

PASTOS



S.E.E.P.

N.º 43 (1). JUNIO 2013

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA PARA EL ESTUDIO DE LOS PASTOS



www.seepastos.es

PASTOS

N.º 43 (1). JUNIO 2013



En portada...

Carneros merinos en el Valle del Alcudia

© Alfonso San Miguel Ayanz

La oveja merina ha sido considerada tradicionalmente una de las razas ganaderas más eficaces en el aprovechamiento y mejora de los diversos pastos herbáceos de las dehesas mediterráneas sobre suelos pobres. Constituye un elemento clave en estos sistemas silvopastorales que, con un manejo adecuado, incorpora nutrientes y redistribuye la fertilidad, acelera los ciclos de nutrientes, dispersa especies pascícolas y es la mejor herramienta de mejora de los pastos herbáceos.

EDITORES PRINCIPALES

Juan Busqué Marcos

Centro de Investigación y Formación Agrarias
del Gobierno de Cantabria
juanbusque@cifacantabria.org

Ramón Reiné Viñales

EPS-Huesca, Universidad de Zaragoza
rreine@unizar.es

EDITORES ASOCIADOS

Botánica-Ecología

Arantza Aldezábal (Universidad del País Vasco)
Segundo Ríos (Universidad de Alicante)

Producción Vegetal

Josep Cifré (Universidad de las Islas Baleares)
Olivia Barrantes (Universidad de Zaragoza)

Producción Animal

Manuel Delgado (Universidad de Sevilla)
Rafael Celaya (SERIDA, Principado de Asturias)

Sistemas Silvopastorales

Javier Ruiz-Mirazo (Pastores por el Monte Mediterráneo)
María Dolores Carbonero (IFAPA, Junta de Andalucía)

Europa

Giuseppe Parente (Universita degli Studi Di Udine)
Guy Beaufoy (European Forum for Nature Conservation
and Pastoralism)

Latinoamérica

Carlos M. Arriaga (Universidad Autónoma del Estado
de México)

ISSN: 2340-1672

Disponibilidad única on line en:

<http://polired.upm.es/index.php/pastos>

Diseño y maquetación:

MOEBO

© Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

SUMARIO

Presentación del presidente de la SEEP	2-3
Editorial	4-5
1. Revisión Científica	6
El papel del ganado doméstico en la naturalización del monte Mediterráneo J. L. GONZÁLEZ-REBOLLAR Y J. RUIZ-MIRAZO	7-12
2. Artículos Científicos	13
Efecto de la distancia entre líneas y de la fecha de recolección en la producción de semilla de alfalfa en regadío I. DELGADO, F. MUÑOZ Y D. ANDUEZA	14-19
Evaluación de cultivares de raigrás italiano e híbrido como cultivo de invierno para ensilar en primavera G. FLORES, N. DÍAZ, D. DÍAZ, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, C. RESCH, X. RODRIGUEZ-DIZ Y J. PIÑEIRO	20-34
Modelos de integración del ganado ovino en el olivar andaluz M.D. CARBONERO MUÑOZ, E. FAJARDO NOLLA, J.R. LEAL MURILLO, J. E. GUERRERO GINEL, A. GARCÍA MORENO Y P. FERNÁNDEZ REBOLLO	35-45
3. Reuniones Científicas	46
Conclusiones de la 52 Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (S.E.E.P.) A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ	47-48
Instrucciones para autores	49-51

La revista de una sociedad científica es mucho más que su voz; es la herramienta esencial para alcanzar su principal objetivo: crear y transmitir la ciencia. Aunque los métodos clásicos (el académico de Platón en la Universidad, el retórico de Sócrates en congresos y reuniones científicas y el peripatético de Aristóteles en viajes de prácticas) siguen teniendo plena vigencia, y aunque la revolución tecnológica nos ofrece cada día nuevos procedimientos para la transmisión del conocimiento, la revista científica sigue siendo, todavía, el método más eficiente y más utilizado por los investigadores para transmitir los resultados de sus trabajos. Por eso, una revista científica cumple tanto mejor su función cuanto más se lee. Y seguramente es más leída cuando ofrece artículos de mayor calidad e interés. Así, como todos sabemos, la calidad de un artículo se mide por el impacto que éste provoca en la comunidad científica y ése impacto, a su vez, por el número de investigadores que lo leen y lo citan en sus trabajos, porque les ha parecido relevante. De ese modo, se ha creado un sistema retroalimentado que está favoreciendo a las revistas y a los temas más ampliamente aceptados y reconocidos por la comunidad científica internacional. Sin embargo, también tiene efectos perversos, porque relega y condena a muerte a las líneas de investigación menos “políticamente correctas”, a las materias de interés más local y a las revistas de muchas sociedades científicas tradicionales. Aunque sean interesantes y de alta calidad. Algo que sucede también en el ámbito agrario con parte de esa “cultura que hace el paisaje” de la que nos habla nuestro compañero y maestro Pedro Montserrat: o entras en el sistema o te conviertes en invisible y, desde el punto de vista científico oficial, en incompetente e inútil.

Las revistas de las sociedades científicas tradicionales están sometidas a algo parecido a lo que Darwin denominaba “*struggle for life*” para las especies; o a lo que describe la hipótesis de la reina roja para los sistemas evolutivos: que necesitan estar mejorando permanentemente sólo para mantener su capacidad de mantenerse competitivos y persistir, para mantener lo que ahora se denomina “*fitness*”. Algo que refleja de forma clara y sencilla nuestro refranero: “*al camarón que no nada se lo lleva la corriente*”.

Pastos, la revista de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP), con 44 años de vida, es una de las decanas del panorama científico español. Durante décadas, ha desempeñado su función de forma eficaz y eficiente. Ha servido para transmitir el conocimiento científico generado en temas relacionados con los pastos y ha mantenido un alto nivel de rigor y calidad y, aunque a veces con dificultades, también su periodicidad. Sin embargo, como ha sucedido con otras revistas científicas españolas, la imposición del sistema de evaluación de la actividad investigadora basado en el Journal of Citation Reports (JCR) ha provocado en ella un impacto, pero en este caso no científico sino demoledor. ¿Cómo puede competir con otras revistas internacionales sin estar incluida en el JCR ni ser avalada por una editora multinacional? Durante dos décadas lo ha conseguido gracias a la contribución de los socios de la SEEP y, sobre todo, al tesón, el esfuerzo a veces ingrato y el rigor de su Director, el Dr. Juan Piñeiro Andión, al que creo que debemos estar profundamente agradecidos no sólo los socios de la SEEP sino todos los interesados en la pascología.

En los últimos años, en los que Pastos además de ser publicada en papel se ha incorporado a la plataforma Polired, hemos constatado que el acceso abierto y la presencia en bases de datos y recursos informáticos accesibles para el mayor número posible de buscadores resultan condiciones imprescindibles para que los artículos sean “visibles”. Para que sean encontrados y leídos. Y se citen. Sólo así es posible que una revista no incluida en el JCR sea suficientemente atractiva para que publiquen en ella los investigadores. Y sólo mediante ese atractivo podrá garantizar el número de artículos, la calidad científica y el interés que resultan imprescindibles para su utilidad y persistencia.

Con este primer número de la nueva etapa de la revista Pastos pretendemos dar un impulso revitalizador a sus planteamientos: publicación exclusivamente “*on line*”; acceso abierto; dos directores con capacidad, entusiasmo e ideas; un consejo de redacción amplio, multidisciplinar e internacional; nuevas estrategias de publicación y, además, un diseño que esperamos resulte atractivo y eficaz para transmitir el conocimiento. Ahora sólo falta lo esencial: que los investigadores respondan enviando abundantes artículos científicos de calidad, que el número de lectores se incremente sustancialmente en todo el mundo y que la revista, y la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, puedan seguir cumpliendo con su función, y manteniendo su “*fitness*” al menos otro medio siglo.

Alfonso San Miguel Ayanz

Presidente de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

Estimados socios de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP) y lectores de la revista *Pastos*; comenzamos con este número un nuevo periodo de la revista tomando el relevo de Juan Piñeiro Andión en su dirección. Vaya por delante nuestro reconocimiento a la labor desarrollada por Juan durante los últimos 20 años, que ha permitido mantener la publicación de *Pastos* dentro de la complicada situación en la que se encuentran las revistas científicas españolas.

Pretendemos que *Pastos* siga siendo una valiosa fuente de información científica para los interesados en las características y usos de los pastos, especialmente de la Península Ibérica, Europa y Latinoamérica. Como hasta ahora, admitiremos artículos originales de investigación, notas de investigación, temas monográficos y revisiones científicas que estén enmarcados en las diversas áreas de conocimiento relacionadas con la producción, ecología y aprovechamiento de pastos y forrajes. Conservamos por lo tanto el ámbito científico de la revista y su periodicidad semestral, editando dos números anuales, en junio y en diciembre. Pero también queremos impulsar una serie de cambios, ya comenzados por la anterior dirección, para facilitar su consulta, hacerla más atractiva tanto al autor como al lector, y aumentar su prestigio en el ámbito de las publicaciones científicas de temática agraria. Hemos sustituido el formato en papel por uno estrictamente digital, esperando que ello permita una edición más ambiciosa que estará disponible en la plataforma de acceso libre de revistas electrónicas POLI-RED de la Universidad Politécnica de Madrid (<http://polired.upm.es/index.php/pastos>).

Para cumplir estos objetivos nos hemos rodeado de un nuevo comité editorial internacional con un plan de trabajo que va a asegurar una revisión rigurosa y rápida de los manuscritos enviados para su publicación. También hemos comenzado a promover en coordinación con la directiva de la SEEP y los comités organizadores de las Reuniones Científicas anuales de la Sociedad una serie de incentivos a la publicación de trabajos relacionados con las comunicaciones más sobresalientes presentadas en las Reuniones, la generación de números monográficos sobre temas relevantes que pudieran coincidir con el lema de las Reuniones y la publicación en exclusiva de las ponencias presentadas en estas.

Somos conscientes de la dificultad que tendremos en conseguir publicaciones para una revista no indexada en el Journal of Citation Reports (JCR), pero creemos firmemente que nuestra revista tiene un hueco en la comunidad científica española, europea y latinoamericana. Además vamos a apostar por la calidad de nuestros artículos, aunque nuestro empeño no sea reconocido de momento por las políticas científicas institucionales.

Investigamos en unos sistemas pascícolas originales, ligados a nuestro territorio, desarrollados y mantenidos por generaciones de agricultores y ganaderos mediante unos modos de gestión propios, en muchos casos paradigmáticos de conservación paisajística y ambiental. ¿Acaso debemos renunciar a un medio de divulgación cercano, que lleva casi medio siglo publicando este tipo de trabajos? Evidentemente no; pensamos que *Pastos* tiene un papel muy importante en la transferencia de estos conocimientos no solo a la comunidad científica, sino también al sector administrativo y por supuesto al primario.

La ciencia está experimentando un avance de conocimientos enorme con la aplicación de nuevas tecnologías. Campos como la genética, las ciencias de la tierra y de la atmósfera o la fisiología animal y vegetal, se están aprovechando de estos nuevos desarrollos tecnológicos, permitiendo medir parámetros de interés con menos esfuerzo y generar una cantidad de información impensable hace pocos decenios. La estadística ha avanzado al mismo ritmo, desentrañando patrones y prediciendo respuestas buscadas a partir de una masa de datos aparentemente caótica. Por otro lado, nos enfrentamos a nuevos retos para solventar problemas cada vez más acuciantes: el cambio climático, la demanda de alimentos para una población humana cada vez mayor, la escasez de insumos como fertilizantes y energía de origen fósil, la pérdida de biodiversidad y los desequilibrios en el funcionamiento de agro-ecosistemas por abandono o intensificación excesiva. Los pastos, principalmente como soporte de una ganadería adaptada y capaz de transformarlos en productos de alto valor para el ser humano, son un objetivo esencial de investigación en este escenario actual. Aunar a nuestro siempre imprescindible trabajo sobre el terreno, a pie de pasto, el empleo de estas nuevas tecnologías, nos permitirá cumplir con nuestra responsabilidad de aportar conocimientos que ayuden a aliviar y solucionar los problemas mencionados, buscando las formas más sostenibles de aprovechar este valioso recurso que son los pastos. Desde nuestra revista pensamos que podemos contribuir a este objetivo, difundiendo los trabajos científicos originales y de interés técnico, haciéndonos eco de las novedades en la investigación sobre nuestros pastos, y, en definitiva reforzando la comunidad de los que trabajamos con pastos y los seres vivos que les rodean y les dan sentido.

Solo nos queda animaros para que penséis siempre en *Pastos* como medio de difusión de vuestras investigaciones, y también para que fomentéis y divulguéis la revista en vuestros ámbitos profesionales. Estamos abiertos a todo tipo de comentarios, sugerencias, ideas e iniciativas para la continua renovación de nuestra revista. Por último queremos agradecer el trabajo desarrollado por el nuevo equipo editorial. Esperamos que los cambios en *Pastos* estén a la altura de vuestro esfuerzo y dedicación. Os dejamos con la nueva revista, que disfrutéis de ella.

Juan Busqué (juanbusque@cifacantabria.org)

Ramón Reiné (rreine@unizar.es)

Editores Principales de Pastos

1

REVISIÓN CIENTÍFICA



EL PAPEL DEL GANADO DOMÉSTICO EN LA NATURALIZACIÓN DEL MONTE MEDITERRÁNEO

J. L. GONZÁLEZ-REBOLLAR¹ Y J. RUIZ-MIRAZO²

Estación Experimental del Zaidín (CSIC). C/ Profesor Albareda 1. E-18008 Granada, España

¹ toza@eez.csic.es

² jruizmirazo@gmail.com

Historial del artículo:

Recibido: 14/07/2013

Revisado: 02/10/2013

Aceptado: 19/12/2013

Disponible online: 14/04/2014

Autor para correspondencia:

jruizmirazo@gmail.com

ISSN: 2340-1672

Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos>

Palabras clave:

pastoralismo, herbivoría, diversidad, incendios, sistemas agroforestales

Keywords:

pastoralism, herbivory, diversity, wildfires, agroforestry

RESUMEN

El desarrollo económico y la consiguiente evolución de las demandas sociales están conllevando que muchos montes mediterráneos se manejen con criterios predominantemente conservacionistas, entendiéndose como tales los "técnicamente conservacionistas". En este contexto, y bajo el nombre de naturalización, en España se viene desarrollando un conjunto de actuaciones que pretenden transformar las simplificadas masas forestales en ecosistemas más complejos.

En aparente contradicción con esta visión hipertécnica, reivindicamos aquí el importante papel que pueden desempeñar el ser humano y sus prácticas silvopastorales más sostenibles en muchos de los objetivos de restauración funcional del monte mediterráneo. En este territorio, gran parte de la flora coevolucionó con grandes herbívoros (muchos de ellos hoy extintos), desarrollando una prolongada dinámica de interrelaciones que hoy sólo puede remediarse, parcialmente, con el auxilio de la ganadería extensiva.

El actual contexto de abandono de las actividades agrarias y de cambio global conlleva síntomas preocupantes de pérdidas de diversidad, valor del monte, patrimonio rural y capacidad de uso de la tierra, mientras se incrementan los riesgos, entre los que destacan los incendios forestales. Ante todo ello, entendemos que la integración de la ganadería extensiva en la gestión del medio natural es una valiosa respuesta a los desafíos y amenazas que afronta la conservación del monte mediterráneo.

ABSTRACT

Economic development and the subsequent evolution of social demands have resulted in many Mediterranean forests being managed according to predominantly conservationist or "technically conservationist" criteria. In this context, so-called naturalization programmes are being implemented in Spain, a term encompassing a number of actions aimed at transforming simplified forests into more complex ecosystems.

In an apparent contradiction with this hyper-technical vision, we claim that humans and their most sustainable silvopastoral practices can play an important role to achieve functional restoration objectives in Mediterranean forests. Most flora coevolved with large herbivores (many of them extinct) in this territory, maintaining a long interrelation dynamic that can nowadays only be partially mimicked with the aid of domestic livestock.

Furthermore, the present context of abandonment of agrarian activities and global change is producing worrying symptoms such as losses of diversity, forest value, rural heritage and land use capacity, while hazards increase, notably forest fires. Therefore, the integration of extensive livestock farming systems in forest management programmes is a valuable response to the challenges and threats that the conservation of Mediterranean forests is facing nowadays.

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos del papel auxiliar del ganado en la “naturalización” del monte mediterráneo, lo hacemos en tanto que “herramienta” para la restauración de su funcionalidad ecológica, lo que constituye un replanteamiento de la selvicultura de conservación. En efecto, a menudo se realizan operaciones técnicas (como clareos o desbroces) para dotar al monte de una mayor complejidad estructural y florística (muy especialmente en masas forestales monoespecíficas) o protegerlo frente a incendios. La incorporación del pastoreo a esta planificación técnica no sólo multiplicaría la efectividad de estas actuaciones sino que, además, contribuiría al incremento de las interrelaciones pasto-herbívoro, que revierten en procesos ecológicos generadores de biodiversidad y que sólo parcialmente realizan (cuando los hay) los escasos macroherbívoros salvajes existentes.

La mejor tradición forestal siempre ha ambicionado maximizar los valores ecológicos de los sistemas forestales, pero lo habitual ha sido que las consideraciones ambientales hayan estado supeditadas al aprovechamiento de los recursos primarios y al rendimiento en productos de mercado. Sin embargo, hoy en día existen ya muchos ejemplos de sistemas forestales que se gestionan, principalmente, para conservar y fomentar sus cualidades ecológicas, tras haberse relegado las cuestiones productivas a un segundo lugar. Entre estas novedosas prácticas de gestión para la conservación se encuentran las acciones denominadas de *naturalización* que, en líneas generales, pretenden ayudar a transformar las simplificadas masas forestales (típicamente, repoblaciones forestales) en sistemas más complejos.

Frecuentemente, el término *naturalidad* se emplea como contrapuesto al de *artificialidad*; y éste, a su vez, suele relacionarse con contenidos esencialmente antrópicos. Es decir, un paisaje se considera tanto más natural cuanto más próximo esté a nuestra idealización de un entorno en el que no hayan existido actuaciones humanas (Anderson, 1991). La naturalización que aquí proponemos se aleja de esta concepción, pues reivindica, como veremos a continuación, el importante papel que puede jugar el ser humano y su ganado en la conservación de sistemas naturales o seminaturales que han perdido muchos de sus actores principales. Además, estos sistemas no pueden suponerse libres de limitaciones para recuperar sus características potenciales, ya que los paisajes predominantemente culturales del entorno mediterráneo parten de un grado de alteración elevado. En todo caso, la búsqueda de la ya mencionada *sostenibilidad* en la gestión del medio natural requiere propuestas de conciliación entre los intereses humanos y los objetivos de conservación de la naturaleza, como la que aquí se presenta.



© Jahier Ruiz-Mirazo

Elefantes similares a éste del Serengeti, capaces de tronchar grandes árboles abriendo así claros al tiempo que los abonan, pastaron en tiempos no tan lejanos nuestro territorio.

ELEMENTOS A TOMAR EN CONSIDERACIÓN

La *naturalización* no es tanto una meta a alcanzar, como un proceso mediante el que ir reconstruyendo sinergias. No se trata de alcanzar un idealizado *clímax* del ecosistema sino de favorecer que éste mantenga una dinámica más próxima a lo que pueda considerarse natural. De hecho, hoy día están cobrando más importancia las iniciativas de conservación de los procesos que generan biodiversidad que la estricta conservación de determinadas comunidades biológicas o formas de vida, que no son sino una consecuencia temporal, un fotograma, de los procesos responsables del mantenimiento de la vida (Abellanas, 2003).

Con el fin de repensar la participación del ser humano en los sistemas ecológicos de nuestro entorno, es oportuno recordar que los yacimientos de Orce (Granada) datan la presencia de *Homo* desde hace más de un millón de años (Aguirre, 2008; Gilbert *et al.*, 1983; Toro-Moyano *et al.*, 2013). De modo que no puede subestimarse su influencia, su huella, en el paisaje desde hace largo tiempo. El papel modificador del hombre sobre los recursos de su entorno se inició con la caza y el empleo del

fuego, un papel intensificado y organizado posteriormente por la agricultura, la ganadería y el desarrollo que siguió. Nuestros ecosistemas son agrosistemas y nuestros paisajes, paisajes culturales (Emanuelsson, 2009). De hecho, el paisaje cultural se reivindica hoy como uno de los valores fundamentales de los pueblos de Europa y uno de los elementos de su identidad cultural, como refleja el Convenio Europeo del Paisaje (Council of Europe, 2000).

La ductilidad y eficacia de la especie humana a la hora de ocupar los más variados nichos ecológicos del planeta se ha traducido en la sustitución de muchos de los actores de cada hábitat, arrebatándoles el aprovechamiento del recurso. Los bosques que ocupaban las mejores tierras naturales fueron reemplazados por las mejores tierras agrícolas. Muchos humedales lo fueron por los mejores regadíos. Los bosques de las tierras medias, por las extensivas tierras de campos. Y sólo algunos montes y zonas marginales han conservado alguna capacidad de refugio a lo natural. Con la ocupación del territorio, con el fuego, con la caza de los grandes herbívoros, con las más potentes herramientas de roturación y laboreo, y con la fragmentación y organización del paisaje, se inició la desaparición de muchos elementos naturales que ya no podremos recuperar.

Todavía podemos percibir muchos ecos de este proceso de cambios en nuestro entorno natural, ya que la vida que nos rodea aún no se ha adaptado a gran parte de estas alteraciones. Muchas de las aves acuáticas migradoras que nos visitan cada invierno siguen planificando sus rutas ancestrales sobre la previsión de humedales que han sido desecados pero no olvidados. Muchas plantas de dispersión zoócora perpetúan año tras año los más ajustados mecanismos de su biología reproductiva contando con sus vectores asociados. Es la consecuencia de un desarrollo coevolutivo registrado desde hace millones de años: al menos desde hace 4,5 o 5 millones, si es que nos referimos a la edad de nuestra flora ibérica, separada por el estrecho de Gibraltar y diferenciada desde entonces de la norteafricana (López-González, 2001). Estas plantas todavía se preparan para la visita y presión de sus herbívoros asociados, aunque muchos de ellos, extintos, ya nunca vendrán. Sólo algunas oportunistas, pirófilas, xerófilas, heliófilas, anemófilas y anemócoras han encontrado un inesperado aliado en las actuaciones humanas. Lo han encontrado también algunas especies animales detritívoras, esteparias, carroñeras o parásitas a las que han favorecido nuestras actividades.

Con todo, estas especies, que podríamos denominar *antropófilas*, ya se encontraban en el paisaje ancestral antes de la llegada de nuestra especie. Estas especies tenían su espacio, su función, en el contexto precedente, donde ya debía existir el tipo de perturbaciones, hoy amplificadas, a las que se adaptaron (Götmark, 1992). La naturaleza simplemente responde a nuestras perturbaciones con los mismos mecanismos que poseía. Y los mejores ejemplos de sostenibilidad en nuestras latitudes (dehesas, bocages, bardales, trashumancia, etc.) corresponden

a alteraciones en las que hemos encontrado un cierto acuerdo entre las posibilidades que el medio nos ofrecía y las expectativas de progreso de las sociedades que nos precedieron. Una sostenibilidad que se desarrolló bajo el imperativo de la supervivencia, con muy escaso margen de error.

Hoy el abandono de tierras está poniendo de relieve muchos problemas de pérdida de patrimonio (Emanuelsson, 2009). Hemos desposeído a nuestro entorno de tantas de sus piezas clave que ahora, al intentar poner en valor su esencia natural más sostenible de forma que podamos llevar a cabo ciertos pactos de estabilidad y calidad de vida, nos encontramos con que el propio pacto nos compromete, en nuestro papel vicariante, a mantener muchas acciones remedadoras. Quizá podríamos recuperar una parte de los humedales perdidos, pero no sin la reconducción de cauces y el auxilio técnico de algunos aportes freáticos. Sin duda, la flora y fauna esteparias han visto expandidos sus dominios como consecuencia de la acción agrosilvopastoral del hombre, “degradadora” de ecosistemas, pero ahora no podemos abandonarlas ante un eficaz programa de recuperación de la cubierta boscosa. ¿Habrá que planificar puntualmente acciones degradadoras? Diversos programas y ayudas internacionales de protección de la vida esteparia, están respondiendo afirmativamente a este interrogante. Si consiguiéramos controlar todos los conatos de incendios forestales, ¿deberíamos asegurar una cierta recurrencia natural del fuego? De no ser así, ¿qué hacemos con nuestras pirófilas? Y ¿qué hacemos con las heliófilas, anemófilas y no pocas oportunistas (*sensu lato*)? Muchas de ellas llenan los catálogos de especies protegidas o amenazadas. No es desdeñable tener presente que tanto el pastoreo excesivo por ganado doméstico (o exceso de herbívoros salvajes), como la regeneración del monte, producida como consecuencia de una disminución de la presión de herbívoros, se recojan como factores de riesgo para la supervivencia de muchos taxones amenazados (Gómez-Campo, 1987).

En definitiva, no parece posible entender la conservación de una parte significativa del paisaje que nos rodea sin tener en cuenta el papel de muchos elementos y agentes que ya sólo culturalmente podemos mantener, imitar o controlar. Ni emprender la protección de muchos recursos botánicos olvidando que, en nuestras tierras, han evolucionado junto a una elevada carga de herbívoros salvajes y domésticos (Le Houérou, 1981; Aguirre, 1989; Montserrat y Fillat, 1990). En el entorno natural del sudeste español, los yacimientos paleontológicos documentan la presión sobre nuestra flora actual de grandes herbívoros gregarios, desde hace al menos 1,8 millones de años (Arribas *et al.*, 2001) y, por lo que muestra nuestro arte parietal, hasta hace apenas 15-35 000 años (Ochoa, 2011). Por su parte, el hombre lleva manejando el fuego desde hace medio millón de años (Carbonell y Sala, 2002). Con estos datos es difícil imaginar que haya existido un paisaje vegetal intocado, sin perturbadores, que una ardilla pudiera recorrer de un extremo a otro la Península Ibérica

saltando de árbol en árbol. En nuestra idealización deberíamos integrar otro tipo de animales cuya presencia está bien documentada, sin subestimar su presión e interacción con el medio (apertura de claros, consumo de fitomasa, selección de especies, transporte de semillas, etc.).

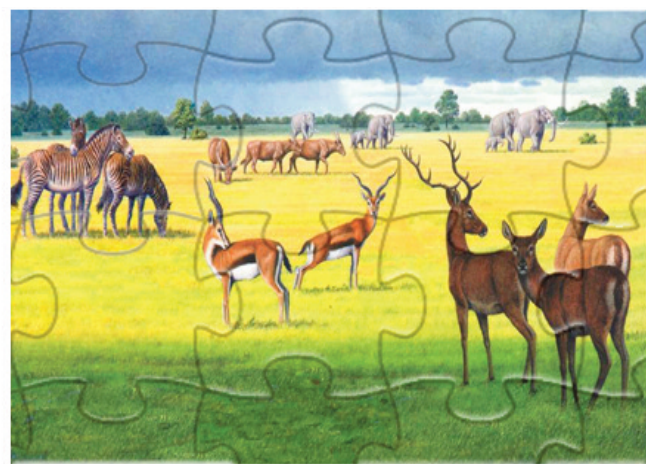
Los restos fósiles de distintas especies de équidos, bóvidos, cérvidos, elefantes y gacelas nos dibujan un puzzle con muchas piezas que nuestra especie eliminó. Los grandes comedores de pasto y ramoneadores ocasionaban profundos efectos en las plantas y el exterminio de tales animales influyó, sin duda, en el conjunto florístico (Ehrlich *et al.*, 1975). Hoy en día, los herbívoros salvajes que han pervivido o se han introducido, así como los ganados domésticos en pastoreo, son quienes pueden mantener vivo este conjunto de interacciones pasto-herbívoro en la dinámica natural del sistema (Figura 1).

PROPUESTA DE REDEFINICIÓN DE LA NATURALIZACIÓN

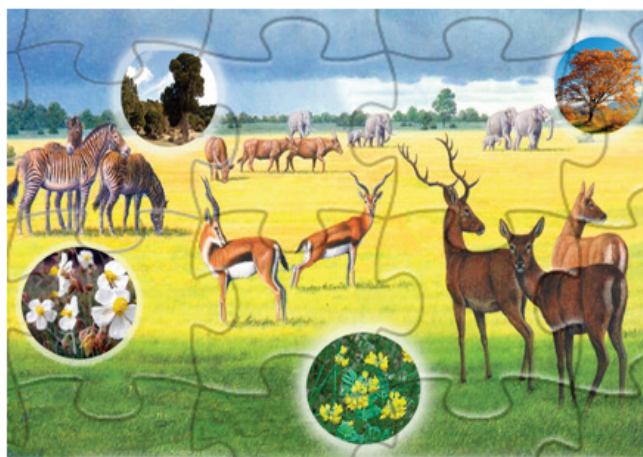
Tal y como se ha expuesto anteriormente, cuando hablamos de naturalización nos estamos refiriendo a promover acciones que faciliten el desarrollo de procesos naturales; potenciando el papel de algunos elementos que han sobrevivido a los cambios; imitando aquello que, técnicamente, nos sea factible imitar; y descartando toda pretensión de abandonar nuestro entorno *al destino de los vientos*, cuando lo hemos desposeído de forma irrecuperable de casi todo aquello a cuya acción y presión estaba, y continúa estando, ligado. Tomando como caso paradigmático los numerosos pinares de repoblación, densos y monoespecíficos, que existen en buena parte del mediterráneo ibérico como fruto de anteriores acciones de restauración forestal, se presentan a continuación



1



2



3



4

FIGURA 1. Representación de cambios de escenarios (diseños basados en el trabajo de Mauricio Antón, CSIC): 1) Un paisaje natural del Villafranchense medio (inicios del Pleistoceno); 2-3) Puzzle de interacciones milenarias pasto-herbívoro; 4) Tras la pérdida de muchos “actores” a finales del Pleistoceno, la reconstrucción parcial de la dinámica natural sólo es posible en el Holoceno con auxilio del ganado.

FIGURE 1. Representation of the changes in the scenario (drawings based on Mauricio Anton's work, CSIC): 1) A natural landscape at the beginning of the Pleistocene; 2-3) Puzzle of millenary herbivore-pasture interactions; 4) After the loss of many “actors” at the end of the Pleistocene, the partial reconstruction of the natural dynamics is only possible in the Holocene using domestic livestock.

las líneas de actuación que, entendemos, podrían integrar un programa de naturalización de los mismos.

En primer lugar, consideramos que la presión que ejercieron los grandes herbívoros puede ser remedada, en parte, por el ganado y los herbívoros silvestres: únicos actores (secundarios) con los que contamos hoy en día. Reivindicamos la importancia del ganado como reconstituidor de algunos de los elementos ya perdidos, y su valor como pieza fundamental del puzzle ecológico que procuramos reconstruir. El aprovechamiento de la biomasa vegetal que realizan está muy ligado a los ciclos de vida y ecología de muchas especies, dado que la herbivoría intensa es una dinámica propia de los ecosistemas mediterráneos (Perevolotsky y Seligman, 1998). En aquellos lugares pobres en especies de la flora espontánea, la ganadería sería un importante vector local de semillas procedentes de las proximidades y colaboraría así a enriquecer la composición específica (Malo y Suarez, 1995; Traba *et al.*, 2003).

En segundo lugar, reconociendo que en gran parte del territorio la estructura de la vegetación bajo una importante presión de herbívoros distaría mucho de ser cerrada, monoespecífica y densa, proponemos la realización de cambios de estructura y de composición en algunos sectores de las repoblaciones. Procuraremos avanzar hacia una masa mixta y abierta, en la que se encuentren facilitados muchos elementos potenciadores de la sucesión y de la diversidad. En estudios realizados en las montañas del sudeste andaluz (Fernández, 1995), se observó que los indicadores de biodiversidad vegetal alcanzan sus valores más altos en bosques abiertos. Por otro lado, varios investigadores han propuesto medir la biodiversidad con fines de gestión silvícola en términos de diversidad y complejidad estructural de los sistemas forestales. Este planteamiento presupone que una especie vegetal o animal sólo estará presente si la estructura del biotopo en cuestión proporciona el hábitat que esta especie requiere (Kint *et al.*, 2000). La realización de claras y clareos de densidad variable (empleando variadas intensidades de corta en distintas zonas) puede ser un planteamiento adecuado para aumentar la diversidad estructural de la masa (Abellanas, 2003).

En tercer lugar, dado el contexto de abandono de las actividades agrarias en que se encuentra la región, cuyas consecuencias son predominantemente negativas (Emanuelsson, 2009), es indispensable potenciar los elementos de desarrollo rural. Una de las alternativas más viables para colaborar a la sostenibilidad ecológica, económica y social de un territorio pasa por el fomento de actividades como la ganadería extensiva, junto con la búsqueda de calidad alimentaria y productos con denominación de origen; todo ello compatible con la conservación de razas autóctonas de contrastada rusticidad y gran adaptación a las condiciones del terreno. Las mejores alternativas pasan por fomentar la presencia de pastores que gestionen activamente sus ganados, atendiendo

tanto a sus necesidades de producción como a la buena gestión y conservación del medio que los sustenta.

En cuarto lugar, la estabilidad del paisaje natural debe implicar también una estabilidad frente a la perturbación no controlada de los incendios, que es uno de los procesos que con mayor frecuencia se produce en la actualidad. Afortunadamente, existe una gran complementariedad entre los elementos ya mencionados y las nuevas tendencias en selvicultura preventiva, que pasan frecuentemente por la reducción de la densidad del arbolado y el mantenimiento de actividades agrícolas o ganaderas (Ruiz-Mirazo, 2011). En consecuencia, a la hora de programar acciones de naturalización sobre el medio, es muy recomendable integrarlas con las prácticas de prevención de incendios. La ganadería extensiva necesita de estructuras abiertas, como las producidas mediante clareos, y su pastoreo puede reducir el riesgo de incendios, al dar valor a un recurso que, de otra manera, estaría en abandono y acumularía biomasa potencialmente combustible. El ganadero encuentra así revalorizada su labor, por las múltiples funciones que cumple en la gestión integrada del medio, y se constituye en un conjunto de buenas prácticas agrarias susceptible de recibir financiación pública.

Podría resultar aparentemente paradójico que pretendamos naturalizar mediante intervenciones humanas, una vez más. Pero no debemos olvidar que la búsqueda de la naturalidad es, nuevamente, un deseo humano, como lo ha sido históricamente la conquista de nuevos territorios o la dominación de la naturaleza. Quizás, con nuestras actuaciones, a lo más que podemos aspirar es a avanzar hacia un estado de naturalidad que apacigüe nuestro deseo reparador, pero que sea compatible con el uso de unos recursos necesarios para mantener a la población humana con una actividad rural sostenible.

CONCLUSIONES

Dado que hoy en día se están llevando a cabo actuaciones de gestión forestal centradas en la conservación y fomento de las cualidades ecológicas de los montes, es indispensable cuestionarse la creencia de que nuestros ecosistemas se beneficiarán de la ausencia de actuaciones humanas, y entender la ganadería extensiva como una herramienta de gran utilidad para restituir, siquiera parcialmente, una dinámica de herbivoría plenamente natural en nuestro contexto mediterráneo, completamente cultural. Una naturalización verdaderamente ajustada a los hechos históricos y a las necesidades actuales en este entorno debe integrar, ineludiblemente, espacios para el desarrollo de sistemas agroforestales multifuncionales como el aquí propuesto, en los que una gestión silvopastoral sostenible produzca beneficios ecológicos, reduzca el riesgo de incendios e incorpore a la población local en la gestión y protección de los recursos.

La minimización de riesgos y la maximización de la estabilidad funcional son características a las que aspirar para un sistema naturalizado. Buena parte de esa naturalización se puede llevar a cabo con la colaboración de actividades ganaderas extensivas, ahora que ya no contamos con grandes herbívoros salvajes del pasado y aún no han desaparecido los pastores. El ganado juega un papel relevante en la naturalización de nuestros sistemas forestales más simplificados. La naturalización crea estructuras útiles a la selvicultura preventiva. Y la selvicultura preventiva se ve favorecida por el pastoreo planificado para complementar sus actuaciones. La naturalización, la selvicultura preventiva y el pastoreo conforman así una alternativa de gestión multifuncional, valiosa tanto desde un prisma forestal o ecológico, como social y económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELLANAS, B. (2003) *Selvicultura para la gestión y conservación del monte mediterráneo*. Apuntes del curso de gestión para la biodiversidad en los bosques explotados. Baeza (España): Universidad Internacional de Andalucía.
- AGUIRRE, E. (1989) Vertebrados del Pleistoceno continental. En: Pérez-González, A. (ed.) *Mapa del Cuaternario*, pp. 47-69, Madrid (España): ITGE.
- AGUIRRE, E. (2008) *Homo Hispánico*. Madrid (España): Editorial Espasa Calpe.
- ANDERSON, J.E. (1991) A conceptual framework for evaluating and quantifying naturalness. *Conservation Biology* 5:347-352.
- ARRIBAS, A., RIQUELME, J.A., PALMQVIST, P., GARRIDO, G., HERNÁNDEZ, R., LAPLANA, C., SORIA, J.M., VISERAS, C., DURÁN, J.J., GUMIEL, P., ROBLES, F., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Y CARRIÓN, J. (2001) Un nuevo yacimiento de grandes mamíferos villafranquienses en la Cuenca de Guadix-Baza (Granada): Fonelas P-1, primer registro de una fauna próxima al límite Plio-Pleistoceno en la Península Ibérica. *Boletín Geológico y Minero* 112:3-34.
- CARBONELL, E. Y SALA, R. (2002) *Aún no somos humanos*. Barcelona (España): Ediciones Península.
- COUNCIL OF EUROPE (2000) *European Landscape Convention*. Florencia. Disponible en español en: http://www.mma.es/secciones/desarrollo_territorial/paisaje_dt/convenio_paisaje/pdf/CONVENIO_EUROPEO_PAISAJE_Web.pdf
- EHRlich, P.R., HOLDREN, J.P. Y HOLA, R.W. (1975) La ecosfera y el hombre preindustrial. En: *Scientific American: El hombre y la ecosfera*. Madrid (España): Editorial Blume.
- EMANUELSSON, U. (2009) *The rural landscapes in Europe-How man has shaped European Nature*. Estocolmo (Suecia): Formas.
- FERNÁNDEZ, P. (1995) *Aprovechamiento silvopastoral de un agrosistema mediterráneo de montaña en el sureste ibérico. Evaluación del potencial forrajero y la capacidad sustentadora*. Tesis doctoral. CSIC-Universidad de Granada.
- GIBERT, J., AGUSTÍ, J.M. Y MOYÀ-SOLÀ, S. (1983) Presencia de *Homo* sp. en el yacimiento del Pleistoceno inferior de Venta Micena (Orce, Granada). *Paleontología i Evolució* Publicación especial: 1-12.
- GÓMEZ-CAMPO, C. (1987) *Libro rojo de las especies vegetales amenazadas de España peninsular e Islas Baleares*. Madrid (España): ICONA.
- GÖTMARK, F. (1992) Naturalness as an evaluation criterion in nature conservation: a response to Anderson. *Conservation Biology* 6:455-458.
- KINT, V., LUST, N., FERRIS, R. Y OLSSTHOORN, A.F.M. (2000) Quantification of forest stand structure applied to Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* Fuera de serie nº 1:147-163.
- LE HOUÉROU, H.N. (1981) Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. En: Castri, F.D., Goodall, D.W. y Specht, R.L. (eds.) *Mediterranean-type shrublands* pp. 479-521. Amsterdam (Holanda): Elsevier Sci. Pub. Com.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, G. (2001) *Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Madrid (España): Ediciones Mundi-Prensa.
- MALO, J.E. Y SUAREZ, F. (1995) Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. *Oecologia* 104: 246-255
- MONTERRAT, P., Y FILLAT, F. (1990) The systems of grassland management in Spain. En: Breymeyer, A. (Ed.) *Managed Grasslands*, pp. 37-70. Amsterdam (Holanda): Elsevier Sci. Pub. Com. Disponible en: http://pedromontserrat.files.wordpress.com/2008/01/270_systems_grassland_spain_managgrass_1990.pdf
- OCHOA FRAILE, D. (2011) La datación absoluta del arte rupestre cantábrico: estado de la cuestión y valoración crítica. *Estudios de Cuaternario/ Kuaternario Ikasketak/ Quaternary Studies* 1:133-150
- PEREVOLOTSKY, A. Y SELIGMAN, N.G. (1998) Role of grazing in Mediterranean rangeland ecosystems. *BioScience* 48:1007-1017.
- RUIZ MIRAZO, J. (2011) *Las áreas pasto-cortafuegos: un sistema silvopastoral para la prevención de incendios forestales*. Tesis doctoral, CSIC-Universidad de Granada. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10261/35848>
- TRABA, J., LEVASSOR, C. Y PECO, B. (2003) Restoration of species richness in Mediterranean grasslands: seeds in cattle dung. *Restoration Ecology* 11: 378-384
- TORO-MOYANO, I., MARTÍNEZ-NAVARRO, B., AGUSTÍ, J., SOUDAY, C., BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M., MARTÍNONTORRES, M., FAJARDO, B., DUVAL, M., FALGUÈRES, C., OMS, O., PARÉS, J.M., ANADÓN, P., JULIÀ, R., GARCÍA-AGUILAR, J.M., MOIGNE, A.M., PATROCINIO ESPIGARES, M., ROS-MONTOYA, S. Y PALMQVIST, P. (2013) The oldest human fossil in Europe, from Orce (Spain). *Journal of Human Evolution* 65: 1-9.

2

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS



EFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE LÍNEAS Y DE LA FECHA DE RECOLECCIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ALFALFA EN REGADÍO

I. DELGADO¹, F. MUÑOZ¹ Y D. ANDUEZA^{2,3}

¹ Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda. Montañana 930. 50059 Zaragoza (España)

² INRA-UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint Genès Champanelle (France)

³ Clermont Université, VetAgro Sup. -UMR Herbivores, F-63000 Clermont-Ferrand (France)

Historial del artículo:

Recibido: 22/03/2013

Revisado: 23/04/2013

Aceptado: 20/09/2013

Disponible online: 14/04/2014

Autor para correspondencia:

idelgado@aragon.es

ISSN: 2340-1672

Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos>

Palabras clave:

Medicago sativa L., riego, producción de forraje, variabilidad interanual, inflorescencias, vainas

Keywords:

Medicago sativa L., irrigation, hay yield, interannual variability, inflorescences, pods

RESUMEN

Se estudió la incidencia de la distancia entre líneas (20, 40 o 60 cm) y de la fecha de recolección (dejando para semilla el segundo o el tercer corte) en la producción de semilla de la alfalfa cv Aragón en Zaragoza, durante 2007-2011. Las producciones anuales obtenidas no mostraron diferencias significativas en función de la fecha de recolección, siendo de 443 y 415 kg ha⁻¹ cuando se dejó el segundo y el tercer corte respectivamente, o de la distancia entre líneas con 418, 418 y 451 kg ha⁻¹, obtenidos para distancias entre líneas de 20, 40 y 60 cm respectivamente, aunque la variabilidad interanual fue alta, de 29 kg a 914 kg ha⁻¹. Además de la cosecha de semilla se realizaron tres cortes para forraje, sobresaliendo la producción de materia seca, 7627 kg ha⁻¹, cuando se dejó el tercer corte para semilla. La producción forrajera fue asimismo superior cuando la distancia entre líneas fue de 20 cm, 7486 kg ha⁻¹, respecto de las distancias de 40 y 60 cm, con 7189 y 6661 kg ha⁻¹ respectivamente.

ABSTRACT

The effect of row spacing (20, 40 or 60 cm) and harvesting date (leaving for seed production the second or the third harvest of the year) on seed production of alfalfa cv Aragón was studied in Zaragoza during 2007-2011. Results showed neither significant differences according to the harvest date (443 and 415 kg ha⁻¹ respectively when the second and the third harvests were left), nor according to 20, 40, and 60 cm row spacing, 418, 418 and 451 kg ha⁻¹ respectively although interannual variability was high, 29 kg to 914 kg ha⁻¹. Besides seed harvest, three cuts were devoted to forage, presenting the highest dry matter yield (7627 kg ha⁻¹) when the third cut was left for seed production. In addition, forage production was higher when row spacing was 20 cm (7486 kg ha⁻¹) than with 40 cm and 60 cm spacing (7189 and 6661 kg ha⁻¹ respectively).

INTRODUCCIÓN

La alfalfa fue el primer cultivo forrajero en España en 2010, con 271 204 ha cultivadas y una producción cosechada en verde de 11 493 857 t (MAGRAMA, 2013). El 64 % de la superficie cultivada tuvo lugar en regadío y la producción entregada a la industria deshidratadora fue el 73 % de la

cosechada. La principal zona productora de alfalfa fue el nordeste de España que integra el valle del Ebro, acogiendo el 54 % de la superficie nacional y el 66 % de la producción.

Del total de la superficie ocupada por alfalfa en España, en 2011 se destinaron 9346 ha a la producción de semilla, pre-cintándose 1 370 426 kg (MAGRAMA, 2013). De ellas, 3096

ha lo fueron en el nordeste de España, lo que supuso el 2,1 % de la superficie cultivada. Esta superficie es insuficiente para cubrir las necesidades de semilla de la zona, estimadas en unos 1 276 000 kg, ateniéndose a la dosis de semilla utilizada, 35 a 40 kg ha⁻¹, según la encuesta realizada por Álvaro y Lloveras (2003).

En los regadíos del valle medio del Ebro la producción de semilla tiene un interés secundario, siendo la producción de forraje la finalidad principal del cultivo. Los agricultores que destinan el cultivo para semilla, lo hacen el último año de la cosecha cuando estiman que la producción de forraje es escasa, como una fuente de ingresos adicional o porque valoran más la calidad de la semilla propia que la de otras procedencias. Sin embargo, podría aumentar el interés por la producción de semilla si se comprueba que pueden alcanzarse rendimientos que compensen la pérdida de dos cortes de forraje, que es lo que suele durar el proceso de formación de la semilla. Se hace necesario, por tanto, estudiar y mejorar el manejo del cultivo para semilla.

Tres de las técnicas culturales que inciden en la producción de semilla, de fácil aplicación por el agricultor del valle medio del Ebro, son el control del riego, la densidad de plantas y la elección del corte destinado a producir la semilla. Se ha obviado la práctica de la colocación de colmenas de abejas melíferas (*Apis mellifera*) para facilitar la polinización, debido a la imposibilidad en la práctica de que los agricultores dispongan de ellas a no ser que haya apicultores en sus proximidades, además de considerarse, por otra parte, su baja eficacia polinizadora en la alfalfa (Hidalgo, 1967; Rincker *et al.*, 1988).

El control del riego, mediante la reducción de las aportaciones de agua a partir del inicio de la floración para incrementar la producción de semilla, ha sido estudiado reiteradamente en la bibliografía (Rincker *et al.*, 1988; Iannucci *et al.*, 2002; Shock *et al.*, 2007). Rincker *et al.* (1988), en su revisión bibliográfica, consideran que el volumen de agua de riego y su reparto es un factor variable en función de la textura y profundidad del suelo, de la lluvia y de la evapotranspiración existente durante el periodo destinado a la producción de semilla, por lo que se requiere evaluarlo en cada zona. En lo que respecta al valle medio del Ebro, diversos experimentos han mostrado que una reducción del agua aplicada a partir de la floración no mejora significativamente la producción de semilla y reduce la de forraje (Hidalgo, 1967; Martínez, 1993). Ello fue asimismo corroborado en un experimento previo al que nos ocupa, sobre un suelo franco-arcillo-limoso, apreciándose que la eliminación de algún turno de riego durante el proceso de formación de la semilla, incidía negativamente en el rendimiento (Delgado *et al.*, 2008).

La gestión de la densidad de siembra ha sido una de las técnicas culturales más utilizadas para incrementar la producción de semilla, sobre la base de que espacios amplios entre plantas incrementan la floración y facilitan el acceso de los insectos



© Ignacio Delgado

Establecimiento del ensayo comparativo de la distancia entre líneas para producción de semilla de alfalfa.

tos a la polinización. El clima, la disponibilidad de agua y la textura del suelo condicionan la distancia óptima entre líneas que puede variar entre 20 y 150 cm (Rincker *et al.*, 1988). En áreas destinadas a la producción de forraje, Askarian *et al.* (1995) lograron los mayores rendimientos de semilla con separaciones entre líneas de 30 a 45 cm; Chocarro *et al.* (2004) apreciaron diferencias significativas en producción de semilla entre 20 y 60 cm de distancia; Stanisavljevic *et al.* (2012) concluyeron que la relación óptima en el binomio forraje-semilla se alcanzó con distancias de 40 y 50 cm. En lo que respecta al valle medio del Ebro, Martínez (1993) no observó diferencias significativas en la producción de semilla entre 20 y 80 cm.

Otra técnica cultural importante, sobre todo en el valle medio del Ebro, es la elección del corte que se destina a la producción de semilla por su repercusión en la producción de forraje. En las condiciones particulares del valle del Ebro, donde se dispone de agua de riego durante todo el periodo productivo y la producción de semilla se intercala dentro de la campaña de producción de forraje, puede destinarse el segundo ciclo para producción de semilla o efectuar dos cortes para forraje antes de dejar el cultivo para semilla (Martínez, 1993). En la primera propuesta se busca destinar a semilla el periodo más favorable para la actividad de las abejas, pero dado que la mayor producción de forraje tiene lugar en los primeros ciclos (Delgado *et al.*, 2011), puede ser preferible la segunda opción.

Para dar continuidad a nuestras investigaciones sobre la producción de semilla en el valle medio del Ebro (Delgado y Muñoz, 2005 y Delgado *et al.*, 2008), se realizó un experimento con el objetivo de estudiar la producción de semilla en función de la distancia entre líneas y del corte destinado a esta finalidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en una parcela regada por inundación, en la finca experimental del Centro de Investigación y

Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) en Zaragoza, entre 2007 y 2011. Las temperaturas medias máxima y mínima (media anual de los cinco años) fueron 19,2 °C y 6,8 °C, respectivamente, y la precipitación 315,0 mm. La evolución de las temperaturas y de la lluvia durante el periodo estival, en el que tuvo lugar la producción de semilla, se presenta en la Figura 1. Las características edafológicas medias de la parcela en los primeros 30 cm del suelo correspondieron a una textura franco-arcillo-limosa, pH (agua 1:2,5) 8,09, salinidad (C.E. 1:5) 0,27 dS m⁻¹, contenido en materia orgánica (colorimetría) 2,47 %, fósforo (Olsen) 16,35 mg kg⁻¹ y potasio (Acetato amónico) 270,0 mg kg⁻¹.

Se compararon tres separaciones entre líneas, 20, 40 y 60 cm, y destinar a producción de semilla el segundo o el tercer corte. El cultivar utilizado fue "Aragón" y la dosis de siembra, 30, 15 y 10 kg ha⁻¹, correspondiendo a las separaciones entre líneas de 20, 40 y 60 cm, respectivamente.

La siembra se realizó el 3 de octubre de 2006. Como abonado de fondo se aportaron 400 kg ha⁻¹ del complejo 8-24-8. Los restantes años se aportó la misma cantidad del complejo en febrero. El riego se efectuó con una periodicidad mensual en primavera y otoño, y cada 12 días en el periodo estival hasta capacidad de campo.

La recolección para semilla se realizó en la segunda quincena de julio cuando se destinó el segundo corte para ello y en la segunda de agosto cuando lo fue el tercer corte. Se efectuaron además tres cortes al año para producción de forraje. Cuando se dejó el segundo para semilla, los cortes se efectuaron a primeros de mayo, finales de agosto y mediados de octubre. Cuando se dejó el tercero para semilla, el primero y segundo cortes para forraje se realizaron a finales de abril y primeros de junio, y el último a mediados de octubre. En cada parcela elemental se contabilizaron, sobre 50 cm de una línea central tomada al azar, el número de tallos totales y de tallos con infrutescencias en 2007, y de tallos floridos, en los restantes años. Sobre 10 inflorescencias de cada muestra se contabilizó el número de flores y, sobre 30 vainas al azar, el número de semillas por vaina en los tres primeros años. Cuando dos tercios de las infrutescencias presentaban color marrón, se recolectó al azar un metro cuadrado de cada parcela elemental para estimar la producción de semilla. La muestra se secó en almacén y se trilló posteriormente en laboratorio.

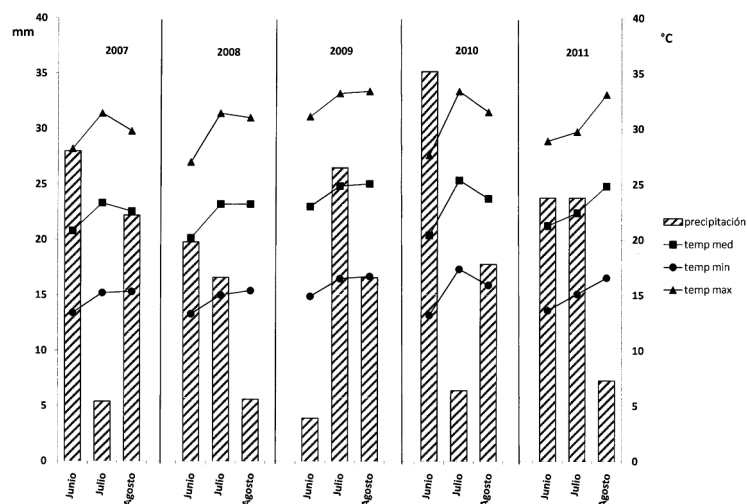


FIGURA 1. Datos climatológicos durante la formación de la semilla en el CITA, en Zaragoza (2007-2011).

FIGURE 1. Climatological data during seed formation in the CITA, Zaragoza, 2007-2011.

La evaluación de la producción de forraje se efectuó mediante la siega de un metro cuadrado por parcela elemental que se secó en estufa ventilada a 60 °C hasta peso constante. En el primer corte de 2007 se evaluó, asimismo, la biomasa de malas hierbas en función del distanciamiento entre líneas, mediante la separación y secado de las mismas en laboratorio.

El diseño experimental fue en parcelas divididas: dos fechas de recolección para semilla x tres distancias entre líneas x cuatro repeticiones, siendo la parcela principal, la fecha de recolección, y la subparcela, la distancia entre líneas. La parcela elemental fue de 10 m² (2 m x 5 m). El efecto año y sus interacciones se consideraron como aleatorios. El análisis estadístico se efectuó utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2003). La separación de medias se realizó de acuerdo con la opción LSMEANS/PDIFF del citado paquete estadístico.

RESULTADOS

Las producciones de semilla y forraje, en función de la distancia entre líneas y del corte destinado a semilla, se presentan en la Tabla 1.

	Corte para semilla			Distancia entre líneas			Ee 2	Significación		
	2º	3º	Ee 1	20 cm	40 cm	60 cm		Corte	Distancia	Corte x distancia
Semilla	443	415	24	418	418	451	24	ns	ns	ns
Forraje	6597b	7627a	79	7486a	7189b	6661c	101	**	*	ns

Ee = Error estándar; ns = P > 0,05; * = P < 0,05; ** = P < 0,01. Las cifras con distinta letra dentro de cada tratamiento son significativamente distintas (P < 0,05).

TABLA 1. Producción anual de semilla (kg ha⁻¹) y forraje (kg de materia seca ha⁻¹) de alfalfa, según el corte destinado para semilla y la distancia entre líneas, en Zaragoza (datos medios de 5 años y 4 repeticiones).

TABLE 1. Seed yield (kg ha⁻¹) and forage (dry matter yield kg ha⁻¹) of an alfalfa crop in Zaragoza according to the harvest period used for seed production and the distance between rows (average values of 5 years and 4 replications).

	Corte para semilla			Distancia entre líneas				Significación		
	2º	3º	Ee 1	20 cm	40 cm	60 cm	Ee 2	Corte	Distancia	Corte x distancia
T	369,5b	438,1a	6	515,5a	371,2b	324,7c	10	**	*	ns
T fl	145,2b	198,8a	6,3	212,4a	167,7b	135,8c	7,1	**	*	ns
Fl/inflor	22,4a	21,0b	0,1	20,9	22,3	22	0,3	***	ns	ns
s/v	4,01	3,81	0,1	3,74	4,06	3,93	0,1	ns	t	ns

Ee = Error estándar; t = $P < 0,1$; ns = $P > 0,05$; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$. Las cifras con distinta letra dentro de cada tratamiento son significativamente distintas ($P < 0,05$).

TABLA 2. Número total de tallos (T) y tallos floridos (T fl) por m², flores por inflorescencia (Fl/infl) y semillas por vaina (s/v), según el corte destinado para semilla y la distancia entre líneas en un alfalar, en Zaragoza (datos medios de 5 años y 4 repeticiones para T y T fl y datos medios de 3 años y 4 repeticiones para Fl/inflor y s/v).

No se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en lo que respecta a la distancia entre líneas, obteniéndose 418, 418 y 451 kg ha⁻¹ para distancias entre líneas de 20, 40 y 60 cm respectivamente. En cuanto a la cantidad de semilla obtenida en función de la elección del corte destinado a este fin, tampoco hubo diferencias significativas ($P > 0,05$), siendo la producción de semilla de 443 y 415 kg ha⁻¹ con el segundo y tercer corte, respectivamente. La variabilidad de la producción de semilla según el año fue elevada, siendo la mínima y máxima producciones anuales de 29 kg y 914 kg ha⁻¹ respectivamente.



© Ignacio Delgado

Producción de semilla de alfalfa en líneas.

Se dieron tres cortes para forraje por año. La producción de materia seca (MS) fue más elevada ($P < 0,01$) cuando se dejó el tercer corte para semilla, 7627 vs 6597 kg de MS ha⁻¹ y cuando fue menor la distancia entre líneas ($P < 0,05$), 20 cm respecto de 40 cm y 40 cm respecto de 60 cm, obteniéndose con estas separaciones una producción media de 7486, 7189 y 6661 kg de MS ha⁻¹ respectivamente.

La interacción corte x distancia, tanto en la producción de semilla como de forraje no fue significativa.

El establecimiento de malas hierbas en función de la distancia entre líneas, estimado en el primer corte del primer año, fue significativamente superior ($P < 0,001$) cuando se incrementó la separación entre las líneas, estimándose su biomasa en el 1,3 %, 13,9 % y 37,2 % de la producción total de MS, para los distanciamientos de 20, 40 y 60 cm, respectivamente.

TABLA 2. Total number of stems (T) and flowering stems (T fl) per m², number of flowers per inflorescence (Fl/infl) and seeds per pod (s/v) according to the harvest period used for seed production and the distance between rows in an alfalfa crop in Zaragoza (average values of 5 years and 4 replications for T and T fl and average value of 3 years and 4 replications for Fl/inflor and s/v).

Estas cantidades se retiraron y no se contabilizaron en la producción de forraje.

Los resultados de los componentes de la producción de semilla estudiados: número de tallos totales y floridos, flores por inflorescencia y semillas por vaina, se presentan en la Tabla 2.

El número de tallos totales y floridos fue significativamente superior ($P < 0,01$) cuando se destinó el tercer corte para semilla, 438 y 199 tallos m⁻², que cuando se destinó el segundo corte, 370 y 145 tallos m⁻². En lo que respecta a la distancia entre líneas, el número de tallos totales y floridos mostraron, asimismo, diferencias significativas ($P < 0,05$), con valores mayores en la distancia de 20 cm, reduciéndose a medida que aumentaba dicha distancia. Las cifras oscilaron entre 516 y 325 tallos totales m⁻², y 212 y 136 tallos floridos m⁻², entre las distancias de 20 y 60 cm respectivamente.

El número de flores por inflorescencia varió significativamente ($P < 0,001$) y a la inversa que la densidad de tallos floridos, con valores mayores en el segundo corte (22,4) que en el tercero (21,0). En lo que respecta a la distancia entre líneas, el número de flores por inflorescencia no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$).

El número de semillas por vaina no fue significativo ($P > 0,05$) en función de la fecha de recolección o de la distancia entre líneas, siendo de media 3,9 semillas por vaina, aunque cuando la distancia entre líneas fue de 20 cm, el número de semillas por vaina mostró una tendencia ($P < 0,1$) a ser inferior (3,7), con respecto a las distancias entre líneas de 40 o 60 cm (4,1 y 3,9 respectivamente).

La interacción fecha de recolección x distancia entre líneas en los componentes de la producción de semilla no fue significativa ($P > 0,05$).

DISCUSIÓN

La distancia entre líneas no afectó a la producción de semilla. Los resultados obtenidos fueron similares a los observados en anteriores experimentos llevados a cabo en las condiciones

de regadío de la cuenca media del Ebro (Chocarro *et al.*, 2004; Delgado y Muñoz, 2005). Autores de otras localizaciones (Askarian *et al.*, 1995; Stanisavljevic *et al.*, 2012) obtuvieron las mejores producciones de semilla con separaciones entre líneas entre 30 y 50 cm.

La elección del corte para semilla tampoco afectó a la producción de la misma. No obstante, cuando se desciende al análisis de los componentes de la producción de semilla, se observa que el número de tallos floridos fue superior en el tercer corte y con la separación de 20 cm entre líneas. Contrariamente, el número de flores por inflorescencia fue superior en el segundo corte mientras que en el número de semillas por vaina, se apreció una tendencia a ser superior en las distancias entre líneas de 40 y 60 cm, con respecto a la de 20 cm. Así, los valores de unos componentes pudieron contrarrestar los de otros, resultando en la ausencia de efecto de los tratamientos en la producción total de semilla.

En lo que respecta a la alta variabilidad interanual que presenta la producción de semilla, ello ha sido puesto de manifiesto en la bibliografía por Rincker *et al.* (1988), Simon (1997), Martiniello (1998) y Iannucci *et al.* (2002). Estos autores indican la necesidad de conjugar tres factores para lograr una buena producción de semilla: un medio ambiente adecuado para la polinización y cuajado del fruto que comprenda temperaturas cálidas, luminosidad y escasez de lluvias, una fauna polinizadora abundante y prácticas de manejo del cultivo ajustadas a la producción de semilla. En nuestro experimento, de los tres factores enumerados, el primero y el tercero se estima que fueron adecuados: las temperaturas estivales que se muestran en la Figura 1 aparentemente fueron apropiadas para lograr un buen cuajado del fruto y las prácticas culturales utilizadas fueron adoptadas de acuerdo con los resultados de anteriores experimentos (Hidalgo, 1967; Martínez, 1993; Chocarro *et al.*, 2004; Delgado y Muñoz, 2005; Delgado *et al.*, 2008). En lo relativo al segundo factor, la presencia de fauna polinizadora pudo ser escasa, como consecuencia del incremento en el uso de tratamientos fitosanitarios en la zona y cuya cuantificación queda pendiente para otro estudio.

No obstante, la variabilidad mostrada en la producción anual de semilla indica que hay factores no controlados que han podido influir de forma importante en aquella. Por ejemplo, hay factores fisiológicos que provocan abortos y caída de flores y frutos, los cuales están insuficientemente descritos en la bibliografía, y deberían ser estudiados. Así, Viands *et al.* (1988) sugieren que la fertilidad aumenta con temperaturas comprendidas entre 21 y 27 °C, pero decrece a los 32 °C, lo que suele tener lugar en los meses de julio y agosto en nuestras condiciones (Figura 1). Pasumarty *et al.* (1993) atribuyen la baja fertilización en trébol blanco a la competencia por los nutrientes, lo que también podría ser válido para un alfalfar de regadío con alto crecimiento vegetativo en el periodo de primavera-verano, que puede desequilibrar la

balanza en perjuicio de la producción de semilla. Ello justificaría que los agricultores del valle del Ebro sean reacios a producir semilla en regadío, por la aleatoriedad de las cosechas.

La distancia entre líneas no afectó a la producción de semilla pero sí a la producción anual de forraje. Los resultados obtenidos muestran que las mayores producciones de forraje se obtuvieron cuando se destinó a semilla el tercer ciclo productivo y se redujo la distancia entre líneas. Martínez (1993) justificaba el destino del tercer ciclo a la producción de semilla, debido a que la finalidad del cultivo en el valle del Ebro es la producción de forraje. Teniendo en cuenta que la distancia entre líneas no afecta a la producción de semilla y que la mayor proximidad entre las mismas aumenta el rendimiento en forraje y contribuye a reducir la presencia de malas hierbas y el coste de su eliminación, parece adecuada la elección del tercer ciclo para semilla.

Por todo ello, nos parecen muy acertadas las recomendaciones de Marble (1997), el cual aconseja que previamente a la elección del destino del cultivo, forraje o semilla, se tengan en cuenta las condiciones medioambientales del lugar, y luego se apliquen al cultivo las prácticas culturales más acordes con dicha elección.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran la existencia de una gran variabilidad interanual en la producción de semilla en las condiciones de cultivo del valle medio del Ebro. El tercer corte anual del cultivo es más adecuado para producir semilla que el segundo corte, ya que la producción anual de forraje se ve menos afectada. La escasa influencia detectada de la distancia entre líneas sobre la producción de semilla, pero su fuerte repercusión sobre la producción de forraje, hacen recomendable la utilización de una distancia entre líneas de 20 cm. Es necesario realizar estudios complementarios que permitan determinar qué factores ambientales afectan a formación de semilla y sobre qué componentes actúan.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a J.A. Tanco Salaverri su colaboración técnica. Este trabajo se ha realizado dentro de los proyectos RTA-05-00105-C02-01 y RTA2009-00063-C02-01.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARO J. Y LLOVERAS J. (2003) *Estudio sobre la metodología de la producción de alfalfa en España. Informe final*. Lleida, España: Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles (AIFE).

- ASKARIAN M., HAMPTON J.G. Y HILL M.J. (1995) Effect of row spacing and sowing rate on seed production of lucerne (*Medicago sativa* L. cv Grasslands-Oranga). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 38 (3), 289-295.
- CHOCARRO C., LLOBET J., FANLO R. Y LLOVERAS J. (2004) Efecto de la distancia entre líneas sobre la producción de semillas de alfalfa. En: García-Criado B. et al. (Eds) *Pastos y ganadería extensiva*, pp. 433-437. Salamanca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- DELGADO I. Y MUÑOZ F. (2005) Efecto de la distancia entre líneas, del cultivar y de la localización, sobre la producción de semilla de alfalfa. En: Osoro K. et al. (Eds) *Producciones agroganaderas. Gestión eficiente y conservación del medio natural*, Vol. II, pp. 527-534. Villaviciosa, España: SERIDA.
- DELGADO I., DIAZ J. Y MUÑOZ F. (2008) Estudio de factores agronómicos y de manejo que inciden en la producción de semilla de alfalfa. En: Fernández P. et al. (Eds) *Pastos, clave en la gestión de los territorios: integrando disciplinas*, pp. 215-223. Córdoba, España: Junta de Andalucía.
- DELGADO I., MUÑOZ F., JOY M. Y ANDUEZA D. (2011) Evolución anual de la producción de forraje y del contenido en proteína bruta de un cultivo de alfalfa cv Aragón. En: López-Carrasco C. et al. (Eds) *Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI*, pp. 281-286. Toledo, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- HIDALGO F. (1967) *El cultivo de la alfalfa. Factores técnicos y económicos*. 1^{as} jornadas nacionales sobre la alfalfa. Zaragoza, España: Asociación para la Investigación y Mejora de la Alfalfa.
- IANNUCCI A., DI FONZO N. Y MARTINIELLO P. (2002) Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed yield and quality under different forage management systems and irrigation treatments in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 78 (1), 65-74.
- MARBLE V.L. (1997) Lucerne seed production and research in the United States of America. En: Chloupek O. et al. (Eds) *Seed production of lucerne. Proceedings of the XIIth Eucarpia Meeting of Group the Medicago*, pp. 154-184. Praga, Republica Checa: Academia.
- MARTINEZ A. (1993) *Informe de los trabajos desarrollados por la Asociación para la Investigación y Mejora de la Alfalfa (AIMA) en 1992, en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico*. Zaragoza, España (no publicado).
- MARTINIELLO P. (1998) Influence of agronomic factors on the relationship between forage production and seed yield in perennial forage grasses and legumes in a Mediterranean environment. *Agronomie*, 18, 591-601.
- MAGRAMA (2013) *Anuario de Estadística Agroalimentaria 2009-2010*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- PASUMARTY S.V., MATSUMURA T., HIGUCHI S. Y YAMADA T. (1993) Causes of low seed set in White clover (*Trifolium repens* L.). *Grass and Forage Science*, 48 (1), 79-83
- RINCKER C., MARBLE V.L., BROWN D.E. Y JOHANSEN C. (1988) Seed production practices. En: Hanson A. et al. (Eds) *Alfalfa and alfalfa improvement*, pp. 985-1021. Madison, EEUU: American Society of Agronomy.
- SAS (2003) *SAS user's guide: Statistics version 9.1*. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- SHOCK C.C., FEIBERT E.B.G., SAUNDERS L.D. Y KLUAZER J. (2007) Deficit irrigation for optimum alfalfa seed yield and quality. *Agronomy Journal*, 99, 992-998.
- SIMON U. (1997) Environmental effects on seed production in Lucerne. En: Chloupek O. et al. (Eds) *Seed production of lucerne. Proceedings of the XIIth Eucarpia Meeting of Group the Medicago*, pp. 123-134. Praga, Republica Checa: Academia.
- STANISAVLJEVIC R, BEKOVIC D., DJUKIC D., STEVOVIC V., TERZIC D., MILENKOVIC J. Y DJOKIC D. (2012) Influence of plant density on yield components, yield and quality of seed and forage yields of alfalfa varieties. *Romanian Agricultural Research*, 29, 245-254.
- VIANDS D.R., SUN P.Y BARNES D.K. (1988) Pollination control: mechanical and sterility. En: Hanson A. et al. (Eds) *Alfalfa and alfalfa improvement*, pp. 931-960. Madison, EEUU: American Society of Agronomy.



EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE RAIGRÁS ITALIANO E HÍBRIDO COMO CULTIVO DE INVIERNO PARA ENSILAR EN PRIMAVERA

G. FLORES¹, N. DÍAZ¹, D. DÍAZ¹, J. VALLADARES¹, S. PEREIRA-CRESPO¹, B. FERNÁNDEZ-LORENZO¹, C. RESCH¹, X. RODRIGUEZ-DIZ² Y J. PIÑEIRO¹

¹ Instituto Galego da Calidade Agroalimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Carretera de Betanzos a Mesón do Vento, km 7. 15318 Abegondo. A Coruña (España). gonzalo.flores.calvete@xunta.es

² Leyma Central Lechera S. A. Polígono de Sabón, parcela nº 136. E-15142 Arteixo. A Coruña (España)

Historial del artículo:

Recibido: 15/06/2013

Revisado: 22/07/2013

Aceptado: 10/12/2013

Disponible online: 14/04/2014

Autor para correspondencia:

gonzalo.flores.calvete@xunta.es

ISSN: 2340-1672

Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos>

Palabras clave:

gramíneas anuales, cultivo monofito, producción, valor nutritivo, corte para ensilar

Keywords:

annual grasses, monoculture, yield, nutritive value, silage cuts

RESUMEN

En un experimento realizado en el CIAM (zona costera de Galicia), en otoño de 2011, se sembraron como monocultivo cuatro cultivares de raigrás italiano (*Lolium multiflorum*), dos alternativos ("Promenade" y "Major") y dos no alternativos ("Sultán" y "Danergo"), y dos de raigrás híbrido (*Lolium boucheanum*: "Barladin" y "Barsilo"), siguiendo un diseño de parcelas divididas con el cultivar como parcela principal y la fecha de corte (seis cortes desde el 6 de marzo al 17 de mayo, seguidos por un segundo aprovechamiento a las seis semanas) como subparcela, con 10 repeticiones. No se detectó efecto del cultivar sobre el rendimiento de materia seca (MS) o de materia orgánica digestible (MOD), mostrando todas las variedades una alta productividad: 7,4 y 5,4 t MS ha⁻¹ y 5,2 y 3,5 t MOD ha⁻¹, en el primer y segundo corte, respectivamente. Los valores medios de proteína bruta (PB) fueron bajos e, inversamente, los de carbohidratos solubles (CSA) fueron altos para todas las especies: 9,1 y 8,9 % PB y 28,0 y 22,6 % CSA para el primer y segundo corte respectivamente, mostrando sólo diferencias menores entre cultivares dentro de cada corte. En el primer ciclo de crecimiento la producción aumentó desde 3,2 t MS ha⁻¹ y 2,3 t MOD ha⁻¹ a comienzos de marzo hasta 9,9 t MS ha⁻¹ y 6,7 t MOD ha⁻¹ en la primera semana de mayo, momento en que espigaron todas las variedades. La concentración media de PB fue del 14,7 % en la primera fecha, descendiendo hasta el 6,5 % en la primera semana de mayo. Se concluye que el cultivo invernal de los raigrases italiano e híbrido es altamente productivo y con elevado valor energético, pero la PB puede ser muy baja en cortes tardíos. Las variedades alternativas son preferibles para aprovechamientos precoces en primavera, mientras que las no alternativas e híbridos son mejor opción para los cortes realizados al inicio de espigado.

ABSTRACT

Four italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) cultivars, two alternative ("Promenade" and "Major") and two non-alternative ("Sultán" and "Danergo"), and two hybrid ryegrass (*Lolium boucheanum*) cultivars ("Barladin" and "Barsilo") were sown as monocultures in the autumn of 2011 at the CIAM (coastal zone of Galicia, NW of Spain) in an experiment following a split-plot design with cultivar as the main-plot, cutting date (six first-cut dates from 6 March to 17 May, followed by a second cut of regrowths at six weeks of age) as the sub-plot and ten replicates. No significant effect of cultivar in terms of dry matter (DM) and digestible organic matter (DOM) yields was detected in any of the two cuts, showing all the cultivars high herbage yields (7.4 and 5.4 t DM ha⁻¹ and 5.2 and 3.5 t DOM ha⁻¹, first and second cut, respectively). Average values of crude protein (CP) content were low and, inversely, water soluble carbohydrates (WSC) content was high in all cultivars (CP: 9.1 and 8.9 %; WSC: 28.0 and 22.6 %, first and second cut, respectively), showing only minor differences amongst cultivars within each cut. In the first cycle herbage yield increased from 3.2 t DM ha⁻¹ and 2.3 t DOM ha⁻¹ in early March to a maximum of 9.9 t DM ha⁻¹ and 6.7 t DOM ha⁻¹ in the first week of May when all ryegrass species headed. Average CP content was 14.7 % in the first cutting date, dropping to 6.5 % at the beginning of the heading stage. It is concluded that winter ryegrass is a high-yielding, energy-rich crop for silage, although protein content can be very low in late cuts. Alternative cultivars are preferable for early harvests in spring, whilst non-alternative and hybrid ryegrasses are the best option for cuts around the heading stage.

INTRODUCCIÓN

Según el Anuario de estadística del MARM (2010), en Galicia se produce aproximadamente el 40 % de la leche de vacuno y concentra más de la mitad de las explotaciones lecheras de España. Fernández-Lorenzo *et al.* (2009), en un trabajo acerca de la estructura productiva de las explotaciones lecheras gallegas en el decenio 1996-2006, señalan que en dicho período desaparecieron el 65 % de las explotaciones, la producción aumentó hasta los 2,2 millones de toneladas y la superficie forrajera destinada a producir leche en Galicia se contrajo de 388 000 ha en el año 1996 a 232 000 ha en 2006. En paralelo se produjo una mayor intensificación forrajera de la SAU disponible, sobre todo en las explotaciones de mayor dimensión, que se centró en un notable incremento del cultivo del maíz forrajero, el predominio de los ensilados sobre el consumo de forrajes frescos y un menor uso de la hierba de pradera en la alimentación de las vacas lecheras. Según los datos de estos autores, en el año 2006 se cultivaban en las explotaciones lecheras gallegas unas 50 000 ha de maíz forrajero y 30 000 ha de raigrás italiano. Algo más de un tercio de los ganaderos declaraban que durante el invierno, tras el cultivo del maíz, dejan habitualmente o en ocasiones la tierra sin cultivar y los dos tercios restantes practican una rotación de dos cultivos por año, donde el cultivo de invierno más común es el raigrás italiano de tipo alternativo, que es utilizado por casi el 70 % de las explotaciones de mayor dimensión y que es aprovechado fundamentalmente para ensilar, en un sistema de uno o dos cortes, en función de las circunstancias. En ocasiones, la climatología adversa a comienzos de primavera complica la obtención de cortes precoces, lo que obliga a un manejo en un sólo corte, avalado también por razones económicas.

El raigrás italiano es la gramínea pratense más sembrada en España, tanto en cultivo monofito como en mezclas con otras especies. Hace algo más de una década Piñeiro *et al.* (2001) estimaban que más del 90 % de la semilla de especies pratenses vendida por casas comerciales en Galicia correspondía a alguno de los tres tipos de raigrases (italiano, inglés e híbrido), predominando el raigrás italiano, que representaría más de la mitad de las ventas de semillas. Sin embargo, los ganaderos aducen que el raigrás italiano alternativo, manejado en un único corte para ensilar, con frecuencia presenta contenidos en proteína muy bajos (Flores *et al.*, 2002; Flores *et al.*, 2011) y no es infrecuente el encamado (Piñeiro, 2001). Por ello se demanda información acerca del comportamiento agronómico y nutricional de las

diferentes variedades existentes en el mercado para ayudar a definir con mayor precisión las estrategias de manejo de este cultivo.

El objetivo del presente trabajo es evaluar y comparar la producción y el valor nutritivo de diferentes variedades de raigrás con diferentes características de ploidía y alternatidad, sembradas en otoño y sometidas a diferentes fechas de corte para ensilar en la primavera siguiente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El ensayo se realizó durante el período comprendido entre octubre de 2011 y junio de 2012, en la finca del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (A Coruña, 43° 15' N, 8° 18' W), situada en la zona costera de Galicia a 100 m de altitud, con terrenos franco-limosos de profundidad media, moderadamente ácidos y ricos en fósforo y potasio. Los valores de pH (en agua) del suelo oscilaron entre 5,81 y 5,96, el porcentaje de saturación de Aluminio entre 6,5 y 13,2 %, el contenido en P (Olsen, extraído en NaHCO₃) entre 29,2 y 57,7 mg kg⁻¹ y el de K (extraído en NH₄ NO₃) entre 300 y 372 mg kg⁻¹.

Tratamientos

Las variedades evaluadas fueron: dos variedades tetraploides de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) tipo alternativo (cv Promenade y cv Major), dos de raigrás italiano tetraploide de tipo no alternativo (cv Sultán y cv Danergo) y dos variedades de raigrás híbrido (*Lolium boucheanum* K.), una de las cuales era tetraploide, de tipo intermedio (cv Barladin) y otra variedad era diploide, de tipo italiano (cv Barsilo). Como se indica en la Tabla 1 la cosecha se realizó en seis fechas en el primer ciclo de crecimiento, desde el 6 de marzo hasta el 17 de mayo, cada dos semanas, seguidas por el corte de los rebrotes a las seis semanas de edad, a partir del 17 de abril hasta el 26 de junio. Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas (split plot) con 10 repeticiones, con la variedad (sembrada en monocultivo) como parcela principal y la fecha de corte como subparcela. Fueron elegidos al azar cuatro repeticiones en las que se realizó un aprovechamiento previo del forraje a mediados de enero (corte invernal), mientras que en las restantes repeticiones la hierba creció ininterrumpidamente hasta el primer corte de comienzos de marzo.

Corte de limpieza	Fechas de corte					
	El 18 de enero (en cuatro de las 10 repeticiones)					
Cortes para ensilar	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6
Primer Ciclo	6 marzo	20 marzo	3 abril	17 abril	2 mayo	17 mayo
Rebrote a las 6 semanas	17 abril	2 mayo	17 mayo	29 mayo	12 junio	26 junio

FC: fecha de corte.

TABLA 1. Fechas de cosecha del ensayo.

TABLE 1. Harvest dates of the experiment.

Siembra y fertilización del cultivo

El terreno se preparó con dos pases de grada de discos ligera, entre los cuáles se aplicó la fertilización mineral de fondo, con 40 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 75 kg ha⁻¹ de K₂O. La siembra se realizó el 30 de septiembre de 2011 en un total de 360 parcelas elementales (6 variedades x 6 fechas de corte x 10 repeticiones) de 6,5 m² (5,0 m x 1,3 m), con dosis de semilla de 40 kg ha⁻¹ para las variedades tetraploides y de 30 kg ha⁻¹ para la variedad diploide. Como fertilización de cobertura se aplicaron 50 kg ha⁻¹ de N en todos los tratamientos y otros 50 kg ha⁻¹ de N tras el primer corte de cada variedad.

Muestreo de las parcelas

En las fechas previstas para cada corte se tomó una muestra de 4,5 m x 0,80 m en las correspondientes subparcelas mediante una segadora de barra oscilante de 0,80 m de anchura de corte, a una altura aproximada de 10 cm del suelo. La muestra fue pesada en el campo y, por cuarteos sucesivos, se tomó una alícuota de aproximadamente 2 kg, que se envió al laboratorio para las determinaciones de composición botánica y de materia seca (MS). El análisis florístico se realizó sobre una alícuota de muestra fresca de 300-400 g, separando manualmente las fracciones correspondientes a la especie sembrada y las otras especies. La materia seca de la biomasa total del cultivo y la de las fracciones se determinó en estufa de aire forzado Unitherm, a 80 °C durante 16 h (Castro, 1996) y, posteriormente, se molió a 1 mm en molino de martillos Christy and Norris.

Análisis de la composición química de las muestras mediante NIRS

La composición química y valor nutritivo de las muestras fue estimado mediante la técnica de espectroscopía de reflectancia en la región del infrarrojo cercano (NIRS). Los espectros de las muestras secas y molidas fueron registrados en un espectrofotómetro monocromador Foss NIRSystem 6500 y su contenido en las fracciones materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), carbohidratos solubles en agua (CSA), carbohidratos no estructurales totales (CNET) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMOIV) fueron estimadas aplicando una ecuación de calibración para forrajes existente en el CIAM. Las muestras detectadas como atípicas (no representadas en la ecuación de calibración) fueron analizadas por vía húmeda mediante métodos de referencia y por duplicado. Se determinó el contenido en MO por ignición en mufla a 550 °C; el de PB, expresada como nitrógeno (N) total x 6,25, mediante digestión micro Kjeldahl seguida de la determinación colorimétrica del ión amonio, según el método descrito por Castro *et al.* (1990) adaptado al autoanalizador de flujo continuo AAIII



© B. Fernández-Lorenzo

Raigrás italiano alternativo Promenade en la primera fecha de corte (6 marzo). Producción 5.0 t MS/ha; PB 13.6 % MS.

(Bran-Luebbe, Inc., Technicon Industrial Systems Corp., Tarrytown, NY, EEUU), el de de FND, según Goering y Van Soest (1970), determinado en un digestor Fibertec (Foss Tecator AB, Suecia) y el de CSA, según Castro (2000). La determinación de la DMOIV se realizó mediante el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963), modificado por Alexander y McGowan (1966). Todos los parámetros se refirieron a materia seca.

Análisis estadístico

Para la evaluación del efecto de la variedad en el corte de limpieza se utilizó un modelo completamente aleatorizado con cuatro repeticiones $Y = \mu + \alpha_i V + \beta_j R + \varepsilon_{ij}$ donde V es la variedad de raigrás y R la repetición. Para la evaluación del efecto de los tratamientos en el primer y segundo ciclo se utilizó el modelo $Y = \mu + \alpha_i V + \beta_j FC + \gamma_k CL + \delta_l R + (\alpha\beta)_{ij} VxFC + (\alpha\beta)_{jk} VxCL + (\alpha\delta)_{il} VxR + (\beta\gamma)_{jk} FCxCL + (\beta\delta)_{jl} FCxR + (\gamma\delta)_{kl} CLxR + \varepsilon_{ijkl}$ donde V es la variedad de raigrás, FC es la fecha de corte, CL es la realización o no del corte de limpieza y R la repetición o bloque. En este análisis, los tratamientos V, FC y CL se consideraron factores fijos, utilizándose las interacciones VxR, FCxR y CLxR en la construcción de los correspondientes test F que midieron su significación. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y las comparaciones de medias se obtuvieron mediante la diferencia mínima significativa protegida de Fisher, utilizando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS v.8a (SAS Institute, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo se llevó a cabo en unas condiciones climatológicas que pueden considerarse normales para el otoño, seguido por un invierno poco lluvioso y un comienzo de primavera atípico, registrándose precipitaciones más elevadas y temperaturas más bajas de lo habitual en el mes de abril, mientras que el

resto de la primavera se ajustó al patrón termopluviométrico considerado como normal para la zona de ensayo en esta época (Figura 1). El establecimiento de los raigrases fue satisfactorio y en el posterior desarrollo del ciclo del cultivo no se apreciaron problemas de plagas o enfermedades. La incidencia del encamado del forraje fue baja para todas las variedades, incluso en los cortes más tardíos del primer ciclo, no afectando a la normal cosecha de la hierba. En cuanto a las fechas de espigado, todas las variedades espigaron en un intervalo de siete días, entre los días 2 y 8 de mayo.

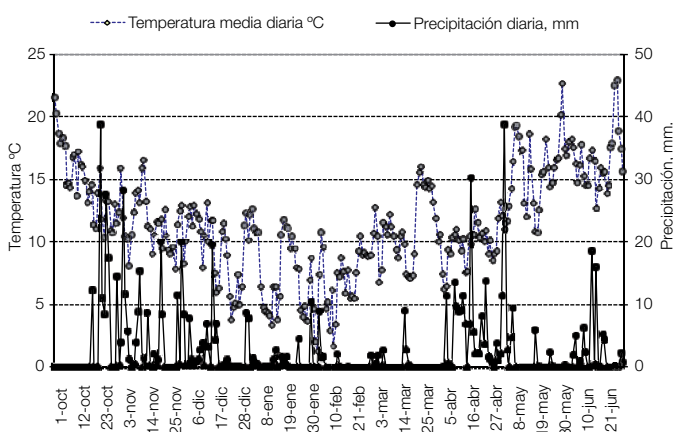


FIGURA 1. Temperatura y precipitación durante el período de ensayo.

FIGURE 1. Temperature and rainfall over the experiment period.

Efectos principales: Variedad

a) Corte de limpieza en invierno

En la Tabla 2 se muestran las producciones de materia seca (kg MS ha⁻¹), materia orgánica digestible (kg MOD ha⁻¹) y PB (kg ha⁻¹), el porcentaje de especies sembradas sobre la producción de materia seca total, el contenido en MS y el valor nutritivo del forraje para las diferentes variedades en el corte de limpieza efectuado a mediados de enero. La producción me-

dia fue de 992 kg MS ha⁻¹ y la producción de la variedad alternativa “Promenade” superó significativamente ($p < 0,05$) a la de las variedades híbridas. Las producciones de las variedades de raigrás alternativo fueron las más elevadas, mostrando su mayor capacidad de crecimiento invernal, seguidas de las variedades de raigrás no alternativo y por último de los híbridos. La implantación del cultivo fue buena o muy buena en todos los casos, no existiendo diferencias significativas entre variedades en cuanto a la presencia de especies espontáneas. El estado fisiológico poco avanzado en que se encontraban todas las variedades, se corresponde con bajos valores medios de MS (14,1 %) y de fibra (FAD 16,4 %; FND 37,0 %), siendo elevado tanto el contenido en PB (17,3 %) como el valor de digestibilidad de la materia orgánica (DMOIV 81,7 %) y el contenido en azúcares (CSA 23,3 %).

b) Aprovechamientos en el primer ciclo en primavera y rebrotes

Cuando se promedian los resultados obtenidos para cada variedad en las diferentes fechas de corte del primer ciclo y de los rebrotes a las seis semanas de crecimiento (Tabla 3), puede observarse que, con carácter general, no existen diferencias significativas en producción entre las diferentes variedades o las diferencias son cuantitativamente escasas. Así, en el primer corte, las producciones medias y el rango de variación entre variedades fueron de 7499 kg MS ha⁻¹ (rango 7075 a 8159), 5216 kg MOD ha⁻¹ (rango 4835 a 5408) y 605 kg PB ha⁻¹ (rango 581 a 647).

En el corte de los rebrotes, realizado a las seis semanas del primero, tampoco se detectaron diferencias significativas entre variedades en la producción de materia seca (5484 kg MS ha⁻¹, rango 5080 a 5892), materia orgánica digestible (3551 kg MOD ha⁻¹, rango 3263 a 3912) y de proteína (482 kg PB ha⁻¹, rango 444 a 526). En este segundo aprovechamiento, las variedades más productivas fueron las no alternativas, seguidas de los híbridos, evidenciando una capacidad de rebrote comparativamente superior de éstas respecto a las variedades

Variedad	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutricional							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
A1	1342	997	235	89,5	15,0	90,0	17,7	15,4	36,4	22,8	24,1	82,0
A2	1136	847	196	84,5	14,7	89,8	17,5	15,3	36,1	22,8	24,2	82,6
NA1	905	642	160	95,8	12,6	88,8	17,5	18,3	39,3	19,2	20,9	79,9
NA2	1083	795	173	93,0	14,1	89,4	16,5	17,3	37,6	22,3	23,8	82,0
H1	790	594	134	93,2	14,9	89,9	17,0	14,9	34,5	24,2	25,3	83,3
H2	699	501	126	90,5	13,4	89,4	17,8	17,1	37,9	19,9	21,5	80,2
Media	992	729	171	91,1	14,1	89,6	17,3	16,4	37,0	21,9	23,3	81,7
p	*	*	**	ns	**	ns	ns	***	**	ns	ns	*
d.m.s.	366	278	54	-	1,2	-	-	1,3	2,0	-	-	2,2

A1: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Promenade; A2: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Major; NA1: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Sultán; NA2: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Danergo; H1: Rg. híbrido tetraploide (tipo intermedio) cv Barladín; H2: Rