los pastos supraforestales o "puertos", ya que durante el periodo estudiado no cambiaron de uso.

Las fuentes de información utilizadas han sido:

- mapas y ortofotomapas Escala 1:5000
- mapa de cultivos y aprovechamientos (Esterrí d'Aneu)
- catastro sobre fotografía aérea del año 1957
- libro de "células de la propiedad del año 1959"
- fotografías aéreas de los años 1957 y 2000, y ortofotos de 1999
- recorridos de campo durante los veranos de 2000 y 2001 para ratificar el uso actual

Gracias a este material de partida, y utilizando los programas de información geográfica CartaLinx y ArcView versión 3.1, se obtuvo el mapa de base a escala 1:5000 que contenía las 726 parcelas estudiadas (598,90 ha). Posteriormente, se han elaborado los correspondientes mapas de cada año, así como las bases de datos asociadas que han permitido el cálculo de todas las superficies según los tipos de usos establecidos y generar una escala de clases en función de su tamaño.

Para poder detectar los cambios según la pendiente de las parcelas y su orientación, se partió de la elaboración de un MDT; digitalizando en el mapa de 1:5000 y adjuntando las curvas de nivel desde una base digital (Castelló, 2000). La base de datos asociada ha permitido calcular el valor de las superficies que han cambiado de uso y sus características medias de orientación, pendiente y altitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la distribución de las parcelas según los rangos de pendiente y orientaciones establecidos, y la Tabla 2 la correspondiente al tamaño de las parcelas. Como puede comprobarse, más del 50 % de la superficie de la pradería tiene exposición de solana, un 38 % posee pendientes inferiores al 20%. El tamaño medio de las parcelas es relativamente pequeño, pues un 76 % son menores de 0,5 ha.

Tabla 1. - Características de orientación y pendiente de las parcelas de la pradería del municipio de Espot (Pirineo de Lleida)

Orientación	Pendiente media (%)				
	superficie (ha)	nº de parcelas	superficie (ha)	nº de parcelas	
N	3,63	21	1-10	46,7	96
NE	68,87	160	10-20	132	280
E	124,7	88	20-30	213,9	284
SE	98,19	147	30-40	206,1	65
S	128,21	137	40-50	0,07	1
SW	166,34	149			
W	7,86	16			
NW	0,96	8			
	Superficie total	Parcelas totales		Superficie total	Parcelas totales
	598,90	726		598,90	726

Tabla 2. - Tamaño de las parcelas de la pradería de Espot (Pirineo de Lleida)

Tamaño de las parcelas	nº de parcelas	Porcentaje de la pradería
< 0,1 ha	97	13,36
< 0,25 ha	237	32,64
< 0,5 ha	221	30,45
< 1 ha	110	15,16
< 2 ha	36	4,95
< 10 ha	19	2,62
> 10 ha	6	0,82
Parcelas totales		
	726	100

Se ha cuantificado la superficie destinada a cada uso en los dos períodos de estudio (1957 y 2000), analizando el cambio (incremento o decremento) de cada uno de ellos. En la Tabla 3 se reflejan los porcentajes dedicados a cada utilización según años, así como la variación temporal. La fotografía aérea no permitió distinguir superficie de huertos en los años cincuenta.

Tabla 3. - Distribución de usos del suelo (%) en la pradería del municipio de Espot durante los años 1959 y 2000

Usos del suelo	1959	2000	Cambios desde 1959 a 2000
Parcelas de pasto	11,72	28,95	+
Prados de secano	1,34	8,53	+
Prados de regadío	12,65	2,75	-
Matorral	4,98	17,83	+
Bosque	14,16	17,38	+
Cultivo de cereal	32,70	0	+
Huertos	0	0,10	+
Terreno urbano	1,58	3,59	+
Improductivo	20,87	20,87	=

Como muestra la Tabla 3 muy claramente, se pasa en los años cincuenta de una economía de subsistencia (alto porcentaje de superficie dedicada a la producción de cereal para auto consumo) a una economía de mercado en el 2000.

El aumento de la superficie de matorral, al igual que la del bosque, son un buen indicador del abandono del uso pastoral de las parcelas. El incremento del número de parcelas de pasto y prados de secano, junto a la disminución de superficie utilizada como prados de regadío (que exigen una mayor dedicación y trabajo), nos indican una menor dedicación a la actividad rural; debido a que parte de la jornada laboral, de muchos ganaderos, la realizan en el servicio de transporte de turistas (taxis) que visitan el Parque Nacional. Este turismo, también es el responsable de la duplicación del terreno destinado a uso urbano.

Una vez que se han visto los resultados globales de los cambios acaecidos, cabe preguntarse si hay algunas características, propias de las parcelas, que induzcan determinados usos. La Tabla 4 muestra la transformación de las superficies de cereal y de prados de regadío del año 1957 al 2000, que han disminuido en el periodo de tiempo estudiado, así como sus características topográficas medias. Sólo se indican aquellos cambios que implican a superficies mayor de una hectárea.

Tabla 4. - Transformaciones de las superficies de cultivo de cereal y prados de regadío de 1957 a 2000

Tipo de cambio	Porcentaje sobre el total de la pradería	Superficie (ha)	nº de parcelas	Orientación	Pendiente (%)	Tamaño (ha)
cereal ⇒ pasto	20,20	121	270	S	23,64	0,449
cereal ⇒ prado seco	8,15	48,86	83	SE	13,05	0,588
cereal ⇒ matorral	3,62	21,71	58	SE	23,39	0,374
cereal ⇒ terreno urbano	0,42	2,55	13	S - SW	9,64	0,196
prado de regadío ⇒ matorral	4,85	29,05	77	NE - E	14,73	0,377
prado de regadío ⇒ pasto	2,49	14,97	31	SE	16,09	0,483
prado de regadío ⇒ terreno urbano	1,34	8,08	10	E - SE	6,14	0,808

El análisis de varianza realizado con los factores: orientación, pendiente y tamaño, no ha detectado diferencias significativas para los cambios preferenciales, tanto de las parcelas de cereal como de los prados de regadío. A la vista de estos resultados, podemos decir que las variables utilizadas no explican los tipos de cambios de uso ocurridos, posiblemente debido a la gran heterogeneidad de tamaños, pendientes y orientaciones de las parcelas.

CONCLUSIONES

La presencia, en el municipio estudiado, de un foco de atracción turística tan importante como un Parque Nacional, no ha fomentado ni mantenido aquellas actividades compatibles con el medio, que permitirían una integración entre el paisaje agrícola de montaña y el forestal, sino que ha significado un abandono casi total de la gestión de pastos y prados, independientemente de las características topográficas de las parcelas.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo se enmarca dentro el proyecto de investigación FEDER 2FD97-0815 "Bases ecológicas para una gestión compatible entre diversidad y producción en prados y pastos pirenaicos".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAS, J.; MORENO, A.; MARTÍNEZ, J.; FANLO, R., 1996. *La ramaderia al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*. ETSEA. Universitat de Lleida (España)
- CASTELLÓ, M., 2000. *Evolució dels usos del sòl en prats i pastures en el terme municipal d'Espot (Lleida)*. PFC. Universitat de Lleida (España)
- FERNÁNDEZ, J.; PRADAS, R., 1996. *Los Parques Nacionales Españoles. Una aproximación histórica*. Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid (España)
- GARCIA-RUIZ, J.M. LASANTA, T., 1990. Land-use changes in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*, **10(3)**, 276-279
- JODHA, N.S., 1997. Mountain agriculture. In: *Mountains of the World. A global priority*. Ed. B. Messerli and J.D. Ives: 495. New York: Parthenon Publisher Group (USA)
- PRICE, M.F., 1995. *Mountain research in Europe: an overview of MAB research from the Pyrenees to Siberia (Man & Biosphere Series; vol. 14)*. UNESCO and Parthenon Publishing. New York (USA)
- RIERA, P., 1994. Conclusiones del grup de treball sobre desenvolupament socio-econòmic de la Zona d'influència. In: *III Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*, 287-290. Ed. DARP. Lleida (España)
- SORIANO, J.M., 1994. *Efectes des depoblament sobre el medi físic d'un territori de muntanya (Tuixén, Parc Natural Cadí - Moixeró): estudi de la variació de la fertilitat del sòl en camps de conreu abandonats*. Ed. UAB. Bellaterra (España)

LAND USE CHANGES IN MOUNTAIN VILLAGE RANGELANDS THE LAST 50 YEARS: THE ESPOT CASE (LLEIDA)

SUMMARY

Land use changes from the rangeland surfaces were derived from interpretation of aerial photographs taken in 1957 and 2000 of the Espot area (Spanish Pyrennes). The impact of new National Park creation (in 1957) doesn't allow to establish any relation between the land use changes and the size, altitude or slope of the rangeland surfaces. The results explain that the changes has been driven by the impact from the new tourist activity.

Key words: abandon, meadows, pastures, recent history.

USO DE LA VEGETACIÓN POR LOS HERBÍVOROS SILVESTRES Y DOMÉSTICOS EN LA SIERRA DE GREDOS

T. MARTÍNEZ MARTÍNEZ

Instituto Madrileño de Investigación Agraria (IMIA). Consejería de Economía, Apdo 127. 28800 Alcalá de Henares. Madrid. Espada. e-mail: teodora.martinez@imia.comadrid.es

RESUMEN

Se estima la utilización de las distintas especies vegetales por los herbívoros, así como los daños observados en las plantas en la vertiente norte de la Sierra de Gredos. El estudio se realiza en las cuatro estaciones siguiendo el método establecido por Anderson y Walker (1974). Tanto la utilización de las especies herbáceas como los daños fueron más bajos en primavera e invierno que en verano y otoño, especialmente en los cervunales. Dicho efecto se debe al aprovechamiento de los pastizales por el ganado vacuno. La utilización (ramoneo) de las especies leñosas y los daños observados por fuego u otras causas fueron mayores en las plantas que constituyen el brezal que en las del piornal. En invierno, ambos hábitats habrían sido más utilizados por la cabra montés, mientras que en verano el mayor uso lo realiza la cabra doméstica. Algunas de las especies más utilizadas también han presentado daños elevados. Este fenómeno no ha sido generalizado, ya que se han observado especies bastante utilizadas y muy poco dañadas.

Palabras clave: utilización de la vegetación, daños, pasto herbáceo, matorral.

INTRODUCCIÓN

Las grandes áreas de vegetación natural en las que conviven grandes fitófagos están sometidas a un grado de utilización (pastoreo-ramoneo) que es necesario evaluar para llevar un manejo adecuado de las poblaciones de herbívoros y a la vez poder evitar un impacto o deterioro considerable de las comunidades vegetales, que provocaría cambios en la composición y estructura de la vegetación. El objetivo del estudio fue estimar el grado de utilización y de daños producido por los herbívoros en la vegetación. La utilización se definió como porcentaje de planta consumida por los ungulados de la zona, de esta forma, se pueden analizar las relaciones que se establecen entre los herbívoros y la vegetación en un periodo de tiempo determinado. En este caso en una zona de montaña muy desforestada con abundantes pastizales y amplias manchas de matorral prácticamente monoespecífico. El análisis de la utilización de la vegetación por otra parte, da pautas y permite conocer las especies preferidas por el conjunto de fitófagos del área correspondiente.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica en la vertiente norte del Macizo Central de la Sierra de Gredos (provincia de Avila), entre 1.500 y 2.400 m de altura; su descripción se encuentra en Martínez (2001). En un mapa de vegetación (escala 1:50.000) se definieron distintos tipos de vegetación según el gradiente altitudinal y la heterogeneidad de las comunidades vegetales. Los itinerarios y/o parcelas de

muestreo se establecieron en los distintos tipos de vegetación y considerando también la distribución de la cabra montés y del ganado doméstico. El uso de la vegetación se evaluó independientemente en los dos únicos estratos de la zona, el herbáceo y el arbustivo, mediante un muestreo sistemático. Se consideró como uso, el grado de utilización y de daños producido por los herbívoros en la vegetación. El grado de utilización se definió como porcentaje de planta consumida o utilizada por los ungulados del área correspondiente y los daños se definieron como parte de planta tronchada, arrancada, pisada o muerta. Para evaluar el impacto de uso (tanto por utilización como por daños) se empleó el método seguido por Walker (1976). Generalmente, cuando se evalúan variables en la vegetación se requiere de la elección de un número determinado de clases de intervalo en las que puedan encuadrarse las plantas a evaluar. Según Anderson y Walker (1974), la escala favorable es la de 8 puntos con clases de intervalo desiguales (tabla 1a).

Tabla 1a. Escala de 8 puntos utilizada en este trabajo.

Categoría	% de planta utilizada o dañada
1	No utilización
2	1 - 10
3	11 - 25
4	26 - 50
5	51 - 75
6	76 - 90
7	91 - 99
8	Muerta o completamente arrancada

Vegetación herbácea

La evaluación del uso de la vegetación herbácea se llevó a cabo durante cuatro períodos del año (finales de abril, junio, julio y finales de septiembre). Dichos períodos se consideraron como finales de invierno, primavera, verano y principios de otoño respectivamente. Se establecieron nueve transectos o itinerarios de muestreo de 500 m de longitud por 1 m de anchura. El comienzo del transecto 1º fue señalado con una estaquilla marcada que definió su dirección y estableció la primera unidad de muestreo. A partir de ésta, cada 20 metros se colocaron estaquillas sucesivas con el objeto de evaluar los posibles cambios de composición y utilización del estrato herbáceo en sucesivos períodos de tiempo. En cada unidad de muestreo se colocó un marco de 1 m² centrado junto a cada una de las estaquillas. Seguidamente se evaluó la utilización y el estado (daños) de las distintas especies. En ciertas especies y sobre todo en gramíneas, la separación en individuos es muy difícil (forman, en ocasiones, céspedes muy densos o se disponen en macollas) por lo cual, se adoptó medir el diámetro del manojito resultante según una escala de rango de 6 clases de intervalo medida en cm (Walker, 1976), (tabla 1b). El tamaño de las plantas (diámetro) se convirtió en área basal, asumiendo que en las plantas o cepellones la sección es circular.

Tabla 1b. Escala de 6 puntos utilizada en este trabajo.

Clase	Diámetro (cm)
1	0,0 - 1,0
2	1,0 - 2,5
3	2,5 - 5,0
4	5,0 - 10,0
5	10,0 - 15,0
6	> de 15,0

Los valores medios de uso, tanto por utilización como por daño, de cada especie y para el conjunto de la vegetación herbácea se calculó con la siguiente fórmula: $\sum (\text{Área basal} \times \% \text{ de}$

utilización)/(\sum área basal x % máximo de utilización)] x 100, donde % de utilización es igual al punto medio de la clase de utilización en la que se colocó la planta evaluada y % máximo de utilización es igual al 95 % (punto medio de la clase 6).

Vegetación leñosa

La estimación del grado de utilización (ramoneo) y de daños sobre el matorral (piornal y brezal) se llevó a cabo a principios de mayo, época de crecimiento de los brotes, comienzo de floración de algunas especies y período en que el impacto del ramoneo es acusado. En el piornal también se evaluó en el mes de septiembre. Se establecieron 12 parcelas, definiéndose en cada una de ellas 10 subparcelas de 25 m² cada una, establecidas cada 50 m. Para estimar el ramoneo y los daños ocasionados por diversas causas (herbivoría en general, fuego, sequía) se utilizó el método seguido por Walker (1976). Consiste en observar en el volumen de cada planta el % utilizado o dañado empleando una escala con ocho clases de intervalos. El volumen se estimó a partir de los diámetros mayor y menor de cada planta y de su altura. En todas las plantas se consideró como altura máxima 2,5 m.

Procesamiento de los datos

Las columnas correspondientes a los datos de utilización y de daños observados en la vegetación, tanto leñosa como herbácea, fueron tabuladas y codificadas. Seguidamente se analizaron mediante programas FORTRAN de ordenador escritos específicamente para ello (Walker, 1976). Mediante el programa "Estrato herbáceo" se obtuvo: frecuencia relativa, área relativa basal y porcentaje de utilización y de daños para cada especie del transecto, de los diferentes tipos de vegetación y del conjunto del área. Además, % de plantas vigorosas, senescentes y secas o muertas. Los programas de "Estrato arbustivo y estimación del ramoneo" dieron la siguiente información para cada especie en cada transecto, en cada tipo de vegetación y en el conjunto de la vegetación: medidas de altura, volumen de follaje, densidad relativa, volumen ramoneado, y porcentajes de ramoneo y de daño de las diferentes especies. Las medias de utilización y de daños que se dan en porcentajes de planta utilizada o dañada, puede considerarse en peso, ya que para la mayoría de los arbustos su volumen está altamente correlacionado con su biomasa (Anderson y Walker, 1974), y en nuestro caso lo hemos podido comprobar en las especies más representativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Uso de la vegetación herbácea

La tabla 2 muestra el grado de utilización de distintas especies de plantas por los herbívoros en las cuatro estaciones. En primavera se evaluaron 72 especies, 19 de ellas no mostraron signos de utilización y en otras 36 fue inferior al 10 %. Entre las especies más utilizadas destacaron *Agrostis castellana*, *Festuca durandii*, *Allium schoenoprasum*, *Asphodelus albus* y *Carex* sp. con grados de pastoreo entre el 33,8 % y el 14,5 %. En verano se observaron 82 especies, en 23 de ellas no se observaron signos de utilización y en 29 se estimaron porcentajes inferiores al 10,5 %. Las más utilizadas fueron *Carex fusca*, *C. binervis*, *Senecio pyrenaicus* y *Festuca durandii*, que presentaron grados de pastoreo entre el 65,8 % y el 45,6 %. En otoño se evaluaron 59 especies, 18 de ellas no mostraban evidencia de haber sido utilizadas y en otras 18 la utilización fue inferior al 10 %. Entre los recursos más utilizados destacan *Carex nigra*, *C. binervis*, *Festuca elegans*, *Senecio pyrenaicus* y *Agrostis castellana*, su utilización se situó entre el 65,8 % y el 35,7 %. En invierno se evaluaron 73 especies y se estimaron grados de utilización entre el 37 % y el 0 %. 24 especies no se observaron utilizadas y en 23 la utilización fue inferiores al 10 %. Las especies más utilizadas fueron *Asphodelus albus*, *Luzula lactea*, *Pseudarrhenatherum longifolium*, *Pyretrum radicans* y *Festuca durandii*.

En relación a los daños observados en las plantas (tabla 2), en primavera fueron escasos, ya que 19 especies de las 72 evaluadas no presentaron signos de daños y en 41 fueron inferiores al 5 %; las plantas más dañadas fueron *Asphodelus albus* y *Agrostis castellana*. En verano se evaluaron 82

especies, 18 de ellas no presentaron daño alguno y en 29 fueron inferiores al 5 %; las especies con daños acusados fueron: *Asphodelus albus* y *Pteridium aquilinum*. En otoño el impacto de daños se estimó en 59 especies, 13 no mostraron daños y en 14 fueron inferiores al 5 %; entre las especies más dañadas (entre el 33,5 % y el 18,4 %) se encuentran *Asphodelus albus*, *Festuca indigesta* y *F. elegans*. En invierno los daños se estimaron en 73 especies, 15 no presentaron daños aparentes y en 47 de ellas fueron inferiores al 5 %; entre las especies más dañadas se encuentran *Festuca elegans*, *Poa bulbosa*, *F. iberica*, *F. durandii* y *Narcissus pseudonarcissus*.

2. Comparación estacional del uso de la vegetación herbácea

De acuerdo con los resultados obtenidos, el grado de utilización o pastoreo de la vegetación en invierno y primavera fue más bajo que en verano y otoño que aumentó sobretodo en los cervunales. El incremento se debió a la incidencia del ganado vacuno que pasta desde junio hasta principios de octubre. Sólo se observó correlación entre la utilización de las plantas en verano y otoño ($r_s=0,48$, $n=32$, $p<0,007$).

En los períodos de primavera e invierno, en que la utilización de la vegetación se atribuye prácticamente a la cabra montés, en general, las especies más utilizadas no fueron las más abundantes, ni tampoco las de mayor relevancia en la composición de la dieta, salvo raras excepciones como *Deschampsia flexuosa* en primavera, verano y otoño (Martínez, 2001). En la utilización de dicha especie habría tenido mayor incidencia la cabra montés, dado el hábitat donde se desarrolla. *Festuca indigesta*, que fue la especie más relevante en la dieta de la cabra montés en otoño e invierno, no mostró índices de utilización excesivamente elevados, siendo la utilización en ambas estaciones del 15 % y 16 % respectivamente. A finales de invierno y en primavera la utilización de distintas monocotiledóneas no gramínoideas fue grande, debido a que dichas plantas empiezan a crecer y florecer muy temprano y serían utilizadas para completar sus necesidades energéticas dada la escasez y menor calidad de otros recursos.

En el conjunto de la vegetación herbácea el mayor grado de utilización se estimó a últimos de septiembre (tabla 3). Desde finales de abril se observa un incremento de la utilización del pasto a lo largo del tiempo. Así pues, es baja cuando los recursos herbáceos son escasos, algo mayor cuando la disponibilidad empieza a ser considerable y llega el ganado, mayor en plena estación de pastoreo y se incrementa hasta el final de dicha temporada, cuando la disponibilidad del pasto ha descendido por el impacto del ganado y su fenología.

Por otra parte, los daños evaluados en las distintas especies ya sean causados por los ungulados o por otras causas (deterioro, sequía) no fueron muy elevados y no hubo correlación entre los daños estimados en los 4 períodos de muestreo. La vegetación se observó más dañada a principios de otoño y durante el verano como consecuencia del pisoteo del ganado vacuno. Debido a su fenología, muchas plantas de *Asphodelus albus* y *Pteridium aquilinum* mostraron alto deterioro en verano por encontrarse tronchadas, pisadas y prácticamente secas.

El conjunto de la vegetación herbácea se observó menos dañada a finales de invierno, los daños se fueron incrementando según avanzaba el tiempo, estimándose el mayor impacto a principios de otoño. Así pues, el impacto de daños siguió la misma evolución en el tiempo que el impacto de pastoreo o utilización (tabla 3). Algunas de las especies más utilizadas también mostraron daños elevados, sugiriendo que los herbívoros al pastar infringen daños en las plantas. Sin embargo, dicho fenómeno no ha sido generalizado ya que plantas muy utilizadas no presentaron daños o fueron poco acentuados. De hecho, sólo se observó correlación en verano. Por otra parte, las especies más importantes cuantitativamente en la dieta (Martínez, 2001) tampoco fueron las más dañadas y utilizadas. Todo ello sugiere que la utilización, los daños observados y el consumo de las distintas especies son procesos afectados por diversos factores y que pueden estar interrelacionados o no.

3. Estrato arbustivo: Piornal y brezal

La tabla 4 muestra los grados de ramoneo y de daños observados en las especies del estrato arbustivo. En el piornal la utilización fue muy parecida en ambas especies, no obstante *Cytisus*

purgans fue algo más utilizada en septiembre, época de menor disponibilidad de recursos y *Echynospartum barnadesii* en mayo, posiblemente por ser la época de mayor palatabilidad de dicha especie. En el brezal, *Rubus* sp. (especie poco abundante) fue la especie más utilizada, también fue importante el ramoneo de *Erica arborea*, especie abundante en la zona y de cierto interés en la dieta de la cabra montés en otoño e invierno al igual que en la de la cabra doméstica durante el verano (Martínez, 1992). En *Cytisus scoparius* y *C. multiflorus* se observó un ramoneo moderado, efectuado principalmente por la cabra doméstica, ya que en la dieta de la cabra montés *Cytisus scoparius* supuso menos del 0,1 %, pudiendo haber influido en el distinto consumo la diferencia de hábitats utilizados por ambas especies.

Tabla 2. Utilización (U) y daños (D) de las especies herbáceas (H) evaluadas en la vertiente norte de Gredos en las cuatro estaciones.

Especies de plantas	Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
	U %	D %	U %	D %	U %	D %	U %	D %
H. GRAMINOIDES								
<i>Agrostis castellana</i>	33,8	10,1	26,6	6,4	35,7	6,6	6,1	2,0
<i>Luzula lactea</i>	16,5	0,0	42,1	1,8	36,4	6,3	35,3	0,2
<i>Pseudarrhenatherum longifolium</i>	16,5	5,2	34,2	8,4	30,2	9,4	33,8	2,8
<i>Festuca durandii</i>	14,5	2,5	45,6	3,2	9,6	5,3	31,5	5,3
<i>Carex nigra</i>	14,5	5,3	41,6	8,3	43,8	5,3	18,4	5,3
<i>Festuca elegans</i>	14,5	0,3	39,5	11,8	41,1	18,4	11,7	7,9
<i>Deschampsia flexuosa</i>	13,6	5,8	14,9	3,8	30,5	11,4	4,6	0,5
<i>Carex fusca</i>	3,7	2,1	65,8	2,1	65,8	6,8	0,0	5,3
<i>C. binervis</i>	7,1	3,1	57,1	5,6	46,1	8,6	7,9	3,2
<i>Poa alpina</i>	1,7	13,3	27,3	13,3	30,5	12,5	5,8	1,9
<i>Nardus stricta</i>	2,2	2,5	24,7	5,6	30,9	11,6	2,8	0,7
<i>Juncus squarrosus</i>	6,6	-	22,8	3,7	20,7	5,3	6,9	5,3
<i>Luzula campestris</i>	2,2	2,1	19,5	6,8	18,4	0,0	11,0	3,2
<i>Festuca iberica</i>	7,5	2,8	12,7	6,2	19,2	9,8	5,1	1,3
<i>F. rivularis</i>	5,6	3,5	7,5	0,9	19,2	0,9	11,5	5,3
<i>Dactylis glomerata</i>	4,3	0,0	5,3	0,0	18,4	6,3	-	-
<i>Festuca indigesta</i>	3,1	3,9	7,8	7,1	15,0	27,1	16,1	2,7
<i>Poa bulbosa</i>	1,1	1,8	3,2	-	5,3	3,3	14,1	5,3
H. NO GRAMINOIDES								
<i>Allium schoenoprasum</i>	22,4	0,0	39,5	0,0	1,4	-	4,5	-
<i>Scilla verna</i>	18,4	-	-	-	5,3	18,4	-	0,0
<i>Asphodelus albus</i>	18,4	11,3	41,0	37,0	0,0	33,5	38,0	4,7
<i>Gentiana boryi</i>	17,4	5,3	12,8	6,3	1,8	3,5	-	-
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	11,8	0,0	-	3,2	-	-	5,3	1,3
<i>Narcissus</i> sp.	9,2	-	-	-	22,6	22,4	9,3	1,8
<i>Merendera gredensis</i>	9,2	3,6	13,9	9,2	-	-	8,5	3,5
<i>Senecio pyrenaicus</i>	4,3	0,0	49,8	1,8	39,5	5,3	-	-
<i>Pyretum radicans</i>	-	-	28,9	11,4	-	-	32,9	2,6
<i>Rhinchosynapis</i> sp.	0,0	0,0	14,7	-	30,7	5,3	5,1	-
<i>Dianthus</i> sp.	3,5	0,0	13,5	0,0	9,6	0,0	-	-
<i>Ranunculus bulbosus</i>	0,7	1,5	3,6	5,9	33,6	6,3	0,2	1,1
<i>Thesium alpinum</i>	0,0	0,0	0,0	17,5	18,4	5,3	-	-
<i>Pteridium aquilinum</i>	0,0	3,4	0,0	32,7	0,0	18,4	0,0	0,7

Tabla 3. Utilización y daños estimados en el estrato herbáceo en las cuatro estaciones.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
	%	%	%	%
Utilización	12,2	20,3	24,6	7,1
Daños	3,8	6,5	11,6	1,9

En relación a los daños, se observaron muy poco dañadas las plantas del piornal, mientras que en el brezal los daños fueron muy grandes, especialmente los causados por fuego (tabla 4).

Tabla 4. Utilización (U) y Daños (D) estimados en el estrato arbustivo.

PIORNAL	Mayo		Septiembre	
	%U	%D	%U	%D
<i>Cytisus purgans</i>	10,3	16,9	13,4	4,5
<i>Echinospartum barnadesii</i>	11,3	5,0	8,6	0,0

BREZAL	Mayo	
	%U	%D fuego
<i>Rubus</i> sp	57,7	82,5
<i>Cytisus scoparius</i>	20,2	39,1
<i>Prunus spinosa</i>	17,5	37,7
<i>Cytisus multiflorus</i>	15,6	2,6
<i>Erica arborea</i>	12,1	0,0
<i>Thymus mastichina</i>	12,1	0,0
<i>Rosa</i> sp	7,7	0,0
<i>Erica australis</i>	5,0	0,0
<i>Adenocarpus hispanicus</i>	5,0	0,0

CONCLUSIONES

La utilización del pasto y los daños observados fueron bajos o moderados en primavera e invierno; aumentando gradualmente en verano y otoño, especialmente en las comunidades de pastos alpinos dominados por *Nardus stricta*, debido a la afluencia del ganado vacuno. En la vegetación leñosa, la utilización y los daños fueron mayores en las plantas que constituyen el brezal que en las del piornal. En ello habría influido su utilización durante el invierno por la cabra montés, el acusado impacto (ramoneo y daños) que produce la cabra doméstica durante el verano y los daños por fuego, sequía y herbívoros en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, G. D. y WALKER, B.H., 1974. Vegetation composition and elephant damage in the Sengwa Wildlife Research Area, Rhodesia. *S. Afr. J. Wild. Res.*, **4**, 1-14.
- MARTÍNEZ, T., 1992. *Estrategia alimentaria de la cabra montés (Capra pyrenaica) y sus relaciones tróficas con los ungulados silvestres y domésticos en S. Nevada, S. de Gredos y S. de Cazorla*. Tesis Doctoral, 521 pp. Facultad de C. Biológicas. U. Complutense de Madrid, Madrid.
- MARTINEZ, T., 2001. Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) feeding strategy in Northern Sierra de Gredos (Central-Western Spain). *Folia Zool.*, **50** (4), 257-270.
- WALKER, B.H., 1976. An approach to the monitoring of changes in the composition and utilization of woodland and savanna vegetation. *S. Afr. J. Wild. Res.*, **6**, 1-32.

VEGETATION USAGE BY WILD AND DOMESTIC HERBIVORES ON THE NORTH SIDE OF SIERRA DE GREDOS

SUMMARY

Use of each plant species by each herbivore was estimated, along with damage detected in plants in Sierra de Gredos (west-central Spain). The study was conducted in four seasons using the method established by Anderson and Walker (1974). Herbaceous species use and damage were both lower in spring and winter than in summer and autumn, especially in the alpine pasture communities dominated by *Nardus stricta*. This effect was due to the usage of these pastures by cattle. Usage (browsing) of the woody species and damage due to fire and other causes was greater in the plants comprising the heath than in the broom fields (*Cytisus purgans*). In winter, these environments are utilised primarily by Spanish Ibex while in summer the main user is the domestic goat.

Key words: usage of vegetation, damage, herbaceous plants, bush.

RELACIÓN ENTRE VIVARES DE CONEJO Y VARIABLES DEL MEDIO: IMPLICACIONES EN LA GESTIÓN AGROSILVOPASTORAL

G. GEA¹, J. MUÑOZ¹, S. ROIG² Y A. SAN MIGUEL¹

¹Departamento de Silvopascicultura. U.P.M. E.T.S.I Montes. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. e-mail:

asanmiguel@montes.upm.es. ²Departamento de Silvopascicultura. U.P.M. E.U.I.T Forestal. Ciudad

Universitaria s/n. 28040 Madrid

RESUMEN

La distribución y localización de los vivares de conejo, su relación con los tipos de pastos, variables del suelo y densidad de matorral y sus consecuencias en la gestión de los montes pueden jugar un papel clave para la recuperación de la especie. Se ha estudiado la situación y el tamaño de los vivares en una población madura de los montes de Toledo. El tamaño de éstos se relacionó con el tipo de comunidad pasécola, la abundancia estimada de conejo, la pedregosidad superficial del suelo y la densidad de matorral. Para ello se localizó el emplazamiento de los vivares con el apoyo de un GPS y la ayuda de un GIS. Se detectaron relaciones entre el tamaño y la presencia de vivares y la abundancia de conejo con densidades de matorral disperso menores del 50% intercalado con espacios abiertos ocupados por pastos herbáceos sobre suelos con pedregosidad superficial baja (<25%). Finalmente, parece que la existencia de comunidades freatófilas puede favorecer la alimentación pero resulta inapropiada para el emplazamiento de los vivares.

Palabras clave: *Aquila adalberti*, ecología conejo, especies amenazadas, gestión hábitat, *Oryctolagus cuniculus*.

INTRODUCCIÓN

El conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.) es un animal del mayor interés para la sociedad tanto por su valor deportivo y económico como pieza estrella de la caza menor, como por su papel básico en la conservación de especies tan amenazadas como el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) o el linco ibérico (*Lynx pardinus*) y constituir presa potencial de hasta 40 especies de vertebrados en la Península Ibérica (Rogers *et al.*, 1994). Diversos factores parecen haber contribuido al gran descenso poblacional registrado desde los años 50. Entre ellos, además de las mortandades causadas por los virus de la mixomatosis, introducido en los años 50, y la neumonía hemorrágica vírica (R.V.H.D.), aparecida a finales de los 80, se encuentran otros motivos como la intensificación en los usos agrícolas y cambios en el sistema tradicional de aprovechamientos agrosilvopascícolas que han modificado la estructura de importantes superficies antiguamente ocupadas por él (Rogers *et al.*, 1994).

El objetivo principal de este trabajo es profundizar en el conocimiento de la ecología del conejo en un monte mediterráneo y sus implicaciones en la gestión de poblaciones. Para ello se estudió el tamaño y distribución de vivares (madrigueras comunales subterráneas) y su relación con variables de vegetación (pastos herbáceos y matorral) y de suelo (profundidad, textura, pedregosidad superficial). Estos trabajos encuentran precedentes similares en otros realizados en Australia (Parer y Libke, 1985), Reino Unido (Kolb, 1985; Trout *et al.*, 2000) o España (Moreno y Villafuerte, 1995; Villafuerte *et al.*, 1997), entre otros. Siguiendo esta línea, se están realizando otros estudios sobre la

interacción conejo-pasto en lugares donde se han realizado siembras con diferentes especies, así como el seguimiento de repoblaciones de conejo en diferentes entornos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de trabajo se encuentra al Sur de la Provincia de Toledo, al pie de la Sierra del Castañar. La parcela de estudio se incluye dentro de una finca de 4000 ha. El suelo es ácido y está compuesto en su mayoría por granitos y cuarcitas que dan lugar a la clásica textura arenosa característica de estos lugares. Su ombroclima va de seco a subhúmedo. Contiene los pisos meso y supramediterráneo, concentrándose las poblaciones de conejo en el primero. Este piso está ocupado en la finca por las series *Pyro bourgeanae-Querceto rotundifoliae S.* y *Arbutus unedonis-Querceto pyrenaicae S.* La vegetación actual es fruto de la interacción durante milenios con el hombre y está compuesta mayormente por monte adhesionado de encina (*Quercus ilex ssp. ballota L.*) con cultivos intercalados formando mosaico con monte cerrado compuesto por carrascas (encina de porte arbustivo) mezcladas con otros arbustos y matorrales (*Halimium viscosum* (Willk.) P.Silva, *Lavandula stoechas L.*, *Crataegus monogyna Jacq.*, *Retama sphaerocarpa (L.) Boiss.*, etc). Los pastos presentes pertenecen a los órdenes *Sysymbrietalia officinalis* (pastos terofíticos nitrófilos), *Thero-Brometalia* (posíos), *Helianthemetalia guttati* (pastos terofíticos no nitrófilos acidófilos), *Agrostietalia castellanae*, alianzas *Agrostio castellani-Stipion giganteae* (berciales y lastonares) y *Agrostion castellanae* (vallicares); *Poetalia bulbosae* (majadales) y *Holoschoenetalia* (prados juncales mediterráneos). La identificación de las diferentes comunidades se realizó mediante inventarios "in situ" y el apoyo de fotos aéreas (fig. 1).

En una parcela de 14,24 ha con abundante presencia de conejo, se localizaron todos los vivares con la ayuda de un GPS. Se contabilizaron las bocas (aberturas excavadas de acceso al vivar) totales y activas (las que presentaban indicios de uso: escarbaduras, excrementos, etc) y se determinó la comunidad sobre la que se asentaba el vivar. Finalmente, se estimaron "de visu" el porcentaje de cobertura del suelo por el matorral en un radio de 15 m alrededor de cada vivar (5 clases: 0-5%, 6-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%), la pedregosidad superficial (codificada en 7 categorías: nula, baja, media y alta, con el añadido "rocas" cuando aparecían rocas en superficie), la profundidad del suelo (escasa, media o profunda) y la abundancia de conejo y uso del vivar a partir de índices estimativos según la presencia de excrementos (niveles "0-1-2-3-4", desde ausencia total de excrementos hasta gran abundancia de excrementos con formación de grandes y numerosos "cagarruteros").

Los datos se dividieron en cuatro grupos según el tipo de cubierta bajo la que estaban excavados: vivares bajo matorral (carrascas), bajo matorral y rocas, bajo rocas y situados "al raso". Para analizar diferencias de las variables entre estos grupos se usó el test no paramétrico del análisis de la varianza de Kruskal-Wallis. Para estudiar relaciones entre las variables se usó el índice de correlación de la Tau-b de Kendall. Finalmente se ajustó una ecuación de regresión logística con variable dependiente "Nivel de abundancia de conejo", codificada en dos grupos: niveles 3 y 4 se consideraron como "buenos" y 1 y 2 como "malos"; y variables independientes "Porcentaje de matorral", "Pedregosidad superficial" y "Tipo de pasto". El tratamiento de imágenes y datos geográficos se realizó por medio del SIG ArcView 3.1 y el apoyo de fotos aéreas escala 1:40 000 escaneadas a 10 µm. Las variables fueron tratadas estadísticamente mediante el programa SPSS 10.0 para Windows.

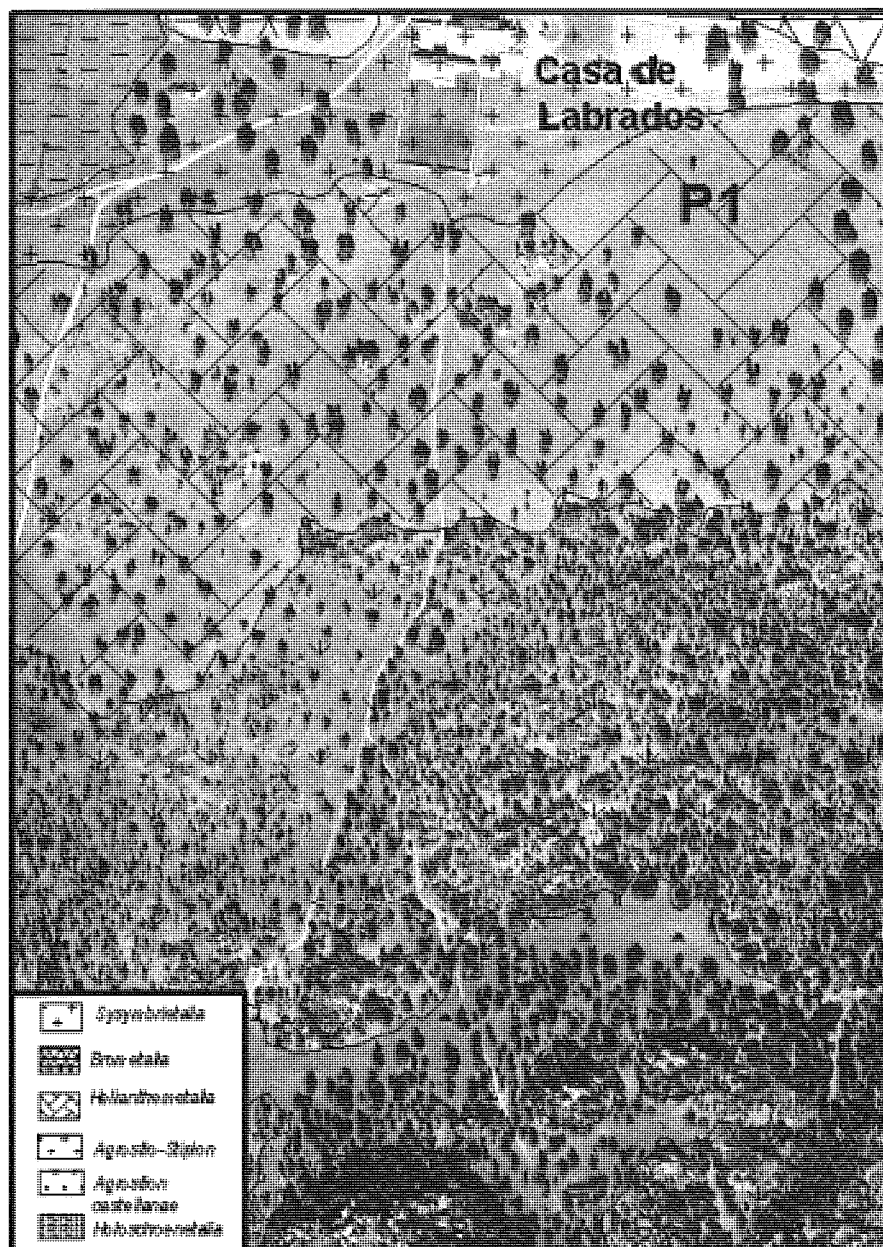
RESULTADOS

Los vivares se sitúan sobre suelos profundos con textura arenosa. En total se encontraron 142 vivares que supondrían una densidad de 9,98 vivares/ha correspondientes a 63,26 bocas/ha. Su distribución según las comunidades de pasto se refleja en la tabla 1:

Tabla 1. Distribución y densidad de vivares según tipos

Tipo de comunidad	Número de vivares	Superficie (ha)	Porcentaje de superficie total	Densidad (vivares/ha)
Sysymbrietalia	2	0,1	0,8	20,0
Helianthemetalia	67	7,0	49,4	9,6
Agrostio-Stipion	73	6,8	48,0	10,7
Agrostion castellanacae	0	0,3	1,7	0,00

Fig. 1: Tipos de comunidades de pastos presentes en la parcela.

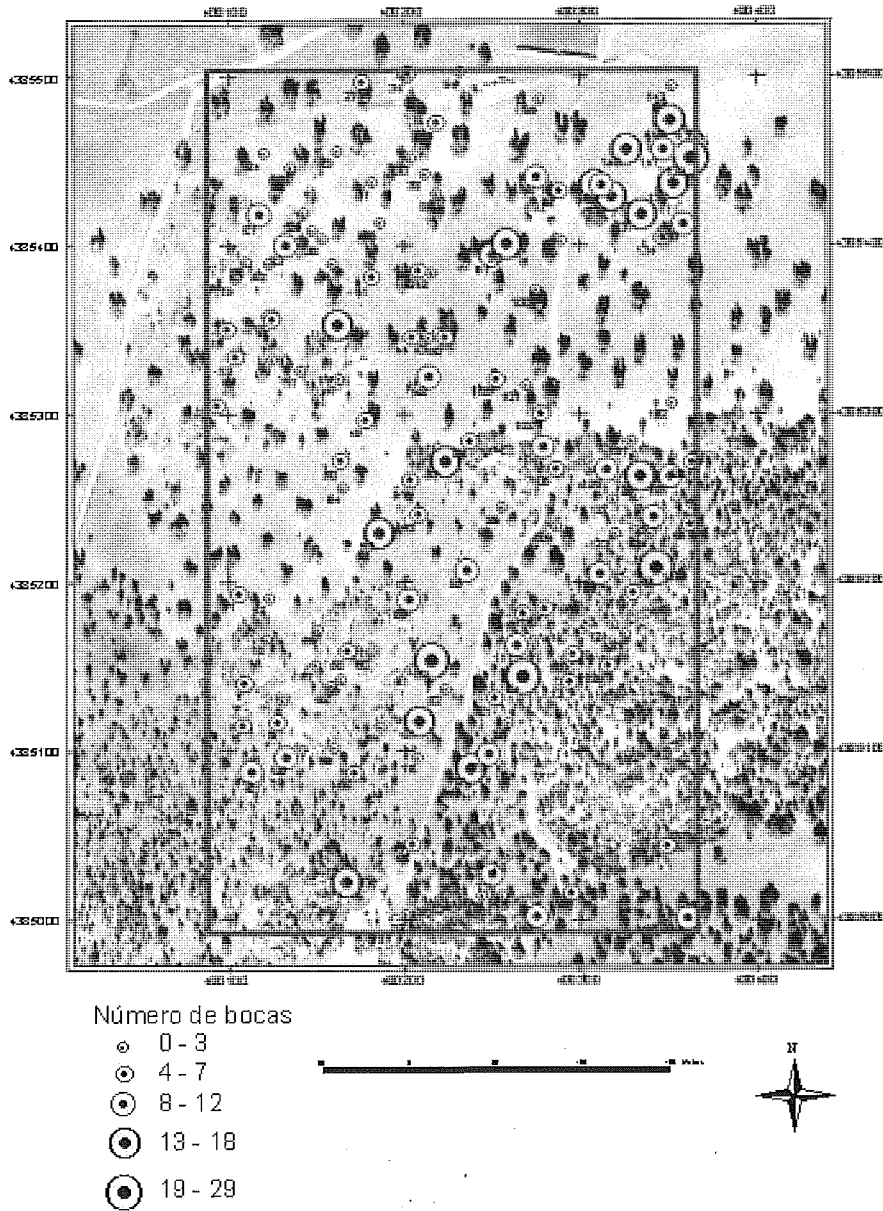


La situación de los vivares se observa en la fig. 2. La tabla 2 muestra la frecuencia de aparición de vivares según el tipo de cubierta.

Tabla 2. Distribución de vivares según el tipo de cubierta.

Tipo de vivar según cubierta	Número de vivares	Porcentaje de vivares
Bajo carrascas	52	37,4
Bajo carrascas y rocas	53	38,1
Bajo rocas	10	7,2
“Al raso” (al descubierto)	24	17,3

Fig. 2: Distribución de vivares situados con la ayuda de un aparato GPS en la parcela de estudio



El análisis de la varianza de Kruskal-Wallis no detectó diferencias significativas a un nivel de confianza del 95% entre las distribuciones de las variables número de bocas totales ($\xi^2 = 0,486$, $p = 0,922$), N° de bocas activas ($\xi^2 = 1,623$, $p = 0,654$) y nivel de abundancia total ($\xi^2 = 6,987$, $p = 0,072$) entre los cuatro grupos descritos. Más de un 65% de los vivares se localizaron en suelos con pedregosidad superficial menor del 25 % y más del 90 % en densidades de matorral menores del 50 % (moda 26-50%, chirpiales de encina dispersos). La correlación entre la pedregosidad superficial y la densidad de matorral es significativa al 95% ($R = 0,289$, $p < 0,001$). También es significativa la correlación de la pedregosidad superficial con el N° de bocas activas ($R = 0,151$, $p = 0,026$). La pedregosidad no muestra con el resto de variables (N° de bocas totales y nivel de abundancia) relaciones significativas al nivel de confianza ya citado. La densidad de matorral no presenta correlaciones significativas con el tamaño del vivar (número de bocas totales y activas) pero sí asociación negativa con el nivel de abundancia de conejo ($R = -0,213$, $p = 0,002$). La relación es muy alta y positivamente significativa entre las bocas activas y totales ($R = 0,760$, $p < 0,001$). También están significativamente correlacionados el nivel de fuerza/abundancia con el número de bocas totales ($R = 0,221$, $p < 0,001$) y activas ($R = 0,417$, $p < 0,001$).

Los resultados obtenidos de la regresión logística se recogen en la ecuación $Z = -0,559 * \% \text{ matorral} + 1,532$. Se aprecia cómo sólo aporta información significativa al modelo la densidad de matorral, única variable entre las independientes que satisfizo los criterios de selección (puntuación eficiente de Rao = 8,394, $p = 0,004$; estadístico de Wald = 8,009, $p = 0,005$). El resto de variables no se incluyeron en el modelo al no satisfacer en el segundo paso la condición impuesta por la puntuación de Rao (puntuación = 3,610, $p = 0,307$; máximo valor, correspondiente al tipo de pasto). El modelo explica el comportamiento de la variable independiente tan sólo en un 8,6 %. El porcentaje de casos correctamente pronosticados al introducir la variable dependiente es de un 62,8 % en los casos seleccionados y de un 63,6 % en los no seleccionados.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El conejo muestra preferencia por suelos profundos y ligeros en los que poder excavar fácilmente vivares subterráneos. Los suelos arcillosos que soportan fenómenos de freatismo no son apropiados al provocar numerosas bajas entre los gazapos la inundación de las cámaras de cría (Parer y Libke, 1985; Rogers *et al.*, 1994; Trout *et al.*, 2000). Nuestros resultados señalan en este sentido, no hemos detectado ni en este estudio ni en otros similares (Gea, 2001) la excavación de vivares en suelos ocupados por comunidades de *Holoschoenetalia* o *Agrostion castellanae*. Sin embargo, la presencia de estas islas de pastos verdes puede tener gran trascendencia en la alimentación, principalmente a principios de verano. Estudios sobre la dieta del conejo ponen de manifiesto su adaptabilidad a diversas fuentes vegetales de alimento según la disponibilidad de recursos, y la estrecha relación de su ciclo con el de la vegetación (Rogers *et al.*, 1994). Su número y reproducción están íntimamente relacionados con la oferta de alimento, tanto cualitativa, contenido en proteína principalmente, como cuantitativamente (Villafuerte *et al.*, 1997).

Nuestros resultados también están en la línea de las opiniones sostenidas por Moreno y Villafuerte (1994) y Villafuerte *et al.* (1997), entre otros. Éstos sugieren como óptima una estructura mixta de matorral disperso mezclado con zonas aclaradas de pasto herbáceo. Las correlaciones entre variables obtenidas validan la anterior afirmación. En este sentido cabe destacar la presencia de un gran porcentaje de vivares al abrigo de carrascas, lo que otorga un valor añadido al monte bajo y podría condicionar prácticas selvícolas como resalveos o podas. Es reseñable también la correlación positiva entre la densidad de matorral y la pedregosidad superficial. Así, la gran mayoría de los vivares se localizaron en suelos con baja pedregosidad superficial (<25%) y densidades medias de matorral (26-50%). La regresión logística confirmó la influencia negativa de la densidad de matorral sobre la abundancia de conejo (posiblemente a partir de estos valores medios sugeridos como óptimos). No resultó seleccionado el tipo de pasto en el modelo de regresión logística por lo que parece que, en

nuestro estudio, la comunidad pastoral, al nivel de detalle estudiado, no explica la abundancia de conejo.

La densidad y tamaño de vivares son variables, a tenor de los resultados de diferentes autores (Kolb, 1985; Parer y Libke, 1985; Rogers *et al.*, 1994). Nosotros obtuvimos resultados mayores que los 2,5 vivares/ha, con máximos de 20 bocas/vivar, propuestos por Rogers *et al.* (1994), pero menores que los números obtenidos por otros; por ejemplo, Parer y Libke (1985) citan vivares de 100 bocas y más.

Los autores citados explican la distribución y abundancia de vivares a partir de características de suelo y vegetación. Nuestros resultados y trabajos actuales lo confirman: un hábitat integrado por suelos con textura arenosa, profundos, con pedregosidad superficial baja y cubiertos por matorral disperso formando mosaico con pastos herbáceos garantizaría mayores densidades de conejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GEA IZQUIERDO, G., 2001. Estudio del medio biofísico de una población de conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.) de los Montes de Toledo. Proyecto fin de carrera. ETSI Montes, UPM Madrid. Doc. no publicado.
- KOLB, H.H., 1985. The burrow structure of the European Rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L.). *Journal of Zoology, London*, 206, 253-262.
- MORENO, S.; VILLAFUERTE, R., 1994. Traditional management of scrubland for the conservation of rabbits *Oryctolagus cuniculus* and their predators in Doñana National Park, Spain. *Biological Conservation*, 73, 81-85.
- PARER, I.; LIBKE, J.A., 1985. Distribution of rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, warrens in relation to soil type. *Australian Wildlife Research*, 12, 387-405.
- ROGERS, P.M.; ARTHUR, C.P.; SORIGUER, R.C., 1994. The rabbit in continental Europe. En: *The European Rabbit: The History and Biology of a Successful Colonizer*. Ed. H.V. Thompson y C.M. King, pp. 24-63. Oxford Science Publications, Oxford (Reino Unido).
- TROUT, R.C.; LANGTON, G.C.; HAINES-YOUNG, R.H., 2000. Factors affecting the abundance of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in England and Wales. *Journal of Zoology, London*, 252, 227-338.
- VILLAFUERTE, R.; LAZO, A.; MORENO, S., 1997. Influence of food abundance and quality on rabbit fluctuations : conservation and management implications in Doñana National Park (SW Spain). Estación Biológica de Doñana (C.S.I.C.). Sevilla, España.

EUROPEAN RABBIT WARRENS IN RELATION TO ENVIRONMENT VARIABLES: IMPLICATIONS TO AGROFORESTRY

SUMMARY

Distribution and warren size, their relation with kinds of pasture, soil variables and shrub cover and their implication in management can play a key role in the recovery of the European rabbit. This study is included in a group of research projects aimed to characterise the relation between the animal and its environment. Distribution and warren size have been studied in a high density and mature population of "Montes de Toledo" range. Warren size was related to pasture community, pellet abundance as estimate of rabbit presence in the site, surface soil stone percentage and shrub density. Warren location was placed using GPS and GIS technology. Significant statistical relations were found between warren size and location and rabbit abundance as well as medium shrub density (<50%) mixed with open pasture thriving in soils with low surface stone percentage (<25%). Finally, it seems that high water tables and its respective plant communities enhance rabbit feeding but are unappropriate for warren digging.

Key words: *Aquila adalberti*, rabbit ecology, endangered species, environmental management, *Oryctolagus cuniculus*.

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS PASTABLES DE UNA EXPLOTACIÓN CAPRINA SEMI-EXTENSIVA EN EL PARQUE RURAL DEL NUBLO, GRAN CANARIA

R. RODRÍGUEZ MARCOS¹, A. HERNÁNDEZ CORDERO², F. MUJICA PADILLA², M. VIERA VIERA², M. RODRÍGUEZ VENTURA¹ Y M.P. FLORES MENGUAL¹

¹Nutrición Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Trasmontaña s/n. 35416. Arucas. Las Palmas (España). ²Licenciado en Geografía. C/ Antonio Pildain nº 42, 3ºD. 35015 Las Palmas (España).

RESUMEN

La gestión del pastoreo en los espacios protegidos tiene como principal finalidad el mantenimiento y conservación de los recursos naturales. En este estudio se exponen los resultados preliminares de evaluación de los recursos pastables de una explotación caprina semi-extensiva en el Parque Rural del Nublo. Se ha realizado una tipificación de los pastos y se ha evaluado el estrato arbustivo a través del método Point-Centred Quarter. Se determinó la composición química del escobón del sur de Gran Canaria (*Chamaecytisus proliferus meridionalis*), la retama amarilla (*Teline microphylla*), el tajinaste negro (*Echium onosmifolium*), el tajinaste blanco (*Echium decaisnei*), el codeso (*Adenocarpus foliolosus*), y la altabaca (*Dittrichia viscosa*), especies arbustivas de más interés desde el punto de vista forrajero. Las densidades de arbustos totales/ha en las diferentes unidades de vegetación de la finca de estudio, varió entre 3909 y 10 545. Los resultados obtenidos en proteína bruta y digestibilidad "in vitro" de los diferentes arbustos osciló entre 6,51 (tajinaste negro) y 17,81 (codeso) y 60,04 (retama) y 86,67 (tajinaste blanco) respectivamente.

Palabras clave: composición química, pastoreo, arbustos.

INTRODUCCIÓN

La Ley 12/1994 de Espacios Protegidos de Canarias considera la figura de Parque Rural como aquellos espacios en los que se combinan actividades económicas tradicionales con la conservación de los recursos naturales. El Parque Rural del Nublo tiene una extensión de 26 307,4 ha (un 17% del territorio insular, distribuido entre seis municipios y con una población local cercana a los 5000 habitantes). En este territorio se desarrollan usos tradicionales, de gran implantación, como la agricultura y la ganadería pastoril, que han ido transformando en el curso de los años el paisaje y el medio natural. La gestión del espacio pastoral en las islas debe tener como principal finalidad, la conservación de los recursos naturales y el mantenimiento de la sostenibilidad del sistema, y como señala el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Rural del Nublo, son necesarios estudios para conocer el nivel de uso que es capaz de soportar el territorio, sin comprometer el estado de conservación.

En este estudio se presentan los resultados preliminares de la evaluación de los recursos pastables en el Cortijo de Pajonales, los cuales se enmarcan dentro de un proyecto de investigación

más amplio que actualmente se está llevando a cabo sobre el "Uso racional ganadero del Parque Rural del Nublo".

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el "Cortijo de Pajonales" (con una extensión de 210 ha), situado en las cumbres del suroeste de la isla de Gran Canaria, en el término municipal de Tejeda. La altitud de la finca está sobre los 1130 m.s.n.m. La precipitación media anual es de 465,6 mm, existiendo dos periodos claramente diferenciados; de octubre a marzo cuando se registran la mayor parte de las precipitaciones y de abril a septiembre cuando las precipitaciones son más escasas.

El Cortijo de Pajonales, tradicionalmente ha tenido un uso agrícola-ganadero, sobre todo pastoreo de ovino y caprino. Actualmente el número de animales que pastorean la zona es de 160-180 cabras de la raza Agrupación Caprina Canaria. El pastor suplementa al rebaño con 120 kg de maíz/día. El manejo es bastante sencillo, ya que se recoge el ganado todas las mañanas, se les aporta la ración diaria mientras se ordeñan y se vuelven a soltar en la finca. Los itinerarios diarios del ganado se basan en criterios productivos empíricos por parte del pastor, aunque el control es escaso dentro del cortijo. El producto final de la explotación es la elaboración de queso artesanal, que en las Islas Canarias se realiza sin necesidad de pasteurizar la leche, debido a la ausencia de brucelosis (RD 1679/94).

Los diferentes muestreos se realizaron a partir de seis unidades de vegetación previamente delimitadas. Estas unidades se realizaron a partir de ortofotos a escala 1: 5000 del año 1996, corrigiéndose sus límites mediante el trabajo de campo. Dichas unidades de vegetación fueron:

- Escobonal: Matorral de altura que oscila entre 2-6 m dominando una leguminosa, el escobón del sur de Gran Canaria (*Chamaecytisus proliferus meridionalis*). La superficie de la unidad fue de 11,32 ha.
- Tomillar-altabacal: Matorral de bajo porte (0,5-1 m), donde dominan los tomillos (*Micromeria varia* y *Micromeria lanata*) y la altabaca (*Dittrichia viscosa*). Superficie 8,82 ha.
- Barranco con vegetación higrófila: Formación riparia de sauces canarios (*Salix canariensis*). Superficie 12,45 ha.
- Pastizal con altabacal: Pequeños grupos de matorrales donde domina la altabaca estando el resto de la unidad descubierta de vegetación. Cuando se producen precipitaciones, se forman extensos pastizales. Superficie 47,03 ha.
- Pastizal con retamar-tabaibal: Área muy pedregosa, donde dominan la retama amarilla (*Teline microphylla*) y la tabaiba amarga (*Euphorbia regis-jubae*), la cual carece de interés forrajero debido a su toxicidad (Santos Guerra, 1995). En época de lluvias se cubre de diferentes especies de terófitos y herbáceas, dominando el relinchón (*Hirschfeldia incana*) y las malvas. Superficie 65,10 ha.
- Pastizal con escobonal-retamar: Matorrales de escobones y retamas muy localizados en los barranquillos. Las zonas desforestadas se cubren de pastizales de diferentes especies de terófitos y herbáceas cuando se producen precipitaciones, dominando las malvas y el relinchón. Superficie 65,97 ha.

La oferta forrajera de la finca viene determinada por sus dos estratos predominantes, el arbustivo y el herbáceo. En este trabajo nos hemos centrado en el estudio del estrato arbustivo. Nos hemos basado en muestreos sin parcelas (en su variante transecto), dada las características de la zona y la distribución de los arbustos, ya que así recorreremos mayor superficie. La metodología aplicada se basa en los trabajos de Cottan y Curtis (1956) y Robles *et al.* (1991) mediante el método del Point-Centred Quarter. Para el cálculo del número de transectos en cada unidad de vegetación se tuvo en cuenta la superficie y la densidad de las comunidades arbustivas. Se realizaron 11 transectos en toda la finca de 75 m de longitud cada uno. La distancia entre los puntos de observación fue de tres metros debido al gran porte de algunos arbustos. En total se tomaron 25 puntos de observación y un total de 100 medidas por transecto.

Para la valoración de los recursos pastables se determinaron distintos parámetros químicos, por ello se recolectaron muestras de seis especies arbustivas significativas de la zona desde el punto de vista forrajero. Cada muestra de análisis estuvo compuesta por cuatro individuos de cada especie: escobón del sur de Gran Canaria, codeso (*Adenocarpus foliolosus*), retama amarilla, tajinaste blanco (*Echium decaisnei*), tajinaste negro (*Echium onosmifolium*) y altabaca. El corte del material ramoneable (hojas y tallos menores a 5 mm) se realizó los días 10 y 18 de julio del 2001. Se introdujo el material en bolsas de plástico y se refrigeraron hasta su llegada al laboratorio. Posteriormente se pesó y se secó en estufa hasta alcanzar un peso constante a 65°C durante 48 horas. Las muestras se molieron con tamiz de un mm y se determinó la materia seca (MS), la materia orgánica (MO), la proteína bruta (PB) según la metodología descrita en la A.O.A.C. (1990), la fibra neutro-detergente (FND), la fibra ácido-detergente (FAD) y la lignina ácido-detergente (LAD) según Van Soest et al. (1991) con el aparato ANKOM 220 Fiber Analyzer. La digestibilidad "in vitro" (Tilley y Terry, 1963), con las modificaciones propuestas en el procedimiento DAISY II-220 Incubator.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta básica para tipificar los recursos pastables y cuantificar el grado de utilización de un territorio (Ferrer et al., 1995) y la información recopilada: límites de la finca, unidades de vegetación según la composición y estructura en fotografía aérea (verificado con trabajo de campo), superficies, localización de la explotación y densidades de arbustivas se volcó sobre un SIG, utilizando el programa ARC-VIEW 3.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

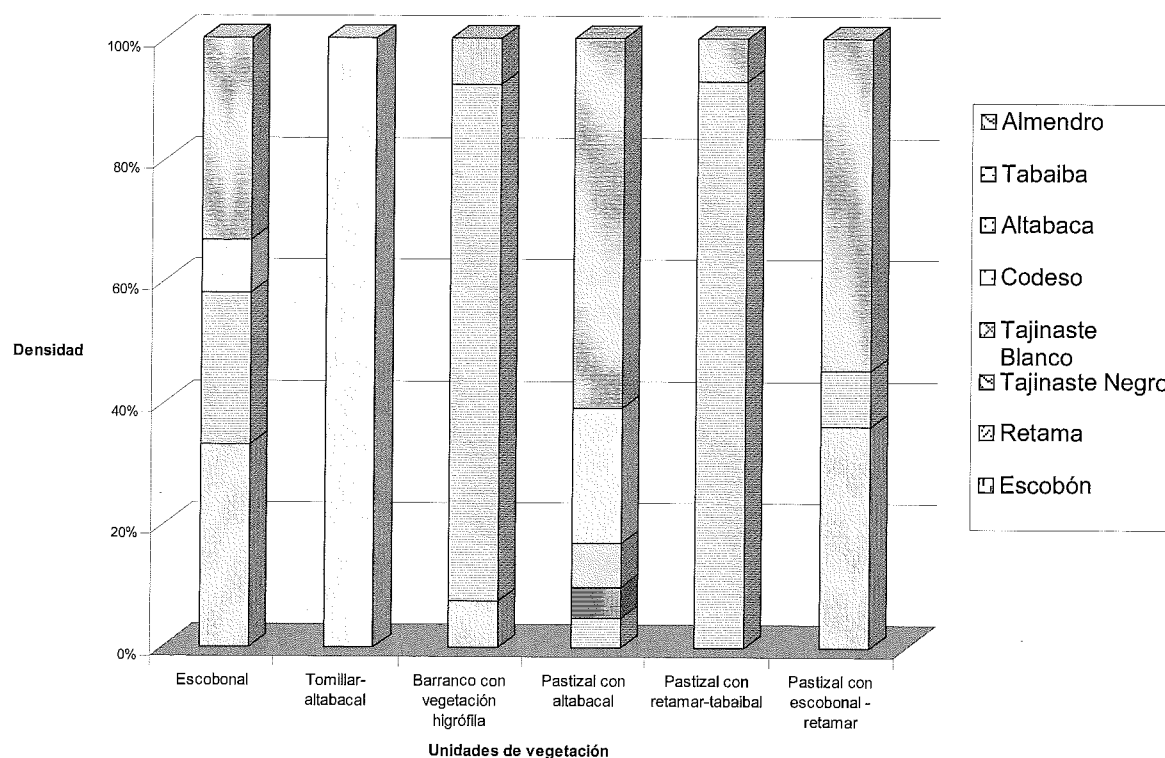
En la tabla 1 se observa la densidad total de plantas en cada unidad de vegetación y en la figura 2 la densidad de cada especie/unidad.

Tabla 1. Densidades totales/ha en cada unidad de vegetación

UNIDAD DE VEGETACIÓN	Nº de ARBUSTOS/HA
1 Escobonal	4 353,92
2 Tomillar-altabacal	6 008,79
3 Barranco con vegetación higrófila	10 554,91
4 Pastizal con altabacal	3 909,13
5 Pastizal con retamar-tabaibal	6 942,71
6 Pastizal con escobonal-retamar	4 928,74

Como se observa en la tabla 1 la unidad de vegetación 3 presentó la mayor densidad total/ha, siendo la unidad de vegetación 4 la que presentó menor densidad. La proporción de especies arbustivas en las diferentes unidades de vegetación (figura 2) fue: en la unidad de vegetación 1 el escobón del sur de Gran Canaria (32,44 %), la tabaiba (32,44 %), la retama (24,44 %) y el codeso (8,44 %); en la unidad de vegetación 2 la altabaca (100 %); en la unidad de vegetación 3 la retama (85 %) y el escobón (7,5 %), en la unidad de vegetación 4 la tabaiba (59,33 %), la altabaca (21,67 %), el tajinaste blanco (7 %), el tajinaste negro (5%) y la retama (4.67); en la unidad 5 la retama (92 %) y la tabaiba (7 %) y por último, en la unidad de vegetación 6 la tabaiba (54 %), el escobón (36 %) y la retama (9 %).

Figura 1: Porcentaje de cada especie vegetal en las diferentes unidad de vegetación



Los resultados de composición química y digestibilidad "in vitro" (medias y desviación típica) de las plantas más representativas se presentan en la tabla 2. Los arbustos de mayor contenido proteico fueron el codeso (17.81 %) y el escobón del sur (16.23 %); estos resultados son ligeramente superiores a los encontrados por Ventura (1997) para ambos arbustos. La retama presentó los mayores contenidos en FND, FAD y LAD y el tajinaste negro los menores. El contenido en FND, FAD y LAD del codeso y del escobon del sur fueron muy similares e inferiores a los obtenidos por Ventura (1997) y Ventura *et al.* (2000). La digestibilidad in vitro del escobón del sur y del codeso fue similar, siendo los tajinastes los que presentaron los valores mas altos y la retama los más bajos. Aunque los resultados de composición química del escobón del sur y del codeso son muy similares, el valor nutritivo del escobón del sur es mas bajo debido al contenido en alcaloides que limita la ingestión voluntaria del animal (Ventura *et al.*, 2000).

Tabla 2. Composición química de arbustivas % de la MS ($x \pm ee$).

Muestra	MS TOTAL	Ceniza	MO	PB	FND	FAD	LAD	Digestibilidad
ESCOBÓN	49,81±1,77	3,11±0,36	96,89±0,36	16,23±1,77	39,84±2,34	26,10±1,50	5,49±1,12	71,80±1,76
RETAMA	49,84±1,04	3,12±0,24	96,88±0,24	11,58±0,24	56,35±1,17	40,74±1,63	7,15±0,94	60,04±0,75
TAJINASTE NEGRO	35,89±2,52	21,24±1,12	78,76±1,12	6,51±0,91	27,39±3,82	17,79±2,48	2,95±0,97	83,97±3,32
TAJINASTE BLANCO	22,35±0,64	25,81±3,54	74,19±3,54	9,80±0,67	30,12±4,88	18,58±2,19	6,47±1,70	86,67±1,65
CODESO	52,31±3,98	4,26±0,31	95,74±0,31	17,81±2,23	42,16±1,19	27,90±1,54	5,64±1,11	71,04±3,97
ALTABACA	27,56±5,12	9,64±1,24	90,36±1,24	7,24±4,83	28,91±2,11	19,97±1,51	5,97±1,57	78,49±2,13

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos indican que existe gran variación en las proporciones y presencia de arbustivas entre las diferentes unidades de vegetación, sin embargo, la densidad total de arbustos sólo es significativamente superior en el caso de la unidad tres (barranco con vegetación higrófila).

Las especies arbustivas dominantes encontradas en las diferentes unidades de vegetación analizadas fueron el escobón del sur de Gran Canaria, la retama amarilla y la tabaiba amarga, siendo las dos primeras de interés forrajero.

A pesar de las diferentes proporciones de arbustos encontradas en las unidades de vegetación, hay que destacar el alto contenido proteico en el escobón y en el codeso; siendo ambos buenos indicadores del valor nutritivo (PB) y de la utilización digestiva de los forrajes (digestibilidad "in vitro").

No obstante, sería necesario determinar la ingestión voluntaria, aceptabilidad o palatabilidad y factures antinutritivos de los arbustos, ya que condicionan el valor nutritivo de un forraje.

AGRADECIMIENTOS

A Manolo y Dña. M^a León, actuales ganaderos del Cortijo, por todo su apoyo. Asimismo agradecemos la colaboración a Ana Belén Robles, José Luis González-Rebollar (Estación Experimental del Zaidín, Granada) y Pilar Fernández (ETSIAM, Córdoba) por su colaboración y apoyo incondicional en el desarrollo de las metodologías.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1990. Official Methods of Analysis. 15 th edition. Arlington. USA.
- COTTAN, G.; CURTIS, J.T., 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, **37**, 451-460.
- FERRER, C.; BROCA, A.; MAESTRO, M.; SANCHO, J.V.; ASCASO, J., 1995. Recursos pastables, base territorial y grado de utilización del medio en las explotaciones ganaderas del Alt Maestrat (Castellón). Aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG). *Pastos*, **XXV (2)**, 255-281.
- ROBLES, A.B., GONZÁLEZ, J.L., MORALES, C., BOZA, J., 1991. Evaluación de la fitomasa en comunidades arbustivas de interés ganadero del sudeste árido español: Experiencia piloto "Los Pajares" (Benizalon, Almería). *XXXI Reunión Científica de la SEEP*. Murcia, 163-169
- SANTOS GUERRA, A., 1995. Recursos forrajeros de Canarias: Pastizales y matorrales. *XXXV Reunión Científica de la SEEP*. Tenerife, 1-8.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A., 1963. A two stage technique for the in vivo digestibility of forage crops. *J. Brit. Grassld. Soc.*, **18**, 104-119.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A., 1991. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal Dairy Science*, **74**, 3683-3598.
- VENTURA, M.R., 1997. Valor nutritivo de arbustos forrajeros canarios. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- VENTURA, M.R.; CASTAÑÓN, J.I.R.; MUZQUIZ, M.; MENDEZ, P.; FLORES, M.P., 2000. Influence of alkaloid content on intake of subspecies of *Chamaecytisus proliferus*. *Animal Feed Science and Technology*, **85**, 279-282.

PRELIMINARY RESULTS OF GRAZING RESOURCES EVALUATION IN A SEMI EXTENSIVE GOAT FARM IN THE NUBLO RURAL PARK, GRAN CANARIA.

SUMMARY

The main objective of pastoral management in protected areas is the conservation of natural resources. This study include the preliminary results on evaluation of pastoral resources in a semi extensive goat farm in the Rural Park of Nublo. Pasture typification, forage shrubs evaluation and chemical composition of different forage shrubs have been done. A classification of pastures has been conducted and the forage shrub has been evaluated through the Point-Centred-Quarter. The chemical composition of the "escobón" from the south of Gran Canaria (*Chamaecytisus proliferus meridionalis*) has been analysed as well as the yellow "retama" (*Teline microphylla*), the black "tjinaste" (*Echium onosmifolium*), the white "tjinaste" (*Echium decaisnei*), the "codeso" (*Adenocarpus foliolosus*), and the "altabaca" (*Dittrichia viscosa*), more interesting forage shrub species from the forage point of view. Densities of total forage shrubs in different vegetation unit of the studied land varied among 3909 and and 10 545. The obtained result on crude protein and "in vitro" digestibility of the different forage shrubs fluctuated between 6.51 (black "tjinaste") and 17.81 ("codeso") and 60.04 ("retama") and 86.67 (white "tjinaste") respectively.

Key words: chemical composition, grazing, forage shrubs.

LOS RECURSOS PASCÍCOLAS COMO FACTORES DE LOCALIZACIÓN DE SISTEMAS GANADEROS EXTENSIVOS

E. MANRIQUE, A. M^a OLAIZOLA Y T. CHERTOUH

Dpto de Agricultura y Economía Agraria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177. 50013 Zaragoza (España). E-mail: olaizola@posta.unizar.es

RESUMEN

La disponibilidad de recursos para la alimentación, no constituyen el único factor de localización de las actividades ganaderas de rumiantes. Para caracterizar las relaciones espaciales existentes entre esta ganadería y los recursos pascícolas de la provincia de Huesca, se establece un tipología de municipios. Se ha utilizado Análisis de Componentes Principales y Análisis Cluster sobre quince variables referidas tanto a la importancia de diferentes recursos forrajeros y de pastos así como de las actividades ganaderas. Los siete grupos de municipios obtenidos en función de las relaciones entre recursos-ganadería, ponen de manifiesto que los pastos naturales sólo aparecen como determinantes de la localización en el vacuno de cría. El vacuno de leche se localiza sobre todo en relación con producciones de determinados regadíos, y el ovino, de mayor dispersión, configura sus sistemas de explotación en función de diferentes recursos disponibles.

Palabras clave: pastos, forrajes, sistemas de producción ganadera, localización espacial.

INTRODUCCIÓN

El tipo de actividades agrarias practicadas y las características que adquieren están condicionadas por diversos factores: el medio natural, la tecnología, el tipo de desarrollo económico, el entorno socioeconómico o aspectos específicos de las explotaciones. Por ello, la desigualdad agrícola entre diversos espacios y las formas de utilización agrícola del territorio, no pueden explicarse únicamente mediante variables endógenas (Laurent, 1991). Es claro que algunos de estos factores presentan una mayor importancia que otros como factores de localización. Así la disponibilidad de factores de producción es una variable determinante en la elección de los sistemas de producción, si bien los propios objetivos del agricultor como condicionante pueden tener carácter influyente (Tirel, 1992).

El medio natural continua siendo un condicionante de las actividades agrarias y, obviamente de las actividades ganaderas basadas en la utilización de los recursos pastorales. No obstante, la influencia del medio físico en la configuración de los sistemas de producción trasciende a su aspecto material, ya que éstos dependen también del tipo de organización social y económica, por lo que sus relaciones constituyen formas sociales (Smith, 1984). Así mismo, la relatividad del concepto "recurso" y de su utilización es consecuencia de la organización económica y social (Chassany y Miclet, 1994).

Por otra parte, el espacio rural que venía definiéndose históricamente como el medio natural gestionado por la producción agrícola (Bertrand, 1975, *cit* Beuret, 1997), constituye en la actualidad un espacio susceptible de nuevas formas de utilización; desapareciendo el carácter de casi exclusividad que presentaba la agricultura en muchas zonas. En dicho espacio concurren otros actores interesados en su utilización con diferentes lógicas, proyectos y efectos sobre el territorio originando actividades económicas que compiten con las agrarias en el uso de los factores productivos.

La generalidad de los sistemas ganaderos de rumiantes dependen de recursos forrajeros espontáneos o cultivados que con frecuencia aprovechan mediante pastoreo. Por ello, la distribución espacial de las actividades ganaderas refleja en diferente medida sus interacciones con la distribución de los recursos aunque no de forma unívoca.

En este marco, el objetivo del trabajo ha sido caracterizar las relaciones espaciales existentes entre la ganadería extensiva o semiextensiva y los recursos para su alimentación tanto cultivados como espontáneos, en la provincia de Huesca (Comunidad Aragonesa).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha establecido una tipología de municipios en función de la disponibilidad de recursos agrícolas y pascícolas y de la localización de la ganadería de vacuno y ovino. El área de estudio comprende la totalidad de municipios de la provincia de Huesca. Para cada municipio se han elaborado quince variables (Tabla 1) que se refieren a diferentes aprovechamientos agrícolas (cereales, cultivos forrajeros) y a los prados y praderas con relación a la Superficie Agrícola Útil (SAU), así como a las superficies de prados, pastos de puerto y pastizales con relación a la superficie total de pastos. Se han elaborado también otras variables referidas a la importancia del ovino, del vacuno de cría y leche con relación a las Unidades Ganaderas Totales y a las cargas respecto a diferentes tipos de superficies. La información básica se ha obtenido de los I-T Municipal 1999 disponibles en el servidor web del Dpto de Agricultura de la Diputación General de Aragón. Se ha intentado adaptar la terminología utilizada en estas estadísticas a la nomenclatura propuesta por Ferrer *et al.* (1997).

Tabla 1. Variables utilizadas en el ACP de la provincia de Huesca.

Regadío/ Superficie Agrícola Útil	(%REG/SAU)
%Superficie pastos* / Superficie Agrícola Útil	(%SP/SAU)
%Praderas / Superficie Agrícola Útil	(%PA/SAU)
%Prados, pastos herbáceos / Superficie Pastos	(%PRPH/SP)
%Cereales en regadío Superficie Agrícola Útil	(%CEr/SAU)
%Cereales en secano / Superficie Agrícola Útil	(%CEs/SAU)
%Cultivos Forrajeros en regadío / Superficie Agrícola Útil	(%CFr/SAU)
%Cultivos Forrajeros en secano / h Superficie Agrícola Útil	(%CFs/SAU)
% Unidad ganado Ovino/ Unidad Ganado Total	(%UGO/UGT)
% Unidad ganado de Vacuno de leche / Unidad de ganado Total	(%UGVL/UGT)
Unidades de Ganado Ovino / ha Superficie Agrícola Útil	(UGO/ha SAU)
Unidades de Ganado Vacuno Lechero / ha Superficie Agrícola Útil	(UGVL/ha SAU)
%Unidad de Ganado de Vacuno de Carne / Unidades de Ganado Total	(%UGVC/UGT)
Unidades de Ganado Vacuno Lechero / ha Cultivos Forrajeros en regadío	(UGVL/ha CFr)
Unidades de Ganado Vacuno Lechero / ha Prados	(UGVL/ha PR)

* Incluye prados, pastos de puerto, pastizales, monte abierto, erial a pastos y espartizales

Las variables han sido tratadas mediante Análisis de Componentes Principales (ACP) y el procedimiento de rotación varimax. Se ha realizado, así mismo, un Análisis Cluster Jerárquico concretamente el método de Ward a partir de las coordenadas de los municipios en los factores obtenidos. Para la realización de los análisis se ha utilizado el paquete estadístico SPSS 10.0.

Existen antecedentes de caracterizaciones de la diversidad espacial de la agricultura (delimitaciones, tipologías) con objetivos diversos de investigación y con frecuencia utilizando el análisis multivariante como metodología (Aldona 1983; Estivillé y Batista, 1985; Rapún, 1985-86; Olaizola *et al.* 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del Análisis Factorial de Componentes Principales realizado sobre las 15 variables descritas, se han obtenido cinco factores que explican el 80,6 % de la varianza total (Tabla 2). El primer factor (25,9 % de la varianza) sería expresión de la **importancia relativa del regadío** y, por tanto, de los cultivos forrajeros y de cereales en el área irrigada y también del vacuno de leche (%UGVL/UGT), si bien la correlación es menor (0,35). Por el contrario, aparece una correlación negativa con los cereales de secano.

Tabla 2. Correlaciones de las variables con los cinco primeros factores obtenidos en el Análisis de Componentes Principales.

VARIABLES	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
%REG/ SAU	0,968	-0,149			
%CFr/ SAU	0,911				
%CEr/ SAU	0,905	-0,208		-0,151	
%SP/SAU	-0,304	0,898			
%PRPH/ SAU	-0,217	0,769	0,125		
%CEs/SAU	-0,487	-0,767		-0,146	
%UGVC/UGT	-0,162	0,751	-0,133	0,202	0,361
UGVL/ ha CFr			0,893		
UGVL/ ha PR	-0,123	0,113	0,811		
UGVL/ ha SAU	0,393		0,702	0,319	0,155
% PA/ SAU		0,167		0,881	0,137
% CFs/ SAU	-0,187		0,179	0,869	
%UGO/ UGT		-0,374		-0,119	-0,842
%UGVL/UGT	0,346	-0,155	0,354		0,648
UGO/ ha SAU			0,311	0,508	-0,585
% Varianza explicada	25,9	20,8	14,9	10,9	8,1

El segundo factor explica en torno al 21 % de la varianza total y determinaría los municipios con **predominio de superficie de pastos**, prados, pastizales y pastos de puerto y de ganado vacuno de cría. En ellos es también muy escasa la importancia de los cereales en secano, por lo que presentan una correlación negativa con el factor. El tercer factor (14 % de la varianza) señalaría una **elevada concentración de ganado vacuno lechero**. El factor aparece correlacionado positivamente con la carga de este ganado con relación a los cultivos forrajeros en regadío, a la SAU y a las praderas, así como con la importancia relativa del vacuno de leche respecto a las Unidades Ganaderas Totales. El cuarto factor explica el 10,9 % de la varianza y sería expresión de **la importancia relativa de cultivos forrajeros en secano y de praderas**, junto a una relativa concentración del ganado ovino. Estos municipios presentan también cierta concentración de vacuno de leche, pero con menor incidencia en la interpretación del factor. El quinto y último factor (8 % de la varianza) caracteriza municipios con **importancia relativa del vacuno de leche junto a cierta presencia de vacuno de cría**. Son municipios con escaso ganado ovino, ya que el factor aparece correlacionado negativamente, con la importancia del ovino en el conjunto de la cabaña y con la carga ganadera de esta especie con relación a la SAU.

El análisis Cluster realizado a partir de las coordenadas de los municipios sobre los cinco primeros factores del ACP, ha permitido obtener siete grupos de municipios para toda la provincia (Tabla 3). Las características más relevantes de estos grupos son las siguientes:

Grupo 1. *Municipios con ganadería ovina y cereales en secano*. Está formado por 51 municipios que destacan por la elevada importancia del ovino y los cereales de secano. El 93 % de las UGT son de ovino y el 54 % de la SAU está destinada al cultivo de cereales de secano. El regadío tiene escasa importancia (9% de la SAU); y por tanto son irrelevantes los cultivos forrajeros (11 % del regadío) y los cereales en regadío (no obstante 57 % del regadío). En estos municipios es escasísimo el

vacuno de leche y de cría. Ocupan una buena parte de la Hoya de Huesca y espacios importantes del Bajo Cinca, Somontano, norte de La Litera y sur de Ribagorza..

Grupo 2: *Municipios con ganadería ovina, prados y pastos de puerto y pastizales*. Constituido por 53 municipios, también con total predominio del ovino (91% de las UGT), pero situados en áreas con elevada importancia de prados, pastos de puerto y pastizales (44,5 % de PRPH/SP), que a su vez ocupan una buena parte de la superficie (31 % SP/SAU). Los cereales de secano, también importantes (23 % de la SAU) no tienen, no obstante, el mismo significado que en el grupo anterior. El regadío tiene una mayor incidencia (16,2% de la SAU) y los cultivos forrajeros, tanto en secano como en regadío son también más importantes que en el primer grupo. Estos municipios ocupan la superficie provincial más importante y se localizan en zonas contiguas al grupo primero, principalmente en áreas montañosas del norte del Somontano, sur de La Litera y Monegros y en el sur prepirenaico de las comarcas de Jacetania, Alto Gállego, Sobrarbe y Ribagorza.

Grupo 3. *Municipios con prados y pastos de puerto y ganadería con predominio de vacuno de cría*. Está formado por 28 municipios caracterizados por la gran importancia de las superficies de pastos (94 % SP/SAU) y de la ganadería de vacuno y ovino, sobre todo de vacuno de cría (54 % UGVC/UGT). Casi el 90 % de los pastos lo constituyen prados, pastizales fundamentalmente pastos de puerto, muy por encima de cualquier otro grupo. Por el contrario, son prácticamente irrelevantes el regadío, los cereales y los cultivos forrajeros. Los municipios que constituyen el grupo son característicos de los altos valles pirenaicos y pertenecen a las comarcas de Jacetania, Alto Gállego, Sobrarbe y Ribagorza y son los que albergan la ganadería con mayor vocación pastoral.

Grupo 4. *Municipios con regadío y vacuno de leche*. Lo constituyen 16 municipios caracterizados desde el punto de vista ganadero por la importancia del vacuno de leche (48 % UGVL/UGT) y del regadío (79,4% de la SAU) en el que se localiza una notable proporción de cultivos forrajeros (21 % de la SAU) además de los cereales (36,7 % de la SAU). También tiene importancia relativa el ganado ovino que supone el 38 % de las UGT. Estos municipios se localizan preferentemente en las zonas irrigada de Monegros, La Litera y, sobre todo, en Cinca Medio.

Grupo 5 *Municipios con vacuno de leche en áreas de secano*. Está constituido por 14 municipios preferentemente de secano (sólo el 7 % de la SAU es regadío) y en los que predominan los cereales (54 % de la SAU como media). Los pastos tienen escasa importancia relativa (6,8 % de la SAU) pero presentan la singularidad de estar constituidos en un 46 % por prados y pastizales. El tipo de ganado más frecuente es el vacuno lechero (28 % de las UGT), por lo que éste es el segundo grupo con la presencia más importante de esta actividad. Lo componen municipios de secano de la Hoya de Huesca y Somontano junto a otros dispersos en las comarcas de La Litera, Ribagorza y Sobrarbe.

Grupo 6. *Municipios con ganado ovino en regadío*. Los 20 municipios que componen este grupo se caracterizan por el predominio de la ganadería ovina (90 % de las UGT) ligada a una agricultura de regadío que ocupa el 74,2 % de la SAU. Un tercio de la zona irrigada está ocupada por cereales; mientras los cultivos forrajeros se extienden en casi el 20 % de estas superficies. Los pastos apenas ocupan el 10 % de la SAU; y de ellos el 34,6 % está constituido por prados y pastizales. Este grupo se extiende por áreas contiguas al grupo cuatro, por lo que, tiene características agrícolas y pascícolas muy similares, diferenciándose por el ganado predominante. Son comarcas de Monegros, Cinca Medio, Bajo Cinca y La Litera preferentemente.

Grupo 7. *Municipios con superficies de pastos y ganadería con predominio del ovino*. Está formado por diecisiete municipios caracterizados por la notable disponibilidad de superficies de pastos (53 % de la SAU), el 71 % como media constituidos por prados y pastizales y con ganadería extensiva en la que predomina el ovino (58,2% UGO/UGT), sobre el vacuno de cría (31,6 % UGVC/UGT). Presentan también la mayor incidencia de cultivos forrajeros en secano (11,9 % de la SAU como cifra media). Se trata de municipios situados en las depresiones prepirenaicas y en las sierras interiores en todas las comarcas pirenaicas. Este grupo de municipios tiene similitudes con el 3, del que es espacialmente contiguo y se diferencia sobre todo por una cabaña orientada al ovino frente al vacuno de cría; por la menor disponibilidad de pastos y por la mayor vocación forrajera de su agricultura.

Tabla 3. Características medias de los grupos de municipios obtenidos en la provincia de Huesca.

	Grupo 1.	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
Nº Municipios	51	53	28	16	14	20	17
%REG/ SAU	9,60	16,22	1,68	79,37	6,97	74,19	4,94
%SP/ SAU	6,83	30,98	94,33	6,82	13,88	9,27	52,76
%PPF/ SAU	0,05	0,18	0,32	0,29	0,08	0,18	1,29
%PRPH/ SAU	6,57	44,50	89,40	11,99	46,23	34,64	70,66
%CEr/ SAU	5,46	7,81	0,03	36,74	4,07	32,28	0,67
%CEs/ SAU	54,53	22,81	0,54	5,38	54,05	6,86	13,41
%CFr/ SAU	1,08	3,49	0,72	21,09	1,28	19,56	3,38
%CFs/ SAU	2,17	3,92	1,82	1,30	2,31	1,07	11,93
%UGO/ UGT	93,51	91,54	38,78	38,42	6,73	89,80	58,16
%UGVL/ UGT	2,05	2,51	3,30	47,85	28,57	4,46	7,51
UGVL/ ha CFr	0,32	0,16	0,54	0,67	0,08	0,04	2,10
UGO/ ha SAU	0,12	0,18	0,07	0,10	0,01	0,15	0,26
UGVL/ ha SAU	0,00	0,01	0,00	0,11	0,00	0,01	0,03
%UGVC/ UGT	1,62	3,42	53,99	7,02	7,49	4,35	31,59
UGVL/ ha PR	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,44

CONCLUSIONES

La disponibilidad de recursos pastorales en la provincia de Huesca continua contribuyendo a la localización de las actividades ganaderas del vacuno de cría. El vacuno de leche parece localizarse en función de otros factores económicos y es esta actividad ganadera la que actúa como inductora de la producción forrajera. El ovino presenta mayor dispersión y, aunque en distinta medida, se distribuye por la casi totalidad del territorio. Los recursos pascícolas definen en buena medida las características diferenciadas de los sistemas de producción; que aparecen como distintas adaptaciones al medio natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDONA, I., 1983. *Les zones défavorisées en Catalogne: une étude comparative du développement des comarques*. Montpellier. CIHEAM. Col. Thèse, 233 pp.
- BEURET, J.E., 1997. L'agriculture dans l'espace rural. Quelles demandes pour quelles fonctions?. *Economie Rurale*, **242**, 45-52.
- CHASSANY, J. P.; MICLET, G., 1984. *Valorisation de ressources naturelles dans les zones marginalisées méditerranéennes au sud du Massif Central en France. Approche méthodologique*. INRA-ESR. Montpellier. 23 pp.
- ESTIVILLÉ, X.; BATISTA, J.M., 1985. Delimitación de regiones homogéneas para la elaboración de Plan Territorial de Cataluña mediante técnicas de análisis multivariados. "Crisis, autonomías y desarrollo regional". IX Reunión de Estudios Regionales, AEER. Univ. Santiago, Tomo III, 57-78.
- FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OCAÑA, M., 1997. Propuesta para un nomenclator definitivo de pastos en España. *Pastos*, **XXVII (2)**, 125-161.
- LAURENT, C., 1991. Place de l'activité agricole dans l'espace rural. L'exemple d'une région agricole de Normandie: Le Pays d'Auge. *Economie Rurale*, **202-203**, 34-39.
- OLAIZOLA, A. M.; VIDAL, D. de L.; TERUEL, A.; MANRIQUE, E., 1995. Characterization of the spatial diversity of sheep concentration in relation to agricultural resources of the middle valley of the Ebro. En: *Environmental and Land Use Issues. An Economic Perspective*, 439-447. Eds. L.M. Albisu y Romero C. Wissenschaftsverlag Vauk Kiel KG.

RAPUN, M., 1985, Hacia una delimitación de los espacios que conforman la agricultura de Navarra. *Estudios Regionales* 15/16, 167-201.

SCHMITT, B., 1984. La transformation d'espaces locaux et ses déterminants: le cas de villages Lorrains. *Economie rurale*, 162, 42.

TIREL, J.C., 1992. Utilisation de l'espace et systèmes de production. *Economie rurale*, 208-209, 111-116.

GRAZING RESOURCES AS FACTORS INFLUENCING THE LOCATION OF EXTENSIVE LIVESTOCK FARMING SYSTEMS

SUMMARY

The location of ruminant farming systems is determined, to a large extent, by the amount of forage and grazing resources available. A typology of municipalities in the province of Huesca was used to analyse the relationships between feeding resources and location of extensive livestock farms. A Principal Components Analysis and Cluster Analysis were carried out on fifteen variables referred to the importance of feeding resources and the livestock activities. Seven groups of municipalities were obtained. The location of beef cattle farms seemed to be linked to the availability of pastures. Dairy cattle was located in areas that had irrigated crops. Sheep farms were distributed throughout all areas considered. The great diversity observed in sheep farming systems seemed to be conditioned by the different accessibility to forage resources.

Key words: pastures, forage, production systems, spatial location.

PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACUNO EN LA GRANJA ARQUEIXAL: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROCESO DE CONVERSIÓN A PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

F. BARBEYTO¹, J. CASTRO², N. DÍAZ² Y J. PIÑEIRO^{2,3}

¹ Instituto Lácteo e Gandeiro de Galicia (ILGGA). Edificio Administrativo, Planta 4ª. Barrio Monelos. 15009 A Coruña (España). ² Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apartado 10, 15080 A Coruña (España). ³ Departamento de Producción Vexetal. Escola Politécnica Superior. 27002 Lugo (España)

RESUMEN

Se analizan los resultados obtenidos por la granja de vacuno de leche Arqueixal, que inició en el año 1999 un proceso de reconversión a producción ecológica. En el año 1997 tenía un rebaño de 25 vacas de una producción entorno a los 6000 L/vaca/año con un consumo concentrados de 400 g/L y un nivel de fertilización química de 77 kg/ha de N. En el 2001 tenía 30 vacas con un promedio de producción de 5600 litros, habiendo disminuido el concentrado a 300 g/L y reduciendo a cero aplicación de N químico. La renta familiar del 2001, año en que la granja se manejó como ecológica, con excepción de la mayor parte de los alimentos concentrados, fue de cinco millones de pesetas, ligeramente superior a la de 1999, año de máxima renta dentro de la fase no ecológica, a pesar de no haberse beneficiado de los mejores precios que suele tener la leche ecológica porque la granja sigue en fase de reconversión. El incremento de la base territorial productora de forrajes en 2,6 ha y la mejora en el manejo de los mismos, con reducción del uso del concentrado, ayudaron a que los cambios se produjesen sin afectar negativamente al nivel de renta familiar.

Palabras clave: extensificación, base territorial forrajera, coste de producción.

INTRODUCCIÓN

La evolución del sector lechero gallego, cuya producción se elevó a $2,2 \times 10^6$ toneladas en 1999 (AEA, 2001), se ha caracterizado por la acelerada desaparición de las explotaciones de menos de 10 vacas y la concentración de la producción en un número cada vez más reducido de unidades de mayor tamaño. Las explotaciones lecheras gallegas intensificaron las producciones en los últimos años, basándose prioritariamente en un incremento de la producción de leche por vaca, al mismo tiempo que aumentaban el número de vacas por explotación (López Iglesias, 2000).

Esta intensificación de la producción se apoyó en factores de manejo de los animales tales como: mejora genética, sanitaria y de la reproducción, pero también en el incremento de la compra y suministro de alimentos, tanto concentrados como forrajes. Al mismo tiempo, y con la finalidad de conseguir mayores producciones forrajeras propias, se utilizaron dosis más altas de fertilizantes y se incrementaron las superficies dedicadas a cultivos forrajeros anuales.

Un ejemplo de este proceso lo describen los resultados obtenidos en una encuesta realizada entre las explotaciones integradas en el Programa de Gestión técnico-económica de la Consellería de Política Agroalimentaria y Desarrollo Rural (CPADR) de Galicia. Sólo un 13% de las encuestadas sigue un modelo de utilización de los forrajes en pastoreo junto con la conservación de los excedentes

de primavera en forma de ensilado, en el otro extremo un 30% optó por el denominado "cero pastoreo" sistema en el cual las praderas se utilizan mayoritariamente en forma de ensilado. Mientras las explotaciones en sistemas de pastoreo destinan un 13% de su superficie a maíz forrajero y compran forrajes fuera un 33% de las mismas, en el de "cero pastoreo" las superficies cultivadas de maíz forrajero están en el 31% y tienen que comprar forrajes fuera el 76,5% (Barbeyto Nistal, 2000).

Este modelo de producción seguido por las explotaciones de mayor tamaño en Galicia, viene sustentado por la favorable relación existente entre el precio de la leche y el del concentrado, pero el elevado coste de producción que muchas tienen hace que una eventual variación de los precios de insumos pueda obligar a redefinir los modelos de producción.

La puesta en marcha de cambios en el modelo de manejo de la granja Arqueixal hacia una producción ecológica nos permiten analizar este proceso de reconversión desde el punto de vista técnico-económico. El hecho de que Arqueixal forme parte del proyecto EFFECT (European Farms for Effective Clover Technology) de la Unión Europea, iniciado el 1 de marzo de 1998 y que tiene como objetivo el fomento del uso del trébol blanco en las explotaciones ganaderas europeas (Piñeiro *et al.*, 2002), ha ayudado a que la granja se empezase a familiarizar con las prácticas de manejo adecuadas para que la presencia del trébol en los pastos aumentase antes del comienzo del proceso de conversión en ecológica.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información de este estudio se recogió de los datos aportados por la granja Arqueixal al programa de Gestión de Explotaciones de Vacuno de Leche, desarrollado por la CPADR, con la colaboración de la Asociación Galega de Cooperativas Agrarias (AGACA). La participación en el proyecto EFFECT de la granja hizo que el seguimiento, tanto de tipo técnico como económico, fuese más profundo e intenso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta mediados de 1999, la Granja Arqueixal siguió un modelo de manejo semejante al de muchas de las explotaciones lecheras gallegas más desarrolladas, de intensificación de la producción de leche junto con incrementos de carga ganadera y uso de altos insumos de producción. Este modelo empieza a modificarse a partir de junio 1999, con el inicio del proceso de conversión a granja de producción de leche ecológica, 15 meses después de la iniciación del proyecto EFFECT.

Los resultados obtenidos en el período 1997 - 2001, nos permiten analizar los cambios experimentados por la granja desde un punto de vista técnico-económico durante el proceso de adaptación, con objeto de reflexionar sobre los aspectos que más puedan influir en su futura viabilidad económica.

Indicadores técnicos

En la Tabla 1, se recogen los indicadores técnicos. Podemos apreciar en ella como entre el año 1997 y 1999 se incrementa el rebaño (de 25 vacas se pasa a 33), sin aumentar la base territorial, con lo cual se llega a una carga ganadera de 2,39 UGM/ha; al mismo tiempo la producción de leche de la explotación pasa de las 150,6 t de 1997 a las 185,1 t de 1999, lo que representa un incremento del 13,4%. El hecho de que los precios del concentrado fueran a la baja durante este período, favoreció este tipo de manejo.

Una vez iniciado el cambio de orientación de la explotación hacia la producción ecológica, se observan en los años 2000 y 2001 modificaciones sustanciales en el manejo: la base territorial para la producción de forrajes se incrementa en 2,6 ha, conseguidas en arrendamiento, se reduce el número total de vacas de la granja, se deja de utilizar el nitrógeno, fósforo y potasio de origen químico, y se replantea el modelo de producción forrajera, que se basa en la reinstalación del trébol en las praderas,

para aprovechamiento de éstas en pastoreo a lo largo del año, con un corte para ensilar en la primavera. El proyecto EFFECT ha permitido establecer las bases de manejo de las praderas para la mejora de la contribución del trébol a la producción (Piñeiro *et al.*, 2002) y para el manejo de la fertilización mediante el seguimiento del reciclado de los nutrientes a través del pastoreo y aplicación de los purines producidos en la granja (Castro *et al.*, 2002). Las únicas entradas del exterior son los elementos contenidos en los piensos comprados, algo de fósforo de roca molida y calizas.

Con el incremento de la base territorial, junto con la selección y reducción del ganado del año 2000, se consiguió una reducción considerable de la carga ganadera (de 2,39 a 1,64 UGM/ha).

Tabla 1. Indicadores técnicos

Año:	1997	1998	1999	2000	2001
Estructura. Mano de obra					
M.O. familia	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
M.O. asalariada	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Estructura. Rebaño					
Nº de vacas promedio año	25,3	29,7	32,9	29,3	30,5
Producción, litros/vaca	5949	5641	5626	5937	5587
t leche explotación y año	150,6	167,3	185,1	173,6	170,8
Estructura. Tierra					
SAU (ha)	20,0	20,0	20,0	22,6	22,6
Carga ganadera, UGM/ha	1,70	2,03	2,39	1,67	1,64
% SAU a praderas	90,0	87,5	87,5	89,0	86,8
Uso concentrados. Vacas.					
kg/vaca/año	2389	1883	2014	1837	1670
kg/litro, producido	0,40	0,33	0,36	0,32	0,30
Precio medio kg, concentrado	36,5	33,7	31,2	35,4	42,6
Uso de fertilizantes químicos.					
N, kg/ha	77	56	21	0	0

Resultados económicos

Los resultados económicos obtenidos vienen muy condicionados por los cambios en el modelo de manejo, así como por el precio del concentrado, principal insumo, y del obtenido por el litro de leche vendido. La Tabla 2 recoge los ingresos obtenidos en el período estudiado, en pts/litro comercializado. En este punto hay que destacar que se aplicaron durante todo el período los precios medios de leche no ecológica percibidos por los miembros de la Cooperativa Leitulla, a la que Aqueixal pertenece, toda vez que la explotación analizada comercializa su producción en forma de queso y yogur artesanal.

En el año 2000 se dio un acusado retroceso en el volumen de ingresos de las actividades complementarias a la leche (carne, desvieje, recría) toda vez que, debido a la reducción de carga ganadera, los animales de recría se vendieron sin esperar el momento óptimo para alcanzar precios adecuados, y por los de desecho se percibieron precios bajos.

Tabla 2. Resultados económicos. Ingresos (pts/litro)

Año:	1997	1998	1999	2000	2001
Ingresos de leche	49,4	52,4	50,1	49,8	53,2
Ingresos de ganado	14,6	11,1	10,0	1,1	10,6
Otros ingresos	0,1	1,2	0,1	0,2	1,1
Total Ingresos	64,1	64,7	60,2	51,1	65,0

Los Costes de producción, recogidos en la Tabla 3, también en pts/litro, muestran como el proceso de reconversión en el manejo de la granja redujo el coste en el período de 1997 a 2000, y manifiesta un ligero incremento en el año 2001 debido a las inversiones realizadas en las instalaciones para mejorar el alojamiento de los animales y, sobre todo, porque se incrementa el precio unitario del pienso concentrado ecológico, que se empieza a suministrar a las vacas y a la cría a partir del mes de septiembre de 2001 (ver precio medio concentrado en Tabla 1).

Este factor de incremento de los costes debe hacer reflexionar sobre la necesidad de adecuar la producción de las vacas a la producción forrajera de la explotación.

Tabla 3. Resultados económicos. Coste de producción (pts/litro)

Año:	1997	1998	1999	2000	2001
Alimentación comprada	16,8	15,5	14,8	13,3	14,9
Alimentación propia	3,6	1,8	1,5	1,7	2,1
Maquinaria	5,0	4,4	3,6	4,5	4,9
Gasoil, energía, etc.	0,9	0,7	0,5	1,0	1,2
Edificios	1,5	2,1	2,7	1,2	1,9
Veterinaria-Sanidad-Reprod.	2,5	2,0	2,0	2,5	1,8
Mano de obra. Asalariada	7,8	7,2	6,5	7,0	7,0
Otros gastos generales	3,9	4,5	2,5	3,1	2,0
Coste Directo	42,0	38,1	34,1	34,3	35,9
Coste de la tierra	3,3	3,0	2,7	3,3	3,3
Coste del trabajo familiar	9,5	8,5	7,7	8,2	8,3
Coste del capital	3,2	3,0	3,1	2,3	4,4
Coste Calculado	16,0	14,6	13,6	13,8	16,0
Total Costes	58,0	52,7	47,7	48,1	51,9

Los indicadores de rentas en pts/litro de la Tabla 4, se representan en tres niveles: a) *Renta familiar* (margen neto): Recoge la diferencia entre el total de ingresos y los costes directos (incluyendo en estos las amortizaciones técnicas de máquinas e instalaciones), b) *Beneficio empresarial*: Se obtiene después de descontar del margen neto los costes de oportunidad, y c) *Flujo de caja*: Para su cálculo se consideran sólo los cobros y pagos realizados, no teniéndose en consideración la variación de inventario de ganado como ingreso calculado ni los costes de oportunidad y amortizaciones técnicas como coste calculado.

Tabla 4. Resultados económicos. Indicadores de las rentas (pts/litro)

Año:	1997	1998	1999	2000	2001
Renta familiar (Margen neto)	22,1	26,6	26,1	16,8	29,1
Beneficio empresarial	6,1	12,1	12,6	2,9	13,1
Flujo de caja (cobros - pagos)	16,1	22,7	27,1	24,5	28,8

Los resultados económicos obtenidos en la explotación Archeixal, muestran una tendencia de mejora en el período analizado, con la única salvedad del año 2000, en el cual la reducción de los ingresos (por las causas ya comentadas) forzó que los márgenes económicos fueran menores. Este proceso económico se ve revalidado con los datos del año 2001, período en el cual la explotación funcionó, en la práctica, como granja ecológica, si se exceptúan parte de los alimentos concentrados. Esto supuso una ligera reducción de la producción de leche con incrementos en los costes de los alimentos comprados. Todo ello sin tener todavía el beneficio de las mejoras en los precios por litro que una explotación ecológica obtiene.

En la Tabla 5 se resumen los resultados económicos en pts/granja/año.

Tabla 5. Resultados Económicos (pts/granja). Resumen.

Año:	1997	1998	1999	2000	2001
Ingresos					
Total ingresos	9 663 458	10 829 933	11 147 337	8 867 297	11 185 970
Coste de producción					
Coste directo	6 326 836	6 373 800	6 312 021	5 954 669	6 178 892
Coste calculado	2 416 013	2 438 948	2 511 534	2 400 590	2 750 223
Total Costes	8 742 849	8 812 748	8 823 555	8 355 259	8 929 115
Indicadores de Rentas					
Renta familiar	3 336 622	4 456 133	4 835 316	2 912 628	5 007 078
Beneficio	920 609	2 017 185	2 323 782	812 038	2 256 855
Flujo de caja	2 424 162	3 803 754	5 009 645	4 258 043	4 954 201

El proceso de consolidación de un modelo de manejo de producción de leche ecológica, en la granja Arqueixal, en los aspectos de alimentación, después de la reconversión en la utilización y fertilización de las praderas y cultivos forrajeros se encuentra desde Setiembre de 2001, en fase de cambio en la alimentación complementaria con concentrados de tipo ecológico. Este proceso debe considerarse, también desde un punto de vista económico, teniendo en cuenta que de seguir el modelo actual de suministro de concentrado a razón de 300 gramos por litro producido y éste concentrado fuese de tipo ecológico, con un precio medio actual de 95 pts/kg, significaría un incremento del coste de producción por litro en el capítulo de alimentos comprados de 13,3 pts (pasaría de las 14,9 de 2001 a 28,2). Esto significa que el precio de venta de leche ecológica debe estar entorno a las 66,5 pts para mantener los resultados económicos del año 2001.

CONCLUSIONES

La fase de pre-adaptación, previa al inicio de la conversión en granja ecológica, con disminución gradual del fertilizante nitrogenado para dar paso a una mayor presencia de trébol blanco en las praderas, fue compatible con el mantenimiento o incluso mejora de la renta familiar.

La renta familiar del año 2001 en que el manejo ya fue de tipo ecológico, con excepción de parte de los concentrados, mejoró con respecto a 1999, año de máxima renta dentro de la fase no ecológica, a pesar del mayor coste medio de los concentrados que quedó compensado por un mayor precio de la leche.

El precio de la leche ecológica tendría que superar en 13,3 pesetas al precio de la leche ordinaria para que se mantuviese el mismo nivel de rentas que en 2001, en el supuesto de que el nivel de concentrados suministrados sea de 1670 kg/vaca/año.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo es parte del "Proyecto EFFECT (European Farms for Effective Clover Technology)" de la Unión Europea, registrado con el nº FAIR5-PL97-3819.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEA (ANUARIO DE ESTADÍSTICA AGRARIA), 2001. Anuario de Estadística Agraria 1999. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, 353 pp. Santiago de Compostela (España).

BARBEYTO, F., 2000. A intensificación das explotacións leiteiras galegas: intensificación técnica vs intensificación económica. En: *Cuadernillo de Divulgación Técnica*, 2-9. Separable de *Cooperación Galega*, nº 50, Revista da Asociación Galega de Cooperativas Agrarias (AGACA).

CASTRO, J.; NOVOA, R.; BLÁZQUEZ, R.; DÍAZ, N.; BARBEYTO, F.; PIÑEIRO, J., 2002. Seguimiento del abonado y de la fertilidad del suelo en la Granja Arqueixal durante el proceso de conversión a ecológica. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*. Lleida (España). (En prensa).

LÓPEZ IGLESIAS, E., 2000. Situación e perspectivas da produción láctea en Galiza. En: *Reforma Láctea: O control da produción a debate*. Seminario Europeo AEFPR-PAC S6. Santiago de Compostela, 4-5 Febrero 2000.

PIÑEIRO, J.; CASTRO, J.; DÍAZ, N.; BARBEYTO, F., 2002. Efecto de la siembra en superficie y del manejo en la presencia del trébol blanco en praderas. *Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*. Lleida (España).

ECONOMIC ANALYSIS OF THE CHANGE TO ORGANIC OF ARQUEIXAL DAIRY FARM

SUMMARY

The economy of Arqueixal dairy farm, that started the change to organic in 1999, is studied. In 1997 the farm had 25 dairy cows that yielded about 6000 L/cow/year with a consumption of 400 g of concentrates/L milk and 77 kg/ha of fertilizer N. In 2001 had 30 cows yielding 5600 L/cow/year, after reducing concentrates to 300 g/L and fertilizer N to zero. Despite of the fact that the milk price was still non organic, the family income in 2001, the first year the farm was run as organic, with the exception of part of the concentrates, was five million pesetas, slightly higher than in 1999, year of the highest family income within the non organic phase. The increase on the farm area in 2.6 ha and the better management, with a reduction in concentrates, made that the changes did not affect negatively the family income.

Key words: extensification, forage acreage, production cost.

ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LOS CRECIMIENTOS ANUALES EN ENCINAS CON DISTINTO NIVEL DE DECAIMIENTO. INFLUENCIA DE LA PODA SANITARIA

A. BLÁZQUEZ CARRASCO, P. FERNÁNDEZ REBOLLO 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

En este trabajo se evaluó el efecto de la poda sanitaria en encinas (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) afectadas por la "seca", sobre el crecimiento y la morfología de los brotes anuales, comparando distintos niveles de defoliación. Las variables medidas fueron la longitud de los ramillos, el número de hojas de los mismos, el número de hojas por unidad de longitud, el peso de la fracción leñosa, el peso de la fracción foliar y la relación entre las fracciones foliar y leñosa. Los resultados obtenidos sólo muestran efectos significativos en una de las parcelas de estudio. Estos resultados indican un mayor crecimiento de ramillos, un mayor número de hojas y un aumento en el peso de las fracciones foliar y leñosa en árboles podados, mientras que la variable fracción foliar/fracción leñosa es mayor para las encinas no podadas.

Palabras clave: brotes, defoliación, *Quercus ilex*, "seca".

INTRODUCCIÓN

La "seca" o decaimiento de los *Quercus* es un síndrome causado por un conjunto de factores bióticos y abióticos que desde hace dos décadas está debilitando, en muchos casos hasta la muerte, a numerosos individuos del género *Quercus*. Una de las especies más afectadas es la encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) que, además de ser muy abundante, tiene una gran importancia económica y ecológica en los sistemas silvopastorales del suroeste peninsular.

No se ha observado una sintomatología concreta con carácter general aunque siempre coinciden los síntomas de pérdida de vigor. Tampoco están definidos con suficiente claridad los agentes que lo provocan, si bien se han encontrado algunas plagas y enfermedades que podrían ser los principales causantes (Navarro y Fernández, 2000). De cualquier manera parece haberse aceptado que la "seca" se origina por la acción conjunta de varios factores, hablándose de factores de predisposición, que serían los que debilitan al arbolado, y factores desencadenantes y agravantes, que llevarían al progresivo decaimiento y a la pérdida del árbol (Sánchez *et al.*, 2000). Entre los factores de predisposición algunos de los más importantes son de carácter antrópico, como pueden ser podas excesivas, desbroces y laboreo del suelo continuados e inadecuados, o aumento de la carga ganadera.

Uno de los tratamientos realizados con mayor frecuencia en los focos de "seca" para impedir su expansión e intentar recuperar el arbolado, son las podas sanitarias, que eliminan las ramas muertas o afectadas. Estas podas suelen ser intensas, realizándose a menudo sobre ramas gruesas, produciéndose en el árbol un desequilibrio que puede provocar la aparición de brotes de mayor longitud y con gran número de hojas. Por otra parte en los árboles afectados por los procesos de "seca"

prevalece la asignación de recursos para la renovación y mantenimiento de las estructuras de defensa que conlleva una disminución en los crecimientos y en la producción de hojas, traduciéndose en una progresiva defoliación, mayor cuanto más debilitado se encuentra el arbolado. Por todo lo expuesto cabe esperar que tras una poda sanitaria aparezcan nuevos brotes más vigorosos, aunque esta respuesta podría ser menor en árboles con mayor grado de defoliación que se encuentren tan debilitados que no puedan recuperar su desarrollo normal.

Esto es lo que se ha pretendido comprobar en este trabajo, realizando un estudio morfológico de los crecimientos anuales de encina en varias localizaciones en las que se analizó el efecto de las podas sanitarias en pies con distinto grado de defoliación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este estudio se establecieron cuatro parcelas experimentales en zonas de encinar que presentaban problemas de "seca" a partir del Censo de Focos de Seca de Andalucía realizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (Tabla 1).

Las parcelas se definieron en el foco de "seca", dándoles una forma cuadrada de 200 m de lado que se dividió a su vez en cuatro cuadrantes iguales, o subparcelas, de una hectárea. Se buscó que toda la parcela estuviese dentro del foco y que la estructura y composición de la vegetación fuese homogénea, además de evitarse la presencia de rastos o caminos en la misma. Dentro de cada una de ellas se eligieron aleatoriamente dos cuadrantes para la realización de las podas manteniéndose los otros dos como control.

Tabla 1. Situación y características principales de las parcelas de estudio. Dn-diámetro normal medio, H- altura media.

Parcela	Localidad	Provincia	Dn (cm)	H (m)	Densidad (Pies/ha)	Relieve
1	Adamuz	Córdoba	37,1	7,5	45	Ondulado
2	Pozoblanco	Córdoba	45,5	6,1	37	Llano
3	Calañas	Huelva	19	5,2	76	Llano
4	V. de los Castillejos	Huelva	29,8	5,5	51	Ondulado fuerte

Las podas sanitarias se efectuaron durante los meses de febrero y marzo de 1999 y consistieron en la eliminación de todas las ramas secas o moribundas en los pies de encina más afectados, realizándose en los menos afectados una poda ordinaria. Se emplearon hachas, que se desinfectaron con formol al 30 % en agua al pasar de un árbol a otro, y dos motosierras, una para ramas sanas y otra para ramas secas, que se desinfectaban con la misma solución al finalizar la jornada. Las heridas se sellaron después con un fungicida-bactericida y se eliminaron todos los restos de las podas.

Entre enero y febrero de 2001 se estudiaron los crecimientos correspondientes al año 2000. En cada árbol se tomaron cuatro ramillos situados en la periferia de la copa, en su tramo medio-bajo y orientados hacia cada uno de los puntos cardinales. De cada ramo se midió la longitud, el número de hojas y los pesos secos de las hojas y de la fracción leñosa. Cuando el ramillo presentaba ramificaciones se eligió la de mayor longitud. Los pesos se obtuvieron en una balanza de 0,01 gr de precisión tras secar las muestras a 105° C durante 72 horas en una estufa de aire forzado. Con estos datos se obtuvieron además dos nuevas variables, la relación entre el número de hojas y la longitud del ramillo (Nh/L) y la relación entre los pesos de las fracciones foliar y leñosa (Ph/Pl). Simultáneamente a la toma de ramillos se evaluó la defoliación de la copa, según la metodología propuesta por la Red Europea de Seguimiento de Daño en los Bosques, que la define como la pérdida de hojas o acículas que sufre el árbol en la parte de su copa evaluable, esto es, eliminando del proceso de estima la copa muerta (ramas y ramillos claramente muertos) y la parte de la copa con ramas secas por poda natural o

competencia (Montoya *et al.*, 1998). La defoliación de cada árbol se expresó en clases, considerando los intervalos recogidos en la tabla 2.

Para el análisis estadístico se agruparon los valores obtenidos para los cuatro ramillos de cada árbol obteniéndose su media aritmética.. Se realizó un análisis de varianzas comparándose primero de forma independiente el factor tratamiento (poda, sin poda) y después comparándose éste factor dentro de cada clase de defoliación, todo ello para un nivel de significación del 0,05.

Tabla 2. Clases de defoliación.

Clase 0	No defoliados	0-10 % de defoliación
Clase 1	Ligeramente defoliados	10-25% de defoliación
Clase 2	Moderadamente defoliados	25-60% de defoliación
Clase 3	Gravemente defoliados	60-95% de defoliación
Clase 4	Secos	>95% de defoliación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se comparan las zonas podadas y no podadas dentro de cada parcela, los resultados obtenidos no muestran, en general, diferencias significativas para ninguna de las variables estudiadas (ver tabla 3). En otros trabajos revisados no se han obtenido respuestas significativas en la elongación de ramillos ante tratamientos de descorte en el alcornoque (Fialho *et al.*, 2001) y de inyecciones de funguicida en la encina (Cordon *et al.*, 2001), aunque sí se han obtenido resultados en cuanto al número de hojas por ramillo (Fialho *et al.*, 2001).

Tabla 3. Valores medios y desviación estándar (entre paréntesis) de longitud de rama (cm), número de hojas, número de hojas por cm de rama "Nh/L", peso seco de rama (g), peso seco de hojas y relación peso seco fracción foliar/ peso seco fracción leñosa "Ph/Pr" para el total de cada parcela según tratamiento de poda sanitaria. (*) Diferencias significativas entre tratamiento p<0,05.

	Tratamiento	Longitud Rama	Número de Hojas	Nh/L	Peso Rama	Peso Hoja	Ph/Pr	N
1	Poda	8,99 (3,38)	12,84 (5,80)	1,48 (0,50)	0,36 (0,22)	0,98 (0,45)	3,32 (1,78)	53
	Sin poda	8,75 (3,10)	12,01 (4,86)	1,44 (0,50)	0,32 (0,17)	0,88 (0,30)	3,21 (1,54)	66
2	Poda	5,40 (2,49)	9,29 (2,48)	1,93 (0,65)	0,18 (0,14)	0,56 (0,21)	3,99 (2,00)	62
	Sin poda	5,47 (1,98)	9,07 (3,25)	1,74 (0,50)	0,15 (0,11)	0,52 (0,17)	4,58 (2,27)	73
3	Poda	5,74 (2,24)*	8,90 (1,91)*	1,70 (0,50)	0,13 (0,07)*	0,76 (0,23)*	7,13 (3,52)*	79
	Sin poda	4,39 (1,25)*	7,58 (1,58)*	1,83 (0,50)	0,07 (0,04)*	0,54 (0,19)*	8,96 (4,29)*	67
4	Poda	8,66 (3,01)	11,27 (3,46)	1,38 (0,40)	0,29 (0,18)	0,99 (0,35)	4,14 (1,71)	80
	Sin poda	8,40 (3,05)	10,84 (3,52)	1,35 (0,32)	0,25 (0,15)	0,92 (0,37)	4,16 (1,48)	81

Sólo en el caso de la parcela tres se aprecian diferencias de forma significativa. Las zonas podadas presentan valores medios mayores en cuanto a longitud de ramillos, número de hojas por ramillo, peso de la fracción leñosa y peso de la fracción foliar, en todas las parcelas. El hecho de que la longitud de los ramillos, el número de hojas y los pesos de hojas y ramillos sean mayores en las subparcelas podadas parece mostrar el crecimiento anormal de respuesta a las poda sanitaria que se ha descrito anteriormente. La mayor densidad de pies, menor altura y menor diámetro medio, que presentan los árboles de esta parcela, podrían haber influido en una mayor respuesta a la poda.

En cuanto a la relación entre la fracción foliar y la fracción leñosa, ésta ha resultado ser mayor en las zonas no podadas. Esto podría indicar que otro de los efectos de la poda sanitaria sería el desarrollo de brotes donde la fracción leñosa cobra mayor importancia.

Del mismo modo, y también para la parcela 3, se apreciaron diferencias en el número de hojas por unidad de longitud del ramillo, aunque con menor significación ($p < 0,1$), siendo mayor en las zonas no podadas. Estos resultados estarían en consonancia con la mayor importancia en peso de la parte leñosa que reflejaba la relación fracción foliar / fracción leñosa para las zonas podadas, coincidiendo también con los encontrados por Cordon *et al.* (2001) que muestran una mayor separación entre hojas dentro del ramillo, y por lo tanto con menos hojas por unidad de longitud, para encinas tratadas con inyecciones de funguicida.

Por otra parte, en las tablas 4 y 5 se comparan, respectivamente, los resultados obtenidos para encinas con un grado de defoliación dos y con un grado de defoliación tres, sin que se hayan encontrado diferencias significativas entre clases para la misma parcela y tratamiento, con lo cual no se podría hablar de la existencia de niveles de defoliación a partir de los cuales la respuesta de las encinas a las podas sanitarias fuese menor. Los resultados obtenidos al comparar el efecto de las podas siguen el mismo esquema que cuando se analizaba el total de los árboles, encontrando diferencias significativas únicamente en la parcela tres.

Por lo que respecta a diferencias entre parcelas se aprecian mayores crecimientos en longitud, mayor número de hojas y mayor peso de las fracciones foliar y leñosa para las parcelas uno y cuatro. Al contrario sucede con el número de hojas por unidad de longitud del ramillo y con el índice fracción foliar / fracción leñosa que son superiores en las parcelas dos y tres, lo que parece indicar que en las parcelas uno y cuatro los ramillos son mayores pero con menor densidad foliar. Las únicas diferencias encontradas entre los dos grupos de parcelas se deberían a la orografía del terreno, estando situadas en terrenos llanos las parcelas dos y tres, y en terrenos más abruptos las parcelas uno y cuatro, tal y como queda recogido en la tabla 1. Por otra parte los crecimientos anuales de los *Quercus* suelen presentar gran variación entre distintas localizaciones, entre árboles o incluso dentro de un mismo árbol, habiéndose encontrado trabajos donde para la misma masa los crecimientos en años sucesivos son similares en unos casos a los obtenidos para las parcelas dos y tres, y en otros a los obtenidos en la uno y la cuatro (Fialho *et al.*, 2001).

Tabla 4. Valores medios y desviación estándar (entre paréntesis) de longitud de rama (cm), número de hojas, número de hojas por cm de rama "Nh/L", peso seco de rama (g), peso seco de hojas y relación peso seco fracción foliar/ peso seco fracción leñosa "Ph/Pr" para los árboles de cada parcela que presentan defoliación de clase 2. (*) Diferencias significativas entre tratamiento $p < 0,05$.

	Tratamiento	Longitud Rama	Número de Hojas	Nh/L	Peso Rama	Peso Hoja	Ph/Pr	N
1	Poda	8,94 (3,06)	12,93 (5,95)	1,47 (0,49)	0,35 (0,20)	0,98 (0,44)	3,33 (1,79)	49
	Sin poda	8,70 (3,20)	11,81 (5,17)	1,42 (0,52)	0,32 (0,18)	0,88 (0,31)	3,23 (1,49)	54
2	Poda	5,59 (2,58)	9,33 (2,57)	1,87 (0,64)	0,19 (0,14)	0,56 (0,22)	3,76 (1,65)	52
	Sin poda	5,59 (2,02)	9,20 (3,44)	1,72 (0,48)	0,15 (0,12)	0,52 (0,18)	4,35 (2,10)	62
3	Poda	5,77 (2,43)*	8,85 (1,98)*	1,72 (0,55)	0,13 (0,08)*	0,70 (0,23)*	7,05 (3,86)	46
	Sin poda	4,11 (0,97)*	7,52 (1,28)*	1,91 (0,44)	0,07 (0,03)*	0,56 (0,16)*	9,47 (3,70)	30
4	Poda	9,43 (3,35)	11,88 (3,90)	1,33 (0,36)	0,34 (0,22)	1,09 (0,34)	4,03 (1,60)	28
	Sin poda	8,37 (2,93)	10,70 (3,07)	1,34 (0,30)	0,25 (0,14)	0,92 (0,36)	4,14 (1,51)	58

Tabla 5. Valores medios y desviación estándar (entre paréntesis) de longitud de rama (cm), número de hojas, número de hojas por cm de rama "Nh/L", peso seco de rama (g), peso seco de hojas (g) y relación peso seco fracción foliar/ peso seco fracción leñosa "Ph/Pr" para los árboles de cada parcela que presentan defoliación de clase 3. (*) Diferencias significativas entre tratamiento $p < 0,05$.

Tratamiento	Longitud Rama	Número de Hojas	Nh/L	Peso Rama	Peso Hoja	Ph/Pr	N
1 Poda	9,51 (6,89)	11,81 (3,90)	1,61 (0,74)	0,45 (0,44)	0,96 (0,56)	3,19 (1,89)	4
Sin poda	8,50 (2,82)	12,54 (3,84)	1,53 (0,40)	0,36 (0,11)	0,83 (0,22)	2,74 (1,94)	8
2 Poda	4,09 (1,42)	8,61 (1,52)	2,29 (0,71)	0,13 (0,10)	0,51 (0,21)	5,38 (3,26)	9
Sin poda	4,26 (1,02)	8,00 (2,10)	1,96 (0,63)	0,09 (0,04)	0,46 (0,11)	6,12 (2,82)	8
3 Poda	5,79 (2,02)	8,98 (1,89)*	1,65 (0,44)	0,14 (0,07)*	0,85 (0,21)*	7,09 (3,07)	31
Sin poda	4,61 (1,41)	7,62 (1,80)*	1,76 (0,54)	0,08 (0,04)*	0,53 (0,21)*	8,55 (4,72)	37
4 Poda	8,24 (2,76)	10,94 (3,19)	1,40 (0,42)	0,26 (0,15)	0,94 (0,34)	4,20 (1,77)	52
Sin poda	8,48 (3,39)	11,17 (4,53)	1,37 (0,37)	0,26 (0,18)	0,91 (0,40)	4,20 (1,44)	23

CONCLUSIONES

No se han encontrado unas diferencias significativas que permitan hablar de un efecto inmediato de la poda sanitaria sobre el crecimiento y la morfología de los brotes anuales en la encina. Cuando se han observado diferencias las podas han producido un mayor crecimiento de ramillos, presentando mayor número de hojas y por mayor peso de las fracciones foliar y leñosa. Del mismo modo las podas favorecen el incremento relativo de biomasa leñosa pero no parecen influir en la densidad de hojas por longitud de ramillos. Todos estos efectos podrían estar relacionados con el estado de la masa, especialmente con la densidad y el diámetro normal medio. El grado de defoliación no influye en el desarrollo de los ramillos de forma significativa al menos durante el primer año tras el tratamiento.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación 1FD97-0911.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORDON, S.; BRAVO, V.; TAPIAS, R.; LÓPEZ, G.; SÁNCHEZ, I., 2001. Efecto de las inyecciones de fosfonato potásico en tronco de encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) sobre el crecimiento de ramillas y la fructificación. *III Congreso Forestal Español*, **IV**, 11-115.
- FIALHO, C.; LOPES, F.; PEREIRA, H., 2001. The effect of cork removal on the radial growth and phenology of young cork oak trees. *Forest Ecology and Management*, **141**, 251-258.
- MONTOYA MORENO, R.; LÓPEZ ARIAS, M., 1998. *La Red Europea de Seguimiento de Daño en los Bosques (Nivel 1) España, 1987-1996*. Publicaciones del O.A. Parques Nacionales MMA, 557 pp. Madrid (España)
- NAVARRO, R.M.; FERNÁNDEZ, P., 2000. *El síndrome de la seca del encinar. Propuesta de solución para el Valle de los Pedroches*. Fundación Ricardo Delgado Vizcaíno, 172 pp. Pozoblanco (España)
- SÁNCHEZ, M.E.; NAVARRO, R.M.; TRAPERO, A.; FERNÁNDEZ, P., 2000. La seca de encinas y alcornoques: una visión histórica. *Montes*, **62**, 29-39.

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ANNUAL GROWTH IN HOLM OAK TREES WITH A DIFFERENT DECLINE LEVEL. SANITATION PRUNING INFLUENCE

SUMMARY

The effect of sanitation pruning on holm oak (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) was estimated in four locations with trees affected by oak decline in the southwest of Spain. The new growth and morphology of shoots were characterized in trees with different decline level. Pruning effect was significant in only one location, with longer shoots and more leaves than control sites. In the same way, dry weight of shoots and leaves was higher whereas leaves/wood ratio was lower in pruned than in non pruned trees. Defoliation was used as estimation of decline level but did not produce any variation in the measured variables in trees with a different defoliation rate.

Key words: bud growth, defoliation, *Quercus ilex*, oak decline.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DEL CALIBRE DE BELLOTAS DE *QUERCUS ILEX* L. SUBSP. *BALLOTA* (DESF) SAMP A LO LARGO DE UN CICLO DE PODA. RESULTADOS DE LA CAMPAÑA 2001-2002

M.D. CARBONERO MUÑOZ, P. FERNÁNDEZ REBOLLO 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

El presente trabajo pretende cuantificar el efecto de la poda de la encina sobre la producción y tamaño de las bellotas. El diseño del experimento fue de tipo sincrónico, eligiendo árboles situados en parcelas podadas en los años 2000, 1999, 1998, 1996 y 1994.

No se observan diferencias significativas que inviten a pensar que la poda mejora o empeora la producción de una forma clara. Se ha observado una tendencia a la mejora en los cinco años siguientes a la misma, y una cantidad de fruto ligeramente inferior en el año siguiente a su realización. Sin embargo, las bellotas recogidas en árboles podados en el 2000, alcanzan un tamaño superior al resto.

La correcta realización de la poda propicia una buena iluminación de los árboles, favoreciendo el reparto de la producción en la copa de manera más homogénea.

Palabras clave: dehesa, encina, pedroches.

INTRODUCCIÓN

Las podas pueden considerarse como el tratamiento selvícola por excelencia de las encinas situadas en zonas adehesadas (Navarro y Fernández, 2000). La función principal de la poda es la consecución de una estructura óptima del árbol para la producción de bellota, y sus efectos positivos no se ponen en duda por la mayoría de los propietarios de estos sistemas. Sin embargo los escasos estudios científicos realizados sobre el tema ponen en tela de juicio la eficacia de la poda de mantenimiento en la mejora de la fructificación en dehesas con un arbolado bien formado y con una densidad media o baja. (Porrás, 1998; Vázquez, 1998). Por el contrario, los altos costes de la misma, la escasez de personal cualificado, y el papel tan importante que juega ésta en la transmisión y vía de entrada de plagas y enfermedades (Navarro y Fernández, 1998) obligan a cuestionar su interés. La situación tan delicada que en la actualidad atraviesan los sistemas adehesados requiere de recomendaciones claras para su sostenibilidad, y esto no es posible hacerlo sin el fundamento de estudios concretos. El presente trabajo intenta cuantificar el efecto de la poda de mantenimiento de la encina en la producción y en el tamaño de las bellotas. Con él se espera aportar alguna información al respecto y contribuir a mejorar el estado de conocimientos actual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar el trabajo se eligió la finca "Navalpaloma" situada al nordeste de la provincia de Córdoba, a unos 90 km de la capital. La vegetación es la de una dehesa abierta de encina con las características del arbolado mostradas en la Tabla 1.

Tabla 1: Densidad (pies/ha) y Fracción de cabida cubierta (Fcc) en % del arbolado, en las parcelas de poda estudiadas en la explotación. Número de árboles muestreados según clases diamétricas en cada parcela. Cada tratamiento viene nombrado por el último año en que se podó el arbolado.

Tratamientos	Características del arbolado		Número de árboles según clases diamétricas (cm)				N
	Pies /ha	Fcc (%)	15-25	25-35	35-45	45-55	
2000	60	32,4		5	5		10
1999	60	32,4			6	4	10
1998	78	40,93		5	5		10
1996	72	35,00		2	8		10
1994	61	30,8	2	8			10
Total	67	33,37	2	20	24	4	50

Se eligieron grupos de 10 árboles que estuvieran situados en zonas de orografía similar, libres de signos de ataques por plagas y enfermedades y que hubieran sido podados en diferentes años, a saber: 2000, 1999, 1998, 1996 y 1994. En total sumaron 50 pies. La poda que se les realiza es de mantenimiento o limpia suave, y está dirigida a eliminar el exceso de follaje de la copa de manera que ésta quede bien soleada.

Para la medida de la producción se utilizó una variación del método de los contenedores diseñado por Zulueta y Cañellas (Cañellas, 1992) que se considera interesante describir. La recogida de bellotas se realizó con unos recipientes circulares tipo maceteros de 40 cm de diámetro. Estos se colgaron de las ramas de los árboles a una altura de unos 2 m para evitar que fueran arrastrados por las vacas y cerdos que pastan en la finca. En cada árbol se colocaron cuatro contenedores con orientación N-S: dos en posiciones exteriores de la copa y dos en posiciones interiores.

El material se recogió quincenalmente a partir del 1 de Noviembre. Para la obtención de la producción por árbol en peso fresco de bellotas sin cascabillo (kg y kg/m² de copa), se realizó la media del peso obtenido en los cuatro contenedores de cada árbol y el resultado se extrapoló al total de la superficie de copa. Para el resto de los análisis se consideraron los resultados obtenidos en los cestos, no habiéndose extrapolado ningún dato a la copa.

RESULTADOS

La producción de bellotas por árbol y por metro cuadrado de copa, que están correlacionadas ($r^2=0,872$; $P<0,01$), variaron marcadamente entre árboles podados el mismo año y entre árboles podados en fechas diferentes (Tabla 2). Las oscilaciones de producción dentro de cada parcela de poda son muy acusadas. Los valores medios más altos por árbol se encuentran en la parcela podada en 1996 y los menores en la parcela podada en 1994 (35,130 y 9,79 kg/árbol). No ocurre así con los valores medios más altos por metro cuadrado de copa, en la que los mayores valores se encuentran en las parcelas podadas en 1998 y 1996 (0,479 y 0,410 kg/m²) y los menores en la parcela podada en 1996 (0,250 kg/m²). El análisis de la producción por árbol muestra diferencias significativas entre los árboles podados en 1994 y el resto, mientras que el análisis de la producción por metro cuadrado de copa no muestra diferencias significativas entre ninguna de las parcelas podadas en diferentes años.

Tabla 2: Producción anual de bellotas en peso fresco (kg) y producción por m² de copa en encinas según el año de poda. Cada tratamiento viene nombrado por el último año en que se podó el arbolado. Dentro de cada columna las medias con la misma letra no se diferencian significativamente para un nivel del 95 %.

Tratamientos	Producción (kg)				Kg/m ²				N
	Media	Dev-Std	Max.	Min.	Media	Dev-Std	Max.	Min.	
2000	19,155 b	17,574	54,608	0,000	0,299 a	0,260	0,715	0,000	10
1999	25,137 b	24,6305	79,8498	1,067	0,374 a	0,405	0,971	0,011	10
1998	26,148 b	16,679	66,068	2,065	0,479 a	0,380	1,383	0,041	10
1996	35,130 b	20,104	66,093	8,996	0,410 a	0,199	0,650	0,113	10
1994	9,792 a	11,796	37,054	1,236	0,250 a	0,286	0,870	0,026	10
Total	24,863	24,632	135,556	0,000	0,363	0,313	1,383	0,000	50

Se observan diferencias significativas en la producción por árbol entre ejemplares correspondientes a la clase diamétrica 15-25 cm y el resto, habiéndose notado que a medida que el árbol presenta un diámetro mayor la producción aumenta. Para el caso de la producción por metro cuadrado de copa, no se observan diferencias significativas entre árboles pertenecientes a diferentes clases diamétricas, aunque a medida que el árbol es mayor, también este parámetro aumenta.

El número de bellotas por árbol varía mucho dentro de parcelas podadas un mismo año y entre ellas. Los valores medios más altos se encuentran en la parcela podada en 1998 (2,8 bellotas por cesto) y los menores en la parcela podada en el 2000 (1,2 bellotas por cesto), aunque no se observan diferencias significativas entre parcelas (ver Tabla 3). La longitud y el grosor de la bellota son variables en las que existen grandes diferencias entre árboles. Los valores mayores se encuentran en la parcela podada en el 2000 (38,4 y 15,7 mm de longitud y grosor) y los menores en la parcela podada en 1998 (31,9 y 13,4 mm de longitud y grosor). Se observan diferencias significativas entre parcelas sólo en la variable longitud, aunque ambas evolucionan siguiendo la misma tendencia.

Tabla 3: Número de bellotas por cesto, longitud (mm) y grosor (mm) de bellotas según el año de poda. Cada tratamiento viene nombrado por el último año en que se podaron los árboles. En cada columna las medias con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 95 %.

Tratamientos	Número		Longitud (mm)		Grosor (mm)		N
	Media	Dev-Std	Media	Dev-Std	Media	Dev-Std	
2000	1,2 a	1,2	38,4 c	1,7	15,7 a	2,7	293
1999	2,3 a	2,9	32,4 a	5,3	13,7 a	3,2	562
1998	2,8 b	2,6	31,9 a	3,8	13,4 a	1,6	710
1996	2,1 a	1,2	34,1 ab	3,5	14,4 a	2,4	508
1994	1,4 a	1,7	33,6 ab	4,4	14,2 a	1,3	332
Total	2,0	2,0	34,0	4,4	13,5	2,3	2405

No se observan diferencias significativas ni en el peso ni en el número de bellotas entre las diferentes orientaciones en que se situaron los cestos dentro del árbol (ver Tabla 4). La mayor producción total se encuentra en los cestos colocados en el exterior, a destacar el orientado al sur, y la menor en los interiores. Durante todo el ciclo de fructificación las mayores producciones se han cosechado en el cesto situado en el exterior del árbol y orientado al sur, mientras que el situado en el exterior y orientado al norte reduce la producción a medida que pasa el tiempo. El análisis por parcelas de poda tampoco muestra diferencias significativas entre orientaciones, habiéndose encontrado las mayores producciones en los cestos exteriores.

Tabla 4: Producción en peso fresco y número de bellotas por cesto, longitud (mm) y grosor (mm) de bellotas según posición en la copa. En cada columna medias con la misma letra no se diferencian significativamente para un nivel del 95 %.

Orientación	Producción (g)		Número		N	Longitud (mm)		Grosor (mm)		N
	Media	Dev Std	Media	Dev Std		Media	Dev-Std	Media	Dev-Std	
Norte-Exterior	52,8 a	62,8	13,2 a	18,3	50	33,2 a	6,3	13,9 a	3,0	678
Sur-Exterior	59,1 a	58,3	14,0 a	14,5	50	34,2 a	4,2	14,4 a	2,5	700
Norte-Interior	40,7 a	39,3	10,0 a	11,2	50	34,0 a	4,2	14,2 a	2,2	502
Sur-Interior	42,4 a	35,2	10,6 a	11,4	50	34,1 a	4,6	14,3 a	2,2	525
Total	48,7	50,5	11,9	14,1	200	33,9	4,9	14,2	2,5	2405

En cuanto a la morfología de las bellotas tampoco se observan diferencias significativas entre las diferentes posiciones del árbol. Existe una menor longitud media en los cestos orientados al norte y situados en posición exterior (33,2 mm). Este patrón es similar para todas las parcelas de poda, no habiéndose encontrado en ellas diferencias significativas. Para el grosor no se han encontrado diferencias significativas, aunque los mayores valores se encuentran en los cestos colocados en el sur exterior (14,4 mm). El análisis por parcelas de poda tampoco arroja diferencias significativas.

La maduración y caída de la bellota se produce de manera escalonada (ver Tabla 5). Del 1-15 de Noviembre y del 1-15 de Diciembre se producen dos momentos de máxima caída de bellota en peso y número. A partir de esta última fecha disminuye claramente la cantidad de fruto que cae del árbol. Las parcelas podadas en el 2000, 1999 y 1994 siguen este patrón pero sin que se observen diferencias significativas. La parcela podada en 1998 arroja la mayor parte de su producción y de una manera significativa del 1-15 de Noviembre y la parcela podada en 1996 lo hace del 1-31 de Diciembre. Las bellotas recogidas del 16-30 de Noviembre tienen una longitud y un grosor significativamente mayor que en fechas más tardías. Se observa una disminución clara en el calibre del fruto a partir del 31 de Diciembre.

Tabla 5: Producción de bellotas en peso fresco (kg) por árbol, número de bellotas por cesto, longitud (mm) y grosor (mm) de bellotas según fecha de cosecha. En cada columna medias con la misma letra no se diferencian significativamente para un nivel del 95 %.

Periodo	Producción (kg)		Número		N	Longitud (mm)		Grosor (mm)		N
	Media	Dev Std	Media	Dev Std		Media	Dev Std	Media	Dev Std	
1-15 Noviembre	7,4 cd	8,3	12,4 cd	13,7	50	33,3 a	6,5	13,9 ab	3,2	623
16-30 Noviembre	5,0 bcd	6,4	9,0 bc	13,2	50	34,4 a	4,8	15,1 b	2,4	453
1-15 Diciembre	8,9 d	11,7	16,4 b	20,7	50	33,3 a	6,4	14,0 ab	2,9	832
16-31 Diciembre	3,5 abc	6,2	6,4 abc	10,5	50	33,9 a	4,9	13,8 ab	2,0	322
1-15 Enero	1,4 ab	2,8	2,8 ab	5,2	50	32,7 a	5,3	13,0 a	2,1	142
16-31 Enero	0,3 a	0,8	0,7 a	1,6	50	32,6 a	6,2	12,7 a	2,0	33
Total	4,4	7,6	8,0	13,5	300	33,5	5,7	14,0	2,7	2405

DISCUSIÓN

Los valores de producción media y número de bellotas por árbol y por metro cuadrado de copa son ligeramente superiores a los estimados por otros autores como Martín Vicente *et al.* (1998), Porras (1998), Vázquez (1998) y Cañellas (1992) en trabajos realizados en dehesas abiertas de la Península Ibérica. Estos apuntan valores de peso fresco inferiores a 18 kg de bellotas por árbol al año. Las altas variaciones de producción encontradas entre árboles son lógicas pues es conocido que algunas de las principales características que definen a las producciones de los *Quercus* son su elevada variabilidad entre años, entre especies y dentro de la misma especie.

La edad es un factor que influye en la producción por árbol, aunque de manera significativa sólo lo hace en árboles jóvenes (clase diamétrica 15-25 cm). Este hecho que es corroborado por diferentes autores como Greenberg (2000), Healy *et al.* (1998) y Vázquez (1998), no sólo se debe a la menor superficie de copa, sino a que posiblemente no hayan alcanzado estos ejemplares su óptimo desarrollo fisiológico. Como puede verse consultando la Tabla 1 y 2, la parcela podada en 1994 que tiene una mayor proporción de árboles pertenecientes a clases diamétricas bajas, posee una menor producción por árbol y por metro cuadrado de copa.

Entre el resto de las parcelas, compuestas por un arbolado totalmente maduro no se observan diferencias. Las producciones medias más bajas por árbol y por metro cuadrado de copa están en la parcela podada en el 2000, observándose una tendencia a la mejora en las mismas que finaliza en la parcela podada en 1996. En este punto los resultados se asemejan a los obtenidos por Porras (1998), y cuyas conclusiones eran que la poda disminuye la producción al menos en los tres primeros años. Aunque tampoco se pueden extraer conclusiones pues no se han encontrado diferencias significativas, la producción por metro cuadrado de copa tiende a aumentar a partir de árboles podados en el 2000, y tiende a disminuir a partir de árboles podados en 1998. Resultados muy influidos quizás por el gran efecto que factores varietales tienen en la producción de bellota (Healy *et al.*, 1999; Vázquez, 1998).

Los árboles con bellotas de mayor tamaño han sido los podados en el 2000. Esta observación coincide también con el trabajo realizado por Porras (1998).

Contrariamente a lo expuesto en el trabajo de Cañellas (1992), no se encuentran diferencias significativas en cuanto a producción entre diferentes orientaciones ni en cuanto a producción en el interior y exterior del árbol. El hecho de que no se encuentren diferencias claras en la producción y la morfología de las bellotas entre diferentes partes del árbol puede deberse por un lado a la orografía llana de la explotación, que impide la formación de solanas y de umbrías, y por otro lado a que la poda de formación y mantenimiento llevada a cabo en la explotación, propicia la formación de copas bien aireadas e iluminadas que optimizan y homogeneizan la superficie productiva en los árboles.

CONCLUSIONES

No se observan diferencias significativas que inviten a pensar que la poda de mantenimiento llevada a cabo sobre encinas mejora o empeora su producción de forma clara. Sí se observa una tendencia a la mejora de la producción por superficie de copa en los cinco años siguientes a la realización de la misma.

La longitud del fruto de árboles podados en la campaña anterior, es mayor que en el resto de las parcelas. Es posible que la poda de mantenimiento al eliminar ramas vivas no productivas, propicie una redistribución de los recursos del árbol hacia las ramas en producción, provocando este efecto.

La orografía llana así como una buena poda de formación son factores que propician una buena iluminación de los árboles, optimizando la superficie productiva de copa y favoreciendo un reparto de la producción de una manera más homogénea.

AGRADECIMIENTOS

A D. Juan Silva, propietario de la finca y Manolo su encargado por su colaboración e interés. Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación 1FD97-0911.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAÑELLAS, I., 1992. Producción de bellotas en alcornoques, 223-226. *Simposio mediterráneo sobre regeneración del monte alcornocal*.
- GREENBERG, C.H., 2000. Individual variation in acorn production by five species of southern Appalachian oaks. *Forest Ecology and Management*, **132**, 199-210.
- HEALY, W.M.; LEWIS, A.M.; BOOSE, E.F., 1999. Variation of red oak acorn production. *Forest Ecology and Management*, **116**, 1-11.
- MARTÍN VICENTE, A.; INFANTE, J.M.; GARCÍA GORDO, J.; MERINO, J.; FERNÁNDEZ ALÉS, R., 1998. Producción de bellotas en montes y dehesas del suroeste español. *Pastos*, **28 (2)**, 237-248.
- NAVARRO CERRILLO, R., FERNÁNDEZ REBOLLO, P., 2000. *El síndrome de la seca del encinar. Propuesta de solución para el Valle de Los Pedroches*. Edita Fundación Ricardo Delgado Vizcaíno, 165 pp. Pozoblanco (España).
- PORRAS, C.J., 1998. Efecto de la poda de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.) en los aspectos de producción y en el del grosor de las bellotas. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos*, 381-384.
- VÁZQUEZ, F., 1998. *Semillas de Quercus: Biología, Ecología y Manejo*. Edita Consejería de Agricultura y Comercio, Junta de Extremadura, 220 pp. Mérida (España).

THE EFFECT OF HOLM OAK PRUNING(*QUERCUS ILEX* L. SUBSP. *BALLOTA* (DESF) SAMP) ON PRODUCTION AND SIZE OF THE ACORNS

SUMMARY

It has been investigated the effects of holm oak pruning on acorn productions and acorn size. To get these aims, it was choosed several trees that were pruned in different years: 2000, 1999, 1998, 1996 and 1994. The results showed that pruning don't improve acorns production clearly. Holm oak pruning improves size the first year next making it, but next four years, production improves lightly. Furthermore, an accurate holm oak pruning improves and equalizes production along the tree top.

Key words: dehesa, holm oak and pedroches.

**APORTACIÓN PRELIMINAR AL ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE
LA DENSIDAD DEL ARBOLADO EN LA PRODUCCIÓN DE BELLOTA
DE UN CARRASCAL OSCENSE DE *QUERCUS ILEX*
SUBSP. BALLOTA(DESF.) SAMP.**

R. MILLA, S. PALACIO Y M. MAESTRO

Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.). Campus de Aula Dei. Avda. Montañana 1005. Apdo.202. 50080
Zaragoza (España).

RESUMEN

El abandono de las actividades tradicionales silvopastorales ha supuesto un cambio radical en los usos de los carrascales aragoneses, conduciendo a una devaluación de los mismos. Esta situación impone la necesidad de obtener sistemas de gestión que conduzcan a su revalorización. En este estudio se examina el potencial productivo de dichos sistemas forestales en distintas situaciones de competencia interespecífica, atendiendo a su viabilidad para mantener sistemas de producción de ganado porcino en montanera otoñal. Se definieron situaciones de alta densidad real y baja densidad supuesta de individuos sobre las que se midieron los siguientes parámetros: densidad de la masa arbórea, producción de bellota por hectárea, producción vegetativa del último año de crecimiento, tamaño y calidad nutritiva de las bellotas. Tanto la producción de bellota, como la producción vegetativa del año, el tamaño y la calidad nutritiva de las bellotas resultaron ser mayores en situación de baja competencia interespecífica. Por otro lado, los valores de producción de bellotas de las carrascales aisladas se pueden aproximar, pese a ser inferiores, a los citados en la bibliografía para carrascales adeshados del suroeste peninsular. Estos resultados preliminares, sustentan la posibilidad de implantación de sistemas de producción porcina en montanera en los carrascales aragoneses.

Palabras clave: encina, montanera, fructificación, aprovechamiento silvopastoral.

INTRODUCCIÓN

La progresiva disminución de las actividades agrícolas y silvopastorales acontecida en las últimas décadas en gran parte de la geografía aragonesa ha provocado importantes modificaciones en los usos del suelo. Un buen ejemplo de este cambio lo constituye el abandono en el uso de las masas de quercíneas, las cuales sustentaron sistemas de aprovechamiento de leña y carbón hoy día prácticamente inexistentes (Querol, 1995; De la Riva, 1997; Sabio, 1997).

Este progresivo desuso ha llevado a la degradación de su valor económico y, desde muchos puntos de vista también ambiental, aumentando los riesgos de incendio asociados (Vicente et al., 2000) y disminuyendo los valores de diversidad florística (Naveh y Whittaker, 1980). La revalorización de estos sistemas pasa por la incentivación de su uso racional, una de cuyas expresiones podría ser el potencial aprovechamiento de los carrascales (formaciones dominadas por *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.), mediante su aclareo, para la alimentación otoñal de ganado porcino en régimen de montanera.

Este potencial productivo no ha sido valorado en ningún carrascal de Aragón. El primer paso para evaluar la adecuación de un carrascal para sustentar la montanera de porcino pasaría por cuantificar su producción de bellota en comparación a la producida en carrascales manejados con este fin, principalmente las dehesas del suroeste peninsular. Se han realizado diversas valoraciones de la producción de bellota en encinares adehesados en las últimas décadas (Muñoz, 1994; Martín, 1998).

Existen dos factores de suma importancia en la productividad frutal de la encina, por un lado la poda realizada (Porras, 1998) y, por otro, la competencia existente entre los individuos (Martín, 1998; Zulueta y Montero, 1982). Es necesario destacar también la elevada variabilidad interanual de producción encontrada por todos los autores. La encina es una especie vecera en cuanto a producción de fruto, siendo sus variaciones interanuales realmente erráticas y aparentemente reguladas por ciclos de periodo más largo que los años invertidos en los estudios citados.

Los trabajos realizados en otros ecosistemas y en plantas cultivadas destacan la influencia de la densidad de individuos como medida indirecta de competencia, tanto intra como interespecífica, en la salida reproductiva y en la producción de frutos (Parry, 1978; Williams y Ingber, 1977; McLachlan *et al.*, 1995). Los patrones encontrados por estos autores son claros: el aumento en la competencia, independientemente de su naturaleza, disminuye la salida y el éxito reproductivo de las plantas a la escala del individuo. El objetivo del presente estudio es evaluar la influencia de la intensidad de aclareo en la producción y calidad nutritiva de las bellotas de carrasca, estableciendo para ello dos situaciones de competencia bien diferenciadas.

Los carrascales aragoneses podrían ser, en condiciones de aclareo adecuadas, tan productivos en bellota como los extremeños y andaluces. La evaluación de esta hipótesis es más problemática, debido a la inexistencia de carrascales adehesados en Aragón. Por tanto, para el presente estudio se han utilizado carrascales aisladas con morfología y desarrollo similares a los de las encinas de dehesa, comparando sus valores de producción con los encontrados en la bibliografía relativa a dehesas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Todos los parámetros del estudio se han medido en dos parcelas de 250 m² y en otros dos individuos aislados situados en el carrascal de Igríes a escasos kilómetros de la ciudad de Huesca. Este lugar presenta unas temperaturas medias anuales de 13,1 °C y una precipitación media de 674,4 mm. Los muestreos tuvieron lugar durante el otoño de 2001.

Las dos parcelas se situaron dentro de una mancha homogénea de carrascal, con una alta densidad de plantas leñosas, principalmente *Quercus rotundifolia*, *Quercus coccifera* y *Genista scorpius*. En ellas se realizaron todas las medidas relativas a características productivas de la carrasca en situación de alta competencia. Para caracterizar las formaciones asemejables a dehesas se eligieron dos carrascales bien desarrolladas y aisladas. Asumiendo que la densidad óptima recomendada para una formación adehesada es de 30% de recubrimiento de copa sobre el suelo (Montoya, 1993), los valores de producción por hectárea fueron calculados como si las carrascales muestreadas cubrieran con sus copas un 30% de la superficie.

Las variables medidas fueron las siguientes:

1.- Medidas de densidad de la masa arbórea como estimador de la competencia intraespecífica. En las parcelas se realizó un conteo de todas las cepas presentes. En los individuos aislados, para conocer la densidad de cepas que existiría si estuvieran en una formación adehesada que cubriera con sus copas un 30% del suelo, se midió la superficie de copa cubierta por cada uno de los dos individuos, calculando a partir de esta cifra el número de cepas por hectárea.

2.- Medidas de producción de bellota por hectárea. En la situación de alta densidad se cuantificó el número y el peso total de bellotas maduras producidas por 20 carrascales mediante conteo visual (abordable ya que las carrascales no medían más de 2 metros). La producción de las dos encinas aisladas se estimó tras el vareado de los individuos en un estado ligeramente anterior a la total

maduración, para conseguir de esta manera la cosecha de todas las bellotas producidas por el árbol. Los datos obtenidos a la escala de individuo se multiplicaron por la densidad de cepas para obtener la producción por hectárea.

3.- Medidas de producción vegetativa. En los individuos y parcelas referidas en los apartados anteriores, se recolectaron 10 ramas de 3 años representativas del crecimiento vegetativo de la población en el año 2001. Estas ramas fueron fraccionadas en los distintos órganos (hojas, tallos y bellotas) de cada cohorte. Posteriormente se calculó la relación biomasa seca de tallos de 2001/biomasa seca de tallos de 2000 como indicador del crecimiento del año en cada una de las dos situaciones de densidad.

4.- Medidas de calidad de la bellota (tamaño y calidad nutritiva). Para valorar la calidad de la bellota producida se han considerado dos parámetros: el tamaño de la bellota y su composición química, analizándose cenizas, proteína bruta y grasa bruta (R.D.2257/1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 recoge los resultados relativos a la densidad de individuos y la producción de bellota en cada una de las dos situaciones de competencia. Los kilogramos de bellota producidos por hectárea son mucho mayores en los individuos aislados. La competencia intraespecífica es mucho menor en esta situación, las raíces tienen más libertad de exploración edáfica y más recursos hídricos y minerales disponibles. La arquitectura de estas carrascas también tiene una influencia primordial en su salida reproductiva: los individuos multicaules de la situación de densidad elevada sufren una intensa competencia interna de los distintos brotes de una misma cepa por los recursos proporcionados a través de una sola raíz (Ducrey y Toth, 1992). Esta competencia interna tiene como reflejo su menor productividad reproductiva (tabla 1) y vegetativa (figura 1).

Tabla 1.- Densidad de individuos y producción de bellotas (g materia seca) en las dos situaciones analizadas. (1): calculada según cobertura de copa recomendada para dehesa (Montoya, 1993), aproximadamente 30%.

	densidad alta		densidad baja	
	parcela 1	parcela 2	individuo 1	individuo 2
densidad (número cepas/ha)	640	760	23 ⁽¹⁾	31 ⁽¹⁾
media	700		27	
producción de bellota (kg/ha)	0,752	0,893	54,553	209,163
media (kg/ha)	0,823		131,858	

Las conclusiones emitidas a partir de estos resultados de producción vegetativa y reproductiva deben ser evaluadas con precaución. Ambos tipos de producción sufren variaciones interanuales considerables (datos en proceso de publicación) en la especie muestreada. Los picos de estas variaciones no tendrían que coincidir temporalmente en las dos formaciones analizadas. En cualquier caso, las diferencias observadas entre densidades son tan abismales que difícilmente un año de alta producción en las parcelas densas superaría a uno de baja producción en las carrascas aisladas.

El tamaño de las bellotas muestreadas denota una clara tendencia a la formación de frutos mayores en las situaciones aclaradas que en las más densas (figura 2). El tamaño final del fruto parece estar regulado, entre otros factores, por la disponibilidad de recursos, tanto atmosféricos como edáficos.

Las diferencias en los parámetros químicos estimadores de la calidad nutritiva de las bellotas fueron moderadas, aunque se observan dos tendencias. En primer lugar la el porcentaje de proteína bruta resultó débilmente menor en las bellotas grandes (figura 3). Esto puede deberse a una dilución de N debido a su mayor contenido en carbohidratos y grasas, lo cual enmascararía la menor cantidad real

por bellota (42 mg PB/bellota en alta densidad frente a 121 mg PB/bellota en baja densidad). Ambas medidas deben ser tenidas en cuenta a la hora de valorar el estatus nutricional de un órgano vegetal (Chapin, 1989). La digestibilidad de estas proteínas por el ganado porcino se aproxima al 75% (FEDNA, 1999).

Figura 1: Diferencias de la producción vegetativa de 2001 en las dos densidades estudiadas. Significación: P<0,001

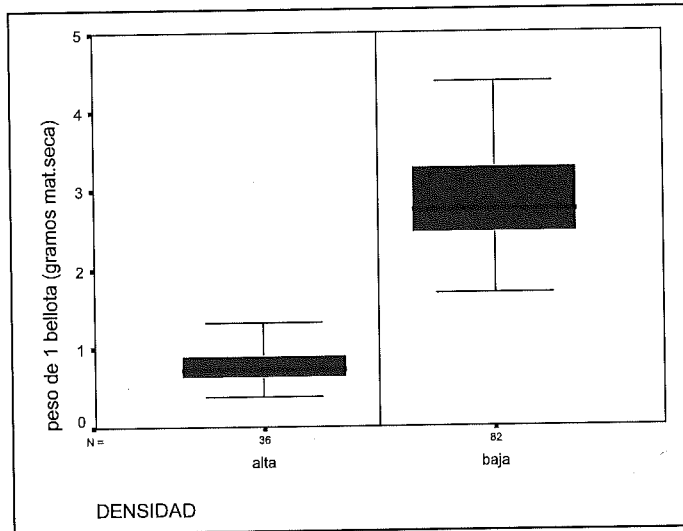
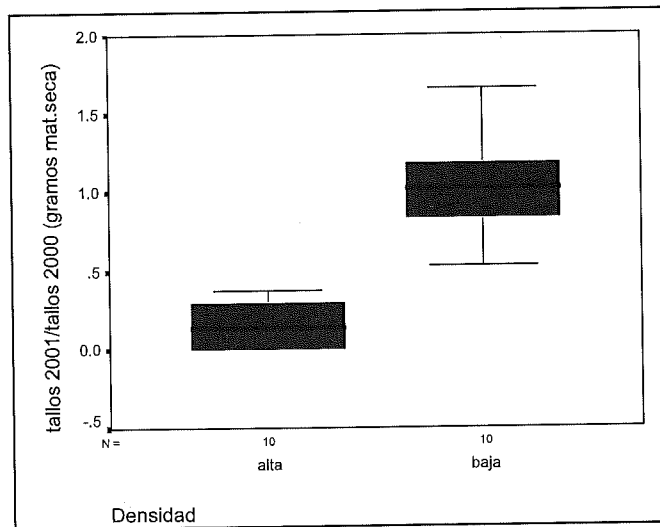


Figura 2: Peso individual de las bellotas en situaciones de alta y baja densidad. Significación: P<0,001

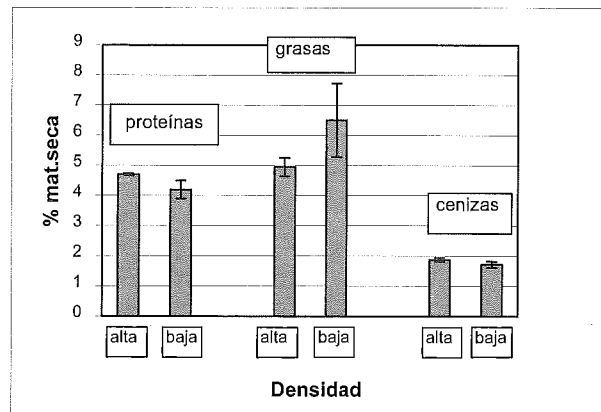


La concentración de grasa es ligeramente mayor en las bellotas de las carrascales aisladas. La mejor disponibilidad de recursos les permite obtener un balance de C más positivo que sus congéneres de situaciones densas, lo que permite acumular más reservas nutritivas en los cotiledones de la bellota y facilitar la germinación del embrión. Expresando los datos en cantidad de grasa por bellota obtenemos el mismo patrón, pero más acentuado: 44,16 mg GB/bellota en densidad alta y 181,5 mg GB/bellota en densidad baja.

El interés del presente estudio pasa por evaluar las posibilidades reales de implantación de sistemas de producción porcina con fase de montanera en carrascales aragoneses. Las cifras de producción absoluta encontradas en las carrascales aisladas (54,5 a 209 kg/ha), con estructura equiparable a las adhesadas, son menores que las aportadas por otros autores en encinas del suroeste

peninsular (250 a 800 kg/ha en Muñoz (1994), ó 291 a 296 kg/ha en Martín (1998)). Las encinas adhesadas del suroeste y las muestreadas en este trabajo, presentan similitudes en cuanto a aislamiento y, por tanto, menor presión competitiva. Sin embargo, ostentan diferencias que podrían ser el origen de las distintas producciones: las encinas aragonesas no fueron podadas para producción de bellota, ni fueron abonadas por el ganado, ni viven bajo las mismas condiciones climáticas que las extremeñas. Estos hechos son de importancia fundamental en la producción posterior. Es necesario reseñar de nuevo la intensidad de la variación interanual en la producción y, por tanto, la prudencia con que deben considerarse los datos presentados.

Figura 3: Composición química de las bellotas estudiadas. En densidad alta, n=3; en densidad baja, n=4.



CONCLUSIONES

Los resultados aquí expuestos tienen un marcado carácter preliminar, y por tanto no nos permiten emitir conclusiones tajantes. Parece que la tendencia, dentro del carrascal estudiado, es a producir bellotas de más calidad y en número más alto en situaciones aclaradas. La valoración del posible manejo de estas formaciones para producción de porcino en montanera queda sujeta a posteriores estudios que integren el fenómeno de las vecerías, así como aspectos de índole económico.

AGRADECIMIENTOS

El estudio ha sido realizado gracias al apoyo financiero de la D.G.A. (Proyecto P024/2001 y beca predoctoral al primer autor). Agradecemos a la familia Porta las facilidades de acceso a la finca de su propiedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAPIN III, F.S., 1989. Approaches to study nutrient uptake, use and loss in plants. En: *Plant Physiological Ecology: field methods and instrumentation*, 185-208. Ed. R.W. PEARCY *et al.* Chapman and Hall. New York.
- DE LA RIVA, J., 1997. *Los montes de la Jacetania. Caracterización física y explotación forestal*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 358 pp.
- DUCREY, M. Y TOTH, J., 1992. Effect of cleaning and thinning on height growth and girth increment in holm oak coppices (*Quercus ilex* L.). *Vegetatio*, **99-100**, 365-76.
- FEDNA, 1999. *Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos*. E.T.S.I. Agrónomos de Madrid.
- MARTÍN, A., 1998. Producción de bellotas en montes y dehesas del suroeste español. *Pastos*, **XXVIII (2)**, 237-248.

- MCLACHLAN, S.M.; MURPHY, S.D.; TOLLENAAR, M.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J., 1995. Light limitation of reproduction and variation in the allometric relationship between reproductive and vegetative biomass in *Amaranthus retroflexus* (redroot pigweed). *Journal of Applied Ecology*, **32**, 1, 157-65.
- MONTOYA, J.M., 1993. *Encinas y encinares*. Ed. Mundi-Prensa, 131pp. Madrid.
- MUÑOZ, A., 1994. En: *El sector porcino: aspectos básicos*, pp. 149-59. Ed. C. BUXADÉ. Mundi Prensa. Madrid.
- 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.
- PARRY, M.S., 1978. Integrated effects of planting density on growth and cropping. *Acta Horticulturae*, **65**, 91-100.
- PORRAS, C.J., 1998. Efecto de la poda de la encina en los aspectos de producción y en el del grosor de las bellotas. *Actas XXXVIII Reunión Científica de la SEEP*, 381-384. Soria.
- QUEROL, J.V., 1995. *Ecografía y explotación forestal en las serranías de Albarracín y Gudar-Maestrazgo*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 280 pp.
- R.D. 2257/1994 de 25 de noviembre (B.O.E. núm 52 de 2 de marzo 1995).
- SABIO, A., 1997. *Los montes públicos en Huesca (1859-1930)*. Publicaciones del Instituto de Estudios Altoaragoneses, 313 pp.
- VICENTE, S.M.; LASANTA, T.; CUADRAT, J.M^a, 2000. Influencia de la ganadería en la evolución del riesgo de incendio en función de la vegetación en un área de montaña: el ejemplo del valle de Borau (Pirineo aragonés). *Geographicalia*, **38**, 33-58.
- WILLIAMS, R.D.; INGBER, B.F., 1977. The effect of intraspecific competition on the growth and development of johnsongrass under greenhouse conditions. *Weed Science*, **25**, 4, 293-97.
- ZULUETA, J.; MONTERO, G., 1982. Posibilidades de mejora silvopascícola en montes bajos de quejigo (*Quercus faginea* Lamk.). Efecto de los aclareos en la producción de bellota. *An.INIA, Sec.Forestal*, **6**, 75-87.

PRELIMINARY APPROACH TO THE STUDY OF THE EFFECTS OF TREE DENSITY ON ACORN PRODUCTION IN AN EVERGREEN OAK FOREST (*QUERCUS ILEX* SUBSP. *BALLOTA*, DESF. SAMP) OF HUESCA (NE SPAIN)

SUMMARY

The abandonment of traditional forestry activities has involved radical changes in the management of evergreen oak forests in Aragón leading to their devaluation. Alternative management systems are needed to achieve their revaluation. We examined the yield potential of these forests under different competence levels, paying attention to their feasibility to support pigs production systems following a "montanera" exploitation regimen. Measurements of above-ground density, acorn yield, vegetative yield in the last growing year, acorn's size and nutritive quality were conducted under situations of high and low population density. All acorn yield, vegetative yield, acorn's size and nutritive quality were higher under low intra-specific competence regimen. Furthermore, acorn yield levels of isolated oaks were similar, although lower, to that of exploited evergreen oak forests of the southwest of Spain ("dehesas"). These results, though preliminary, suggest the possibility of establishing pigs production systems in evergreen oak forests of Aragón.

Key words: fruit set, forestry, holm oak, pigs, land use.

PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA SALMANTINA

S. ALVAREZ SÁNCHEZ-ARJONA¹, R. MORALES CORTS¹, L. BEJARANO MESA² Y
A. DURÁN SÁNCHEZ¹

¹ Universidad de Salamanca. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Filiberto Villalobos 119. 37007 Salamanca. ² Organismo Autónomo Explotación del Monte de Espeja. Plaza Mayor 3. Espeja (Salamanca)

RESUMEN

Se ha estudiado el encinar de una dehesa salmantina, midiendo la altura y el diámetro de la copa, la altura de la base de la copa y el diámetro del tronco en tres zonas de diferente altitud y relieve. Se ha recogido la producción de bellota, y se ha relacionado con las dimensiones de cada pie. Se ha medido también el peso medio de la bellota en cada árbol, estudiando su evolución a lo largo de la montanera. Los resultados muestran un elevado desarrollo de la copa tanto en diámetro como en altura, y un 42,5% de fracción de cabida cubierta. La producción media de bellota es de 19 kg/pie, aunque existe una alta variabilidad individual, que además es mayor a mayor desarrollo de la copa, explicando la altura y el diámetro de ésta el 43% de la variación de la producción.

Palabras clave: encina, bellota, montanera.

INTRODUCCIÓN

La dehesa es uno de los ecosistemas más característicos del oeste de la Península Ibérica, y ha dado lugar a lo largo de los años a sistemas de producción animal muy adaptados a su entorno, muy respetuosos con el medio en el que se desenvuelven y que permiten obtener productos de alta calidad. Gracias a esta producción, se mantiene hoy un patrimonio natural y cultural que de otra manera desaparecería.

Diversos factores, sobre todo la climatología y la edafología propias de gran parte del oeste y el suroeste español limitan su utilización agraria, pues no permiten el mantenimiento de cultivos de manera rentable; la explotación diversificada basada fundamentalmente en la ganadería extensiva es una forma óptima de rentabilizar un potencial ecológico bastante restringido (Ceresuela, 1998). Es preciso recordar que sólo mediante este sistema de explotación se mantiene el entorno adehesado; sólo si la ganadería extensiva ligada al mismo se organiza de forma que sea económicamente rentable podrá conservarse la dehesa.

Así pues, la dehesa se basa en una serie de recursos bastante limitados desde el punto de vista productivo, basados en la manipulación humana del bosque mediterráneo de quercíneas, y constituye uno de los sistemas más bellos y eficientes para aprovechar los recursos diversos, escasos y estacionalmente variables de los ecosistemas mediterráneos de suelos pobres (Montero, San Miguel y Cañellas, 1998). Desde el punto de vista biológico, se caracteriza por su diversidad de flora y fauna, en primer lugar, y también de estructura y producción, pero en general son entornos que no permiten altas producciones, sobre todo en agricultura, por lo que el aprovechamiento ganadero y forestal son los más adecuados.

La explotación del cerdo ibérico es una de las mejores formas de aprovechamiento del encinar adehesado. El porcino es la especie que utiliza más eficazmente la bellota, y en concreto en la raza

ibérica proporciona además una elevada calidad a los productos, por lo que también desde el punto de vista comercial resulta muy eficiente. El aprovechamiento del encinar con esta especie animal será tanto más adecuado cuanto mejor se conozca la capacidad productiva del monte. El objetivo de este trabajo es mejorar el conocimiento de las características de la dehesa en Salamanca, en concreto en la comarca de Ciudad Rodrigo, una de las zonas más productoras de la dehesa fría.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado las características del monte en tres parcelas de una superficie de 2500 m² cercadas en la Dehesa Boyal de Espeja (Monte U.P. 105) en el término municipal de Espeja (Salamanca), con objeto de realizar un seguimiento de la producción de bellota sin las interferencias que puedan provocar los animales en pastoreo. La densidad media en la explotación es de 25pies/ha, si bien se encuentran zonas claramente diferentes en la superficie total.

Los suelos son regosoles dístricos con textura arenosa, muy baja capacidad de retención de agua y niveles deficientes en fósforo. Las tres zonas del estudio son diferentes en cuanto a altitud y topografía, diferenciándose una zona de vaguada, a 710 m de altitud y con pH 6,3, una zona llana a 735 m y pH de 6,1, y una tercera zona de ladera, a 800 m, con pendiente acusada y pH de 4,6. En esta última zona se encontró gran pedregosidad en el primer horizonte del perfil, y se trata de un encinar menos desarrollado tanto en altura como en los diámetros analizados, con encinas más jóvenes y en mayor densidad, y con abundante presencia de matorral. En las otras dos parcelas de estudio las encinas son de mayor porte, y no se presenta matorral y se trata de un monte maduro, incluso con necesidad de regeneración. Son dos ejemplos del paisaje de la zona, en función del mayor o menor grado de eliminación del matorral y de la reducción de pies por unidad de superficie. Los árboles objeto de estudio son pies sometidos a las podas habituales de la dehesa salmantina, *desmoche* y *olivado*, y aunque en cada parcela la última poda se hizo el mismo año, a cada pie se le aplicó el tipo de poda que le correspondía. No obstante, en la zona de ladera se realizó sólo olivado, mientras que en las otras dos predominó el desmoche.

Además, para los análisis posteriores, se han dividido también los árboles en clases diamétricas, considerando tres categorías: árboles de diámetro menor de 35 cm, árboles con diámetro mayor o igual de 35 cm y menor de 55 cm y árboles con diámetro igual o superior a 55 cm.

En cada una de las parcelas se han tomado los siguientes datos de los árboles: diámetro del tronco a 1,30 m, altura de la copa, diámetro de la copa en dos direcciones perpendiculares, altura de la base de la copa y altura a la cruz. Así mismo, se ha recogido la bellota del suelo de forma manual en la montanera de la campaña 2000/2001, semanalmente entre el 16 de octubre y el 13 de diciembre de 2000. Posteriormente, y debido a una tormenta con vientos fuertes que motivó la caída de toda la bellota inmediatamente antes de la última recogida, no se encontró presencia de fruto en el suelo. Se midió también el peso medio de la semilla, pesando 100 bellotas de cada pie. Se han analizado las relaciones existentes entre la producción de bellota y los parámetros del árbol antes detallados, mediante análisis de regresión y de varianza, así como con el procedimiento GLM del programa estadístico Statgraphics 2.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos dasométricos de los árboles del estudio se recogen en la tabla 1, en la que se ha organizado la información en función de la zona de estudio. Se analizan así parámetros relacionados con la capacidad productiva de la encina, ya que la producción se va a localizar sobre todo en la superficie externa de la copa, como son la altura a la cruz, la altura total de la copa y la altura de la base de la copa, así como el diámetro de la copa.

Tabla 1: Parámetros dasométricos de las encinas estudiadas (cm)
(valor medio \pm desviación típica)

	Zona llana	Ladera	Vaguada	NS (1)	Total
N	9	23	12		44
Altura a la cruz	239,67 \pm 7,30 ^a	209,13 \pm 7,31 ^b	206,25 \pm 12,91 ^b	**	214,59 \pm 5,64
Altura copa	901,11 \pm 55,38 ^a	674,13 \pm 21,23 ^b	825,0 \pm 37,44 ^{ab}	****	761,71 \pm 23,37
Altura de la base de la copa	251,44 \pm 25,85 ^a	300,91 \pm 8,49 ^b	248,33 \pm 11,12 ^a	**	276,59 \pm 8,27
Diámetro de la copa	1130,39 \pm 67,37 ^a	765,09 \pm 38,70 ^b	1064,08 \pm 84,72 ^a	***	921,35 \pm 41,33
Diámetro del tronco	67,27 \pm 3,49 ^a	36,16 \pm 2,16 ^b	56,89 \pm 9,30 ^a	****	48,18 \pm 2,49

Medias con distinto superíndice en la misma fila difieren significativamente al nivel indicado.

(1) Nivel de significación **: P<0,05; ***P<0,001; ****P<0,0001

En la tabla 1 se observan de manera general diferencias significativas entre las encinas de la zona situada en ladera respecto a las otras, con menor desarrollo tanto en altura como en los diámetros analizados, con encinas más jóvenes y en mayor densidad. En las otras dos parcelas de estudio las encinas son de mayor porte. En cualquier caso, los datos medios reflejan la existencia de un encinar de altura elevada, con 7,6 m de media, y con un importante desarrollo de la copa, puesto que el diámetro medio es de 9,2 m. Este último valor, especialmente elevado en las zonas llana y de vaguada, es fruto entre otras cosas del tipo de poda realizado, que busca una copa con amplia base, sobre la cual se pueda desarrollar la zona productora de fruto. Por otra parte, y como cabe esperar, existe una relación entre la altura y el diámetro de la copa y el diámetro del tronco, y mediante regresión lineal se encuentran las siguientes ecuaciones:

$$\text{Altura de la copa} = 478,263 + 5,883 \cdot \text{Diámetro del tronco}$$

$$\text{Diámetro de la copa} = 339,699 + 12,072 \cdot \text{Diámetro del tronco}$$

El coeficiente de regresión es de 0,62 en la primera ecuación y de 0,73 en la segunda, y los análisis de varianza muestran una relación estadísticamente significativa entre los dos parámetros, siendo P<0,0001. A la vista de los datos, y teniendo en cuenta que según Montoya (1989) la encina puede alcanzar 25 m de altura en buenos suelos, es indudable que nos encontramos en el caso general que para la dehesa menciona López Márquez (1990) cuando indica que la acción del hombre sobre los árboles de la dehesa mediante las podas influye de manera decisiva sobre la conformación del árbol.

La medida del diámetro de la base de la copa, junto con la densidad del arbolado, define la superficie de suelo cubierta por las copas, es decir, la fracción de cabida cubierta. Este parámetro tiene un valor medio en la superficie estudiada del 42,50%. Por zonas, se encuentran valores muy semejantes en la zona de ladera y en la de vaguada, con un 44,68% y un 45,66% respectivamente, mientras que en la zona llana la superficie de suelo cubierta se reduce a un 37,15% debido a la menor presencia de arbolado, incluso con los mayores valores de diámetro de copa. Estos valores entran dentro del intervalo comprendido entre el 30 y el 50%, que Montero *et al.* (1998) consideran adecuado para obtener la máxima producción conjunta de bellota y pasto.

La producción media de bellota fue de 19,02 kg en verde por pie, si bien se observa una gran variabilidad en este dato, y así encontramos un valor mínimo de 0,12 kg y un máximo de 87,85 kg. Este valor medio, teniendo en cuenta que en la explotación hay una densidad media en la explotación de 25 pies/ha, supone una producción de 475 kg/ha y año, lo que concuerda con las cifras que dan Montoya (1989) y Montero *et al.* (1998). Las producciones medias por pie son diferentes en cada

parcela de estudio, y se encuentran diferencias significativas ($p < 0,01$) entre la producción media de la zona de ladera (5,63 kg/pie) y las de las otras dos zonas (27,26 kg en la zona llana y 38,07 kg en la zona de vaguada). Entre estos dos últimos valores no hay diferencias significativas. La producción más limitada corresponde a los árboles más jóvenes y situados en la zona de mayor densidad. Estos valores, muy diferentes entre sí, muestran también diferencias los 10 kg/pie que Cañellas *et al.* (1991) obtienen para la encina en una dehesa mixta de alcornoque y encina. La producción es muy variable con las distintas zonas y años.

Por clase diamétrica también se han encontrado diferencias significativas, como se recoge en la tabla 2. Los datos muestran un efecto claro del diámetro del fuste -generalmente asociado a la edad- que provoca un aumento de la producción, si bien al existir una relación positiva entre el diámetro del tronco y las dimensiones de la copa, se puede considerar que las diferencias de producción se deben también a la variación de la superficie productiva.

Tabla 2: Producción media de bellota por pie según el diámetro del tronco

	n	Producción total (kg)
Diámetro <35 cm	11	4,37 ^a
Diámetro entre 35 y 54 cm	16	13,46 ^a
Diámetro >55 cm	15	35,70 ^b

Medias con distinto superíndice difieren significativamente ($P < 0,01$)

Analizando directamente la relación entre la producción y las dimensiones de la copa mediante regresión lineal, se encuentran dos relaciones estadísticamente significativas ($P < 0,01$) con un coeficiente de correlación de 0,51 para relación entre la producción y la altura y de 0,63 para la relación entre la producción y el diámetro de la copa. El modelo lineal que incluye la altura y el diámetro de la copa es significativo ($P < 0,001$) y explica un 43% de la varianza de la producción. Se pone así de manifiesto una vez más la importancia que la estructura del árbol tiene en la producción.

El peso medio de la bellota va incrementándose a medida que aumenta la montanera, desde 2,23 g en la última semana de octubre hasta 4,95 g en diciembre, para el total de árboles de las tres parcelas. Este aumento de tamaño podría deberse a que el proceso de maduración va siendo cada vez más perfecto.

Tabla 3: Evolución del peso de la bellota en las diferentes zonas de estudio

	Zona llana	Ladera	Vaguada	Nivel de significación (1)
Semana 1	2,15 ^{ab}	1,94 ^a	2,78 ^b	***
Semana 3	2,54 ^{ab}	2,32 ^a	3,31 ^b	***
Semana 5	3,76 ^{ab}	3,29 ^a	4,42 ^b	***
Semana 7	4,70	4,94	4,71	NS

Medias con distinto superíndice en cada fila difieren significativamente al nivel indicado.

(1) ***: $P < 0,001$; NS: no significativo.

Estos resultados coinciden con los datos medios que aporta Rupérez (1957), según el cual en 1 kg caben de 250 a 400 bellotas, es decir, un peso de 4 a 2,5 gramos por bellota. En las primeras semanas de la montanera se han observado diferencias significativas ($P < 0,05$ e inferiores) en el peso de la bellota de las diferentes zonas de estudio, especialmente entre las zonas de ladera y de vaguada, manteniéndose la zona llana en una situación intermedia. Sin embargo, al final de la montanera las diferencias van siendo cada vez menores.

De la misma manera, el peso medio de la semilla es significativamente distinto en las tres categorías diamétricas al principio de la montanera, pero las diferencias desaparecen a medida que ésta avanza. Los datos se recogen en la tabla 4.

Tabla 4: Evolución del peso de la bellota en las diferentes zonas de estudio

	Diámetro < 35 cm	Diámetro entre 35 y 54 cm	Diámetro > 55 cm	Nivel de significación (1)
Semana 1	1,85 ^a	2,13 ^{ab}	2,68 ^b	**
Semana 3	2,14 ^a	2,75 ^{ab}	2,95 ^b	**
Semana 5	2,91 ^a	3,69 ^{ab}	4,26 ^b	*
Semana 7	3,71	4,84	4,90	NS

Medias con distinto superíndice en cada fila difieren significativamente al nivel indicado.

(1) *: P < 0,1; **: P < 0,05; NS: no significativo.

CONCLUSIONES

Se han encontrado dos tipos de paisaje adhesionado en las parcelas de estudio: un monte joven y denso, por una parte, y un encinar maduro y con necesidad de regeneración. Está compuesto por encinas altas (7,6 m) y con elevado diámetro de copa (9,2m), y ambos valores aumentan con el diámetro del tronco.

La fracción de cabida cubierta es del 42,5% de media, concordando con otros datos de la bibliografía, si bien evidentemente puede ser éste un valor muy variable. La producción media de bellota es de 19 kg/pie y año (475 kg/ha), con elevadas diferencias en las distintas zonas de estudio y en las clases diamétricas establecidas. Existe una relación positiva y significativa entre la producción de bellota y las dimensiones de la copa.

El peso medio de la bellota aumenta desde 2,23 g al principio de la montanera hasta 4,95 g al final de la misma. Mientras que al principio de la montanera hay diferencias entre las zonas de estudio y en las clases diamétricas, a medida que avanza la montanera estas diferencias desaparecen.

No obstante, dada la importancia que tiene la vecería en la producción de bellota, y las altas diferencias interanuales que se pueden encontrar, es necesario profundizar en el estudio de esta producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAÑELLAS, I.; SAN MIGUEL, A.; DEL RÍO, V., 1991. Evaluación de la producción silvopastoral de una dehesa extremeña: pasto, bellota y biomasa de ramas podadas, *Actas de la XXXI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, pp. 234-240.
- CERESUELA, J.L., 1998. De la dehesa al bosque mediterráneo, en *Jornadas de Agronomía. La dehesa*, 45-52. Co. C. G. Hernández Díaz-Ambroña. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid (España).
- LÓPEZ MÁRQUEZ, J.L., 1990. Aproximación al establecimiento de una clasificación de "encinas" en la Dehesa Extremeña, *Colección Información Técnica Agraria. Serie Agricultura*, nº 5. Junta de Extremadura: Servicio de Investigación Agraria, 59 pp. Badajoz (España).
- MONTERO, G.; SAN MIGUEL, A.; CAÑELLAS, I., 1998. Sistemas de Selvicultura mediterránea. La dehesa, en *Agricultura sostenible*, 519-554. Ed. R.M. Jiménez Díaz y J. Lamo de Espinosa. Agrofuturo, Life y Mundi-Prensa. Madrid (España).
- MONTOYA, J.M., 1989. *Encinas y encinares*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid (España).
- RUPÉREZ, A., 1957. *La encina y sus tratamientos*. G. Manero, 154 pp. Madrid (España).

EVERGREEN OAK PRODUCTION IN SALAMANCA

SUMMARY

Evergreen oak production in Salamanca has been studied. Top high and diameter, trunk diameter and top base diameter have been measured, in trees belonging to three areas with different altitude and slope. Acorn production and weight has been recolected, and related to tree values. We find high values in tops, and 42.5% of soil covered by them. Mean acorn production is 19 kg/tree, but there is a high variability in different trees. Production increases with top development; high and diameter explain 43% of variation in acorn production.

Key words: evergreen oak, acorn, *montanera*, *dehesa*.

INVASION DE *ERICA SCOPARIA* (L.) EN PASTOS HERBÁCEOS DEL PARQUE NATURAL DEL MONTSENY

Z.G. LOPEZ TECPOYOTL¹, J. PLAIXATS BOIXADERA² Y J. BARTOLOMÉ FILELLA²

¹ Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Apdo. Postal 2-12 Col. La Libertad. 72130 Puebla, Puebla.

México. ²Unidad de Agricultura, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193

Bellaterra. Barcelona.

RESUMEN

La invasión de arbustos en áreas de pastoreo debido al cambio en el uso del territorio, representa un problema para la ganadería a causa de la disminución de la superficie disponible para los rebaños. En este trabajo, se presentan los resultados iniciales, del estudio del proceso de invasión por *E. scoparia* en pastos herbáceos del Montseny obtenidos en el verano del 2001. Se han caracterizado 2132 individuos jóvenes distribuidos en un total de 35 transectos formados por cuatro parcelas contiguas de un metro cuadrado, situadas a uno, dos, tres y cuatro metros de brezales que limitan con pastos herbáceos. Los resultados muestran variaciones entre los individuos a medida que se van estableciendo más lejos del brezal. A mayor distancia, aumenta el tamaño de los individuos (diámetro de copa y tallo) y disminuye la densidad. Se concluye que la distancia influye en la distribución y las características externas de individuos jóvenes de *E. scoparia*.

Palabras clave: brezal, pasto, arbustos.

INTRODUCCIÓN

La disminución de la actividad ganadera extensiva y el cambio de uso del territorio, está provocando una serie de transformaciones en la superficie dedicada a la actividad ganadera (Gómez y De Lucio, 1999), que repercuten en la disminución de la superficie de pastoreo con la consecuente disminución de la cantidad de alimento disponible para los animales y de su calidad nutritiva (Mandaluniz *et al.*, 2001).

Se han estudiado formas para controlar la invasión de árboles y arbustos (Roques *et al.*, 2001; Brown y Archer, 1999). Otros trabajos, evalúan el consumo de arbustos y el papel que puede tener el ganado en el proceso de invasión por especies leñosas (Valderrábano *et al.*, 1996; Bartolomé *et al.*, 1998; Moleele y Perkins, 1998). Para estimar la producción de biomasa y la fracción ramoneable, se han utilizado variables estructurales de árboles y arbustos (Castro *et al.*, 1996; Cañellas y San Miguel, 2001; Selva *et al.*, 2001). Sin embargo, surge la necesidad de realizar estudios que permitan contar con información útil para la gestión del matorral, especialmente en áreas naturales protegidas.

En el Parque Natural del Montseny (Cataluña), existen brezales de *Erica scoparia* junto a pastos herbáceos utilizados tradicionalmente por los rebaños de ovejas y cabras. En los últimos años, se ha observado la invasión de estos pastos herbáceos por individuos jóvenes de *E. scoparia*. La especie *E. scoparia*, es un arbusto que necesita para su desarrollo suelos silíceos de zonas lluviosas y altura de hasta 1200 msnm (Bolòs *et al.*, 1990).

Con el objetivo final de realizar un estudio demográfico del proceso de invasión de *E. scoparia*, en este trabajo, se analiza el número y la distribución de individuos jóvenes que invaden los

pastos herbáceos desde el límite del brezal y se caracterizan en función de su edad, estructura y distancia al brezal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha realizado en el altiplano del Pla de la Calma del Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny, a una altitud de 1200 msnm con clima atlántico. El área de estudio, es representativa de zonas en donde la superficie herbácea de pastoreo ha sido invadida por brezal.

Se ha realizado un muestreo en 35 transectos de cuatro metros de largo y un metro de ancho. Cada transecto esta formado por cuatro parcelas contiguas de un metro cuadrado cada una y son las unidades de muestreo. Estos transectos, se han distribuido en forma paralela y al azar hacia el interior del pasto a partir del limite del brezal.

En cada una de las unidades de muestreo de cada transecto, se han determinado el número de individuos y para cada individuo, se han determinado las siguientes variables: distancia al centro del individuo más próximo, altura de la planta, diámetro del tallo más grueso, diámetro mayor y diámetro menor de copa, número de tallos, número de tallos dañados y número de tallos muertos.

La edad de los arbustos invasores se ha determinado mediante el recuento de anillos de crecimiento del tallo mayor en individuos cortados en la base. Se recolectaron individuos distintos a los que se encuentran dentro de los transectos hasta conseguir un mínimo de 30 individuos para cada clase de edad (uno a cuatro años).

La biomasa aérea de la planta, se obtuvo después de secar los individuos a 70°C hasta alcanzar peso constante, a continuación se separaron y pesaron los componentes tallo y hoja.

El análisis estadístico, se realizó sometiendo los resultados a análisis de varianza, utilizando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS (1989). Las comparaciones entre medias, se realizaron utilizando el test de Duncan y se obtuvo el coeficiente de correlación (r) entre variables, utilizando el mismo paquete estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las variables estudiadas se encuentran en la Tabla 1.

Se puede observar que el número de individuos, disminuye a medida que se encuentran más lejos del brezal. Se han encontrado diferencias ($p < 0.05$) entre las parcelas a uno y dos metros con las ubicadas a tres y cuatro metros. Esto puede ser debido a que las semillas maduras, caen en primer lugar cerca del brezal.

La distancia promedio al individuo más próximo fué de 10 cm. Se observa que a medida que los arbustos se van localizando mas lejos del brezal, la distancia con el individuo más próximo aumenta de forma significativa ($p < 0,05$), lo cual indica una menor densidad de individuos.

A mayor distancia del brezal, los individuos presentan tamaños mayores. Esto podría estar relacionado con su menor densidad y en consecuencia con una menor competencia. Así, son significativas las variaciones del diámetro de tallo más grueso y de los diámetros de copa. Sin embargo, la altura con un rango de variación de 2,1 a 22,2 cm, no presenta diferencias significativas entre las parcelas, como cabría esperar, a pesar de tener una buena correlación con el diámetro de tallo más grueso y con el diámetro mayor de copa (Tabla 2). Esto se puede deber a que en las parcelas más alejadas hay un mayor número de tallos dañados (Tabla 1) y por lo tanto, de menor altura.

Tabla 1. Invasión de pastos herbáceos por *E. scoparia*. Densidad y caracterización de individuos jóvenes en base a variables estructurales y distancia al brezal.

	Parcela 1 (n=781)	Parcela 2 (n=704)	Parcela 3 (n=379)	Parcela 4 (n=268)
Distancia al brezal	1 m	2 m	3 m	4 m
Número de individuos/m ²	22,31 ^a ± 18,12	20,11 ^a ± 15,98	10,83 ^b ± 8,78	7,66 ^b ± 8,30
Distancia al individuo más próximo (cm)	7,85 ^d ± 5,66	9,53 ^c ± 7,39	12,35 ^b ± 9,66	14,18 ^a ± 11,85
Diámetro de tallo más grueso (mm)	1,20 ^b ± 0,44	1,23 ^b ± 0,44	1,31 ^a ± 0,43	1,33 ^a ± 0,47
Diámetro mayor copa (cm)	7,00 ^d ± 2,81	7,65 ^c ± 3,24	8,21 ^b ± 3,09	8,62 ^a ± 3,29
Diámetro menor de copa (cm)	5,14 ^d ± 2,39	5,68 ^c ± 2,65	6,17 ^b ± 2,70	6,54 ^a ± 2,68
Altura de los arbustos (cm)	9,56 ^a ± 3,28	9,40 ^a ± 3,14	9,73 ^a ± 2,98	9,83 ^a ± 3,16
Número de tallos por individuo	8,49 ^b ± 4,16	9,77 ^a ± 4,97	9,65 ^a ± 4,79	10,04 ^a ± 4,85
Número de tallos muertos por individuo	0,18 ^b ± 0,47	0,25 ^{ab} ± 0,60	0,26 ^a ± 0,65	0,30 ^a ± 0,67
Número de tallos dañados por individuo	1,72 ^c ± 2,09	2,42 ^{ab} ± 2,98	2,28 ^b ± 2,45	2,65 ^a ± 2,95

Los valores son medias ± SD.

Las medias de cada fila seguidas por distinta letra representan diferencias significativas (p<0,05).

A un metro de distancia del brezal se observa que los individuos tienen el menor número de tallos, tallos muertos y tallos dañados (p<0,05).

En la Figura 1, se muestran los resultados de la producción media de biomasa de 132 individuos de entre uno y cuatro años.

Se observa que la producción de biomasa aérea total (hoja y tallo) en los primeros años de vida, se incrementa anualmente e incluso llega a ser más del doble con relación al año anterior, indicando un rápido crecimiento durante esta fase juvenil. La proporción de hoja y tallo es muy similar en los cuatro primeros años de vida de los individuos, con valores promedio de 43% para el tallo y 57% para la hoja.

Figura 1. Biomasa aérea media en peso seco de arbustos jóvenes de *E. scoparia* (n=132). Se muestran las fracciones correspondientes a tallos y hojas

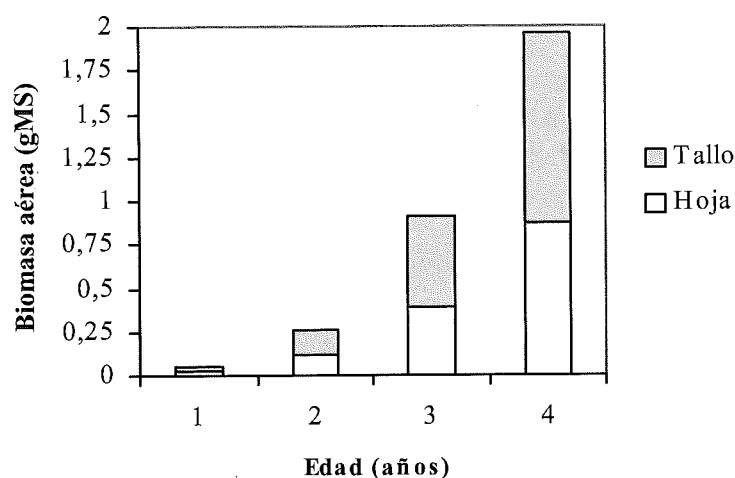


Tabla 2. Coeficientes de correlación (r) entre las variables medidas en 2132 individuos jóvenes de *E. scoparia* en el Pla de la Calma del Parque Natural del Montseny.

	Distancia	Altura	Tallo grueso	Diámetro mayor	Diámetro menor	Tallos	Tallos muertos	Tallos dañados
Distancia	1,00000							
Altura	-0,0251 NS	1,00000						
Tallo grueso	0,08683***	0,71204***	1,00000					
Diámetro mayor	0,10999***	0,72834***	0,66146***	1,00000				
Diámetro menor	0,10508***	0,69692***	0,6428***	0,90772***	1,00000			
Tallos	0,11148***	0,35321***	0,31451***	0,59564***	0,61305***	1,00000		
Tallos muertos	0,05585**	0,14807***	0,17187***	0,21608***	0,22391***	0,26234***	1,00000	
Tallos dañados	0,12297***	0,07282***	0,13881***	0,28172***	0,29776***	0,48359***	0,15427***	1,00000

Nivel de significación: NS: no significativo; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que la invasión de pastos herbáceos por *E. scoparia* se produce de la siguiente forma: las densidades mayores de individuos jóvenes se encuentran en las distancias más próximas al brezal. Los individuos más alejados presentan tamaños mayores en relación al diámetro del tallo más grueso, diámetros de copa mayor y menor y número de tallos por individuo, no encontrándose variación con la altura. Estos individuos sufren daños mayores en su estructura en comparación con los más próximos al brezal.

La producción de biomasa aérea, como era de esperar, aumenta significativamente con la edad, siguiendo el modelo general del crecimiento vegetal.

AGRADECIMIENTOS

Al Servicio de Parques de la Diputación de Barcelona y al Programa SUPERA-ANUIES de México por el financiamiento de una beca doctoral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTOLOMÉ, J.; PLAIXATS, J.; FRANCH, J.; SELIGMAN, N.G., 1998. Estimación del efecto del pastoreo sobre la producción vegetal en la Reserva de la Biosfera del Montseny: implicaciones para la gestión. *Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la S.E.E.P.* Valladolid, 369-372.
- BOLÒS DE, O.; MASALLES, R.M.; VIGO, J.; NINOT, J.M., 1990. *Flora manual dels Països Catalans*. Editorial. Pòrtic S.A., 1247 pp. Barcelona (España).
- BROWN, J.R.; ARCHER, S., 1999. Shrub invasion of grassland: Recruitment is continuous and not regulated by herbaceous biomass or density. *Ecology*, **80**(7), 2385-2396.
- CAÑELLAS, I.; SAN MIGUEL, A., 2001. Determinación de la biomasa ramoneable y la calidad bromatológica en matorrales de *Quercus coccifera* L. . *Actas de la XLI Reunión Científica de la S.E.E.P.* Biodiversidad en Pastos. CIBIO. Alicante, 513-518.
- CASTRO, I.; CASADO, M.A.; RAMIREZ.SANZ, L.; DE MIGUEL, J.M.; COSTA M.; PINEDA, F.D., 1996. Funciones de estimación de la biomasa aérea de varias especies de matorral mediterráneo del centro de la península Iberica. *Orsis*, **11**, 107-116.
- GOMEZ, L.J.; DE LUCIO, F. J.V., 1999. Changes in use and landscape preferences on the agricultural-livestock landscapes of the central Iberian Peninsula (Madrid, Spain). *Landscape and Urban Planning*, **44** (4), 165-175.
- MANDALUNIZ, N.; ALDEZABAL, A.; OREGUI, L.M.; FRUTOS, P., 2001. Implicaciones nutritivas de la expansión de brezales en la alimentación de vacuno en los pastos de montaña del Parque Natural de Gorbeia. . *Actas de la XLI Reunión Científica de la S.E.E.P.* Biodiversidad en Pastos. CIBIO. Alicante, 513-518.
- MOLEELE, N.M.; PERKINS, J.S., 1998. Encroaching woody plant species and bercholes: is cattle density the main driving factor in the Olifants Drift communal grazing lands, south-eastern Botswana?. *Journal of Arid Environments*, **40**, 245 - 253.
- ROQUES, K.G.; O'CONNOR, T. G.; WATKINSON, A.R., 2001. Dynamics of shrub encroachment in an African savanna: relative influences of fire, herbivory, rainfall and density dependence. *Journal of Applied Ecology*, **38**(2), 268-280.
- SAS, 1989. SAS User's Guide: Statistic SAS Institute Inc. Cary, NC, (USA).
- SELVA, M.; JORDÁN, E.; PINTADO, M., 2001. Determinación de la fracción ramoneable de diversos arbustos y matas presentes en pastizales del sur de Albacete, mediante la utilización de relaciones alométricas. . *Actas de la XLI Reunión Científica de la S.E.E.P.* Biodiversidad en Pastos. CIBIO. Alicante, 507-511.
- VALDERRABANO, J.; MUNOZ, F.; DELGADO, I. 1996. Browsing ability and utilization by sheep and goats of *Atriplex halimus* L. shrubs. *Small Ruminant Research*, **19**(2), 131-136.

HERBACEOUS GRASSES INVASION BY *ERICA SCOPARIA* (L.) IN THE MONTSENY NATURAL PARK

SUMMARY

Pasturelands invasion by shrubs as a consequence of land use changes is a farming problem because reduction of available livestock superficies. This work shows preliminary results about the *E. scoparia* invasion process in Montseny Natural Park herbaceous grasses. 35 x 4 consecutive meter square transects were used to characterise young individuals on the grassland surrounded by shrublands. An amount of 2132 young individuals of *E. scoparia* were recorded. Results show differences between individuals related with their distance to shrubland. Major distances are related with lower densities and bigger sizes (canopy and stem diameters) of young individuals invaders.

Key words: shrubland, pastureland, bush encroachment.

EFFECTO DE LA SALINIDAD EN EL CRECIMIENTO DE *GLIRICIDIA* *SEPIUM JACQ*

T. CLAVERO C. Y R. RAZZ G.

Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia.
Apdo 15098. Maracaibo 4005. Venezuela. E-mail: tclavero@hotmail.com

RESUMEN

En el noroeste de Venezuela (10°41'N; 75° 31'E) , se estudió el efecto de la salinidad sobre el crecimiento de plantas de *Gliricidia sepium* Jacq. cultivadas en macetas en condiciones de vivero. Los tratamientos fueron cuatro concentraciones de salinidad ajustados a conductividades eléctricas de 0, 3, 6 y 9 mmho/cm. El diseño experimental que se utilizó fue un arreglo completamente aleatorizado con seis repeticiones. Se realizaron evaluaciones de altura de plantas, rendimiento de materia seca, número de nódulos y actividad fotosintética. Los resultados mostraron una disminución significativa ($P<0.05$) en todos los indicadores evaluados a medida que se incrementaron los niveles de salinidad especialmente con niveles superiores a 3 mmho/cm.

Palabras clave: *Gliricidia sepium*, salinidad, crecimiento.

INTRODUCCIÓN

La salinidad es uno de los procesos de degradación de los suelos que más daños causan en la agricultura. La salinización transforma las tierras productivas y fértiles en tierras estériles y frecuentemente conducen a pérdidas en hábitat y reducción de biodiversidad (Ghasseni *et al.*, 1995). Si el suelo presenta niveles importantes de salinidad se pueden observar limitaciones en el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas por inducciones severas fisiológicas principalmente, por reducciones en la actividad fotosintética o afectando directamente los procesos de infección y funcionamiento de los nódulos.

Con el incremento de los niveles salinos en el mundo, la identificación de leguminosas arbóreas adaptadas a tales condiciones merecen prioridad debido a que representan una alternativa para el mejoramiento de la productividad agrícola y la reforestación de los suelos afectados por la salinidad (López *et al.*, 1998).

Los estudios sobre la respuesta al estrés salino en árboles leguminosos forrajeros son extremadamente escasos (González *et al.*, 1999; Gorham *et al.*, 1988), por tanto los mecanismos por los cuales se reduce el crecimiento no están completamente estudiados.

El presente trabajo tuvo como finalidad estudiar el efecto de la salinidad en el crecimiento, fotosíntesis y nodulación en *Gliricidia sepium* Jacq.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación y caracterización del área experimental

El estudio se realizó en el noroeste de Venezuela en el estado Zulia, Municipio Maracaibo (10° 45' N; 75° 31' E) a 20 msnm, caracterizada como Bosque muy Seco Tropical, con temperatura y precipitación media anual de 30 °C y 600 mm, respectivamente.

Tratamientos y diseño experimental

El experimento se desarrolló en condiciones semicontroladas, utilizando plantas de mata ratón (*Gliricidia sepium* Jacq.) inoculadas con cepa de *Rhizobium*, sembradas en macetas de 50 kg llenadas con una mezcla de arena y materia orgánica con una relación 3:1 y pH 6.1. Las plantas fueron sometidas a plena exposición solar en condiciones de vivero.

Los tratamientos evaluados fueron cuatro concentraciones de salinidad ajustados a conductividades eléctricas de 0, 3, 6 y 9 mmho/cm, aplicados en el agua de riego con una frecuencia de cada dos días durante doce semanas. Los diferentes niveles de salinidad fueron ajustados mediante la adición de una solución de NaCl al 0.1 N. El ensayo se desarrolló en el período de sequía, por tanto la única agua que recibieron las plantas fueron los tratamientos.

El diseño experimental que se utilizó fue un arreglo completamente aleatorizado con seis repeticiones.

VARIABLES EVALUADAS

Las evaluaciones consistieron en determinar el crecimiento de las plantas en términos de altura, rendimiento de materia seca (RMS), conteo de nódulos y mediciones de la tasa de fotosíntesis para lo cual se utilizó un sistema portátil LICOR LI-200.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos fueron analizados usando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1990). Los procedimientos utilizados fueron PROC GLM y comparaciones de medias de los tratamientos utilizando la prueba de Rangos múltiples de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto negativo de la salinidad sobre el crecimiento de la *G. sepium* se muestra en la tabla 1. Los valores de biomasa, altura de planta, número de nódulos y actividad fotosintética disminuyeron significativamente a medida que se incrementaron los niveles de salinidad.

Al analizar la altura de la planta y el rendimiento se puede observar que los valores decrecen a medida que se incrementaron los tenores salinos y presentando diferencias significativas entre los tratamientos. Observándose disminuciones entre el control y el mayor nivel de salinidad aplicado, de 21 cm y 64.7 g/planta para altura y rendimiento, respectivamente. Este comportamiento puede ser atribuido al efecto osmótico que se crea en la solución salina que dificulta el régimen hídrico de las plantas y al efecto tóxico de los iones que interfieren en procesos metabólicos como la síntesis de carbohidratos y el transporte de productos fotosintéticos y su utilización en la producción de nuevos tejidos (Kozlowski y Pallardy, 1997).

Tabla 1. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento de *Gliricidia sepium*

Tratamientos (mmhos/cm)	Altura de planta (cm)	Rendimiento MS (g/planta)	Nódulos (#)	Fotosíntesis (μ moles CO ₂ /m ² /seg)
0	127 ^a	145.1 ^a	46 ^a	21.4 ^a
3	115 ^b	124.7 ^b	39 ^b	18.18 ^b
6	107 ^c	82.8 ^c	28 ^c	17.1 ^{bc}
9	106 ^c	80.4 ^c	26 ^c	14.9 ^c

Valores con igual letra dentro de una misma columna no son diferentes significativamente (P<0.05)

La salinidad redujo la tasa de fotosíntesis en 30.4% entre el control y el tratamiento con 9 mmhos/cm. Resultados similares se han reportado en otros cultivos como *Centrosema* (Fonseca *et al.*, 1999) y *Prosopis* (Valenti *et al.*, 1992). Estos investigadores plantean que las reducciones en la actividad fotosintética pueden deberse a una disminución en el tamaño de los estomas y/o reducción en el área foliar así como a la abscisión prematura de las hojas.

En cuanto al número de nódulos/planta se observaron diferencias significativas (P<0.05) entre los niveles salinos en estudio. Se observó una disminución significativa en el número de nódulos a medida que aumentaron los niveles de salinidad hasta 6 mmhos/cm. Estos resultados se corresponden con los obtenidos por otros autores en cultivos tales como en garbanzo (Saxena *et al.*, 1992) y soya (Bourgesais-Chailow *et al.*, 1992), quienes señalaron que tal comportamiento pudo ser debido al efecto inhibitorio de la salinidad en los procesos de colonización e infección de los pelos radiculares, los cuales se vuelven pequeños y deformados al encontrarse en un medio salino así como desordenes metabólicos a nivel de las enzimas deshidrasas, hidrolasas, amilasas y proteasas en las células de *Rhizobium*.

CONCLUSIONES

Excesivas concentraciones de sal en el agua de riego causan disminución en el crecimiento, biomasa, número de nódulos y actividad fotosintética de plantas de *G. sepium*, pudiendo causar daños importantes si la conductividad eléctrica del agua se encuentra por encima de 3 mmhos/cm.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de La Universidad del Zulia por el financiamiento de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOURGESAIS-CHAILLOW, P.; PÉREZ, F.; GUERRIER, G., 1992. Comparative effects of N sources on growth and physiological responses of soybean exposed to NaCl stress. *J. Exp. Bot.*, **25**, 1125-1129.
- FONSECA, I.; GONZÁLEZ, L.; LÓPEZ, R.; ZAMORA, R., 1999. Influencia de la salinidad en la frecuencia y el tamaño de los estomas de seis ecotipos de *Centrosema pubescens* Benth. *Pastos y Forrajes*, **22**, 282-283.
- GHASSEMI, F.; JAKEMAN, A.; NIX, H., 1995. *Salinisation of land and water resources*. CAB International, 315 pp. Wallingford, England.
- GONZÁLEZ, L.; RAMÍREZ, R.; LÓPEZ, R., 1999. Efecto de diferentes niveles de salinidad en el crecimiento y la acumulación de biomasa de plántulas de *Leucaena leucocephala*. *Pastos y Forrajes*, **22**, 3 9-42.
- GORHAM, J.; TOMAS, O.; WYNN, R., 1988. Salinity induced changes in the chemical composition of *Leucaena leucocephala* and *Sesbania bispinosa*. *J. Plant Physiol.*, **132**, 678-682.

- KOZLOWKI, T.; PALLARDY, S., 1997. *Growth control in woody plants*. 2^{da} ed. Academic Press. 225 pp. San Diego, USA.
- LÓPEZ, R.; RAMÍREZ, R.; GONZÁLEZ, L. 1998. Efecto de la salinidad sobre la fijación de nitrógeno en *Teramnus labialis*. *Pastos y Forrajes*, **21**, 351-354.
- SAXENA, A.; REWARI, R. 1992. Differential response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) *Rhizobium* combinations to saline soil conditions. *Biol. Fertil. Soils*, **13**, 31-37.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS), 1990. *SAS/STAT User's guide*. 4th edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- VALENTI, G.; FERRO, M.; FERRARO, D.; RIVERO, F., 1992. Anatomical changes in *Prosopis tamarugo* seedlings growing at different levels of NaCl salinity. *Annals of Botany*, **68**, 47-55.

SALINITY EFFECT ON GROWTH OF *GLIRICIDIA SEPIUM* JACQ

SUMMARY

In the northwest of Venezuela (10°45'N; 75°31'E) the effect of salinity on growth of plants of *Gliricidia sepium* grown in pots was studied. The treatments were four salinity concentrations which were adjusted to electric conductivity (0, 3, 6 and 9 mmhos/cm). The experiment design was a complete randomized arrangement with six replications. Height of the plants, dry matter yield, nodule number and photosynthetic activity were evaluated. The results showed a significant decrease in all indicators evaluated as salinity levels were increased specially with levels higher than 3 mmho/cm.

Key words: *Gliricidia sepium*, salinity, growth.

EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA GERMINACIÓN DE *PITHECELLOBIUM DULCE* (ROXB.) BENTHAM

R. RAZZ G. Y T. CLAVERO C.

Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia.
Apdo. 15098. Maracaibo 4005. Venezuela. e-mail: rosarazz@hotmail.com

RESUMEN

Se realizó un experimento con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes métodos de escarificación y tiempo de almacenamiento sobre el porcentaje de germinación de *Pithecellobium dulce*. Los factores evaluados fueron cinco métodos de escarificación (control, lija, agua caliente a 60 °C imbibidas durante 5, 10 y 15 minutos) y seis tiempos de almacenamiento (0, 1, 2, 3, 4 y 5 meses), utilizándose un diseño experimental totalmente al azar con arreglo factorial 5 x 6 y 3 repeticiones. Los resultados obtenidos mostraron un efecto significativo ($P < 0.05$) de la escarificación y el almacenamiento sobre el porcentaje de germinación. A partir del día 15, se observó un incremento de la germinación cuando las semillas fueron escarificadas con agua caliente imbibidas durante 15 minutos, mientras que, al final de la evaluación los menores porcentajes se registraron con el método mecánico. Los mayores valores de germinación se obtuvieron a los dos meses de almacenamiento hasta el día 7 y a partir del día 8 no se observaron diferencias entre 0 y 2 meses, registrándose una reducción significativa de la germinación a partir del tercer mes de almacenamiento. Para obtener altos porcentajes de germinación en semillas de *P. dulce* se recomienda no almacenar las semillas por más de dos meses y escarificarlas con agua caliente durante 15 minutos.

Palabras clave: *Pithecellobium dulce*, germinación, almacenamiento.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las semillas, especialmente las de leguminosas forrajeras arbóreas presentan bajos porcentajes de germinación, por lo que resulta importante incrementarla para lograr un establecimiento rápido y uniforme (Soca y Simón, 1998). Las bajas germinaciones pueden ser causadas por inmadurez fisiológica al momento de la cosecha o debidas a la dormancia a pesar de estar maduras (Matías y Bilbao, 1985). Sin embargo, en estas especies la baja germinación está asociada al endurecimiento de la capa superficial (testa o tegmen) de la semilla, lo que la hace impermeable y no permite la entrada de oxígeno, luz y temperatura para el crecimiento del embrión (Rodríguez *et al.*, 1985).

Existen numerosos métodos de escarificación aplicados a las semillas de leguminosas con la finalidad de romper la dormancia e incrementar la germinación, entre ellos se mencionan los métodos físicos, químicos y mecánicos cuyos resultados dependerán de la especie (Razz y Clavero, 1996; Toral, 1998). Asimismo, el almacenamiento puede resultar una práctica eficiente para romper la dormancia y el tiempo que dure la semilla en almacenamiento sin deteriorar la habilidad germinativa, dependen en parte del manejo y del ambiente que se les provea, lo cual constituye una de las prácticas agronómicas fundamentales (Contreras y Vivas, 1995).

Pithecellobium dulce es una leguminosa de crecimiento arbóreo, originaria de México que se ha extendido hasta Colombia y Venezuela, ampliamente sembrada y naturalizada en regiones tropicales. Presenta gran adaptación a diversas condiciones de climas y suelos, característica de alto potencial para su utilización. Debido a su alto valor nutritivo, las vainas, ramas y hojas se usan como forraje en épocas secas en rumiantes.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento germinativo del *P. dulce* sometido a diferentes métodos de escarificación y almacenamiento bajo condiciones ambientales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el umbráculo de la Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Venezuela.

Las semillas se sembraron en bandejas germinativas de plástico de 200 celdas de 2,54 x 2,54 x 6,35 cm cada una. Las bandejas se llenaron con un sustrato preparado a partir de una turba inerte y fibra de coco cernida a razón de 1:2, el cual le proporcionaba una adecuada retención de humedad. Se sembró una semilla por celda (Rodríguez-Petit *et al.*, 2000).

Los factores bajo estudio fueron cinco métodos de escarificación (control, papel de lija, agua caliente a 60 °C imbibidas durante 5, 10 y 15 minutos) y seis tiempos de almacenamiento al ambiente (0, 1, 2, 3, 4 y 5 meses), utilizándose un diseño experimental totalmente al azar con arreglo factorial 5 x 6 y tres repeticiones.

Una vez aplicados los tratamientos de escarificación se procedió a la siembra, empleándose 40 semillas/tratamiento/repeticion. Antes de la aplicación del riego, se contabilizó y registró el número de semillas germinadas diariamente por tratamiento para estimar el porcentaje de germinación, cada evaluación duró 21 días, con un total de seis evaluaciones.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza a través del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1999) y las comparaciones entre las medias de los tratamientos se realizaron mediante la prueba de Tukey .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La germinación diaria del *Pithecellobium* fue afectada significativamente ($P < 0.05$) por los diferentes métodos de escarificación y el tiempo de almacenamiento.

En la tabla 1 se muestran los porcentajes de germinación diaria bajo diferentes tratamientos de escarificación. Se observó que la germinación se inició cinco días después de la siembra y en este momento se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, registrándose la mayor germinación con el método mecánico. Sin embargo, entre los días 7 y 14 no existieron diferencias entre los tratamientos evaluados y a partir del día 15 los menores valores de germinación fueron obtenidos con la escarificación mecánica, mientras que, no existieron diferencias entre el grupo control y la escarificación con agua caliente, comportamiento que se mantuvo hasta el final de la evaluación. Estos resultados indican que las semillas de esta especie no necesitan ser escarificadas, coincidiendo con los resultados de Duke (1983, datos no publicados) quien señaló que estas semillas no requieren de tratamiento previo y son de fácil y rápido establecimiento. La respuesta obtenida difiere de otras especies tales como *Leucaena leucocephala* (González y Mendoza, 1995; Razz y Clavero, 1996) y *Teramnus labialis* (González y Mendoza, 1991) a cuyas semillas hay que escarificar previo a la siembra para incrementar la germinación.

En cuanto al tiempo de almacenamiento, en la tabla 2 se observan los valores de germinación diaria. Durante los tres primeros días después de la siembra, los mayores porcentajes fueron obtenidos cuando las semillas fueron almacenadas durante dos meses difiriendo del resto de los tratamientos. A

Tabla 1. Efecto de la escarificación sobre el porcentaje de germinación diaria de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benthham

Tratamiento	Días después de la germinación																				
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Control	1,3 ^b	15,2	35,8	46,1	54,3	56,9	58,7	59,8	60,2	61,2	61,5 ^{ab}	61,8 ^{ab}	62,4 ^{ab}	63,1 ^{ab}	63,1 ^{ab}	63,4 ^{ab}	63,7 ^{ab}				
Lija	6,1 ^a	19,7	33,9	47,1	51,3	53,9	55,1	56,2	56,8	57,6	57,8 ^b	57,9 ^b	58,3 ^b	58,6 ^b	58,9 ^b	58,9 ^b	59,0 ^b				
H ₂ O 60 °C (5')	2,2 ^b	16,5	33,8	45,7	50,2	53,4	55,7	56,9	57,8	58,7	59,2 ^{ab}	59,7 ^{ab}	60,4 ^{ab}	60,7 ^{ab}	60,9 ^{ab}	61,4 ^{ab}	61,5 ^{ab}				
H ₂ O 60 °C (10')	1,7 ^b	16,7	35,4	45,7	51,6	54,8	56,0	57,5	58,8	59,5	60,4 ^{ab}	60,9 ^{ab}	61,8 ^{ab}	62,3 ^{ab}	62,5 ^{ab}	62,7 ^{ab}	63,1 ^{ab}				
H ₂ O 60°C (15')	2,4 ^b	17,9	38,2	52,4	58,2	61,5	62,9	63,7	64,7	65,4	65,9 ^a	66,4 ^a	66,4 ^a	66,6 ^a	66,8 ^a	66,9 ^a	67,1 ^a				

Medias con distintas letras dentro de columnas difieren significativamente (P<0.05)

Tabla 2. Efecto del almacenamiento a temperatura ambiente sobre el porcentaje de germinación diaria de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benthham

Tiempo (meses)	Días después de la germinación																				
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
0	4,6 ^b	16,8 ^b	51,1 ^b	66,9 ^a	72,4 ^a	76,2 ^a	77,7 ^a	78,9 ^a	79,5 ^a	80,4 ^a	81,7 ^a	82,9 ^a	83,3 ^a	83,7 ^a	83,8 ^a	83,8 ^a	84,4 ^a				
1	2,2 ^{bc}	15,4 ^{bc}	31,0 ^c	49,3 ^b	52,5 ^b	54,7 ^b	54,7 ^b	56,8 ^b	58,0 ^b	58,0 ^b	58,0 ^b	58,0 ^b	59,9 ^b	59,9 ^b	60,5 ^b	61,0 ^b	61,8 ^b				
2	8,8 ^a	50,5 ^a	70,5 ^a	70,8 ^a	76,5 ^a	77,0 ^a	77,6 ^a	77,7 ^a	78,4 ^a	78,9 ^a	79,3 ^a	79,7 ^a	79,7 ^a	79,9 ^a	79,9 ^a	79,9 ^a	79,9 ^a				
3	0,0 ^c	8,7 ^{cd}	25,7 ^c	41,7 ^{bc}	48,3 ^{bc}	50,8 ^b	52,5 ^b	53,8 ^b	54,8 ^b	54,8 ^b	55,2 ^b	55,5 ^b	56,2 ^b	56,3 ^b	56,5 ^b	56,5 ^b	56,5 ^b				
4	0,3 ^c	9,2 ^{bcd}	22,7 ^c	34,2 ^{cd}	40,8 ^c	46,0 ^b	48,8 ^b	51,3 ^b	51,3 ^b	53,0 ^b	53,7 ^b	53,8 ^b	53,8 ^b	54,5 ^b	54,5 ^b	54,8 ^b	54,8 ^b				
5	0,3 ^c	2,5 ^d	11,7 ^d	21,3 ^d	28,5 ^d	32,0 ^c	34,8 ^c	36,7 ^c	37,2 ^c	37,8 ^c	37,8 ^c	38,2 ^c	38,5 ^c	39,2 ^c	39,5 ^c	40,0 ^c	40,0 ^c				

Medias con distintas letras dentro de columnas difieren significativamente (P<0.05)

partir del octavo día, las semillas recién cosechadas y las almacenadas durante dos meses no mostraron diferencias entre ellas. A medida que se incrementó el tiempo de almacenamiento disminuyó significativamente la germinación. Según Duke (1983, datos no publicados) las semillas no presentan latencia y quizás las condiciones de alta temperatura (30°C) y humedad relativa (65%) durante el almacenamiento contribuyeron al deterioro posterior de las semillas, provocando un descenso en la germinación, lo cual ha sido observado por Matías y Bilbao (1985). Se ha indicado que las semillas de esta especie pueden almacenarse hasta seis meses siempre y cuando la temperatura oscile entre 18 y 20 °C (Duke, 1983 datos no publicados).

CONCLUSIONES

Los diferentes métodos de escarificación influyeron sobre el porcentaje de germinación, observándose los mayores valores con la imbibición en agua caliente durante 15 minutos y los menores con el método mecánico.

El tiempo de almacenamiento después de la cosecha produce diferencias significativas en el porcentaje de germinación, alcanzándose los máximos valores cuando las semillas fueron almacenadas durante dos meses a partir del cual la germinación disminuye significativamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONTRERAS, V.; VIVAS, J., 1995. Comportamiento del porcentaje de germinación de semillas de *Leucaena leucocephala* ecotipo San Cristóbal porte bajo, sometida a dos formas de almacenamiento. *Zootecnia Tropical*, **13(1)**.
- GONZÁLEZ, Y.; MENDOZA, F., 1991. Comportamiento de la germinación de *Teramnus labialis* cv. Semilla clara. II. Tratamientos antes de almacenar. *Pastos y Forrajes*, **14(3)**, 227-234.
- GONZÁLEZ, Y.; MENDOZA, F., 1995. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*, **18(1)**, 59-65.
- MATÍAS, C.; BILBAO, B., 1985. Influencia del almacenamiento en la germinación de las semillas de algunos pastos tropicales. II. Almacenados al ambiente. *Pastos y Forrajes*, **8**, 53-63.
- RAZZ, R.; CLAVERO, T., 1996. Métodos de escarificación en semillas de *Humboldtiella ferruginea* y *Leucaena leucocephala*. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, **13(1)**, 73-77.
- RODRÍGUEZ, C.C.; EGUIARTE, J.A.; HERNÁNDEZ, F., 1985. Evaluación de diferentes métodos prácticos de escarificación en semillas de *Leucaena leucocephala* Lam. en condiciones de trópico semi-seco. *Técnica Pecuaria en México*, **48**, 24-29.
- RODRÍGUEZ-PETIT, A.; CLAVERO, T.; RAZZ, R.; CÁRDENAS, C., 2000. Efecto del riego con aguas residuales sobre la germinación temprana de *Acacia mangium* Willd. *Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical"*. Matanzas. Cuba. **Tomo 1**. pp. 58-61.
- STATISTICAL ANÁLISIS SYSTEM (SAS), 1999. *SAS/STAT User's guide*. 4th edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- SOCA, M.; SIMÓN, L., 1998. *Albizia lebbeck* (L.) Benth (Algarrobo de olor). *Pastos y Forrajes*, **21**, 101-112.
- TORAL, O., 1998. Comportamiento de especies arbóreas forrajeras en sus primeras etapas de desarrollo. *Pastos y Forrajes*, **21(4)**, 293-302.

**EFFECT OF DIFFERENT METHODS OF SCARIFICATION AND TIME OF STORAGE ON
THE GERMINATION OF *PITHECELLOBIUM DULCE* (ROXB.) BENTHAM**

SUMMARY

An experiment was carried out with the objective of evaluating the effect of different scarification methods and time of storage on the percentage of germination of *Pithecellobium dulce*. The evaluated factors were 5 scarification methods (control, sands, imbibition in hot water to 60 °C during 5, 10 and 15 minutes) and 6 times of storage (0, 1, 2, 3, 4 and 5 months). An experimental design completely randomized with factorial arrangement 5 x 6 and 3 repetitions was used. The results showed a significant effect ($P < 0.05$) of the scarification and the storage on the germination percentage. Starting from the day 15, an increment of the germination was observed when the seeds were harrowed with imbibition in hot water during 15 minutes, while, at the end of the evaluation the smallest percentages registered with the mechanical method. The highest germination values were obtained to the 2 months of storage until the day 7 and starting from the day 8 differences were not observed between 0 and 2 months, registering a significant reduction of the germination starting from the third month of storage. In order to obtain the maximum values in germination, the seeds of *P. dulce* could not be stored for more than 2 months more and to harrow them with imbibition hot water during 15 minutes.

Key words: *Pithecellobium dulce*, germination, storage.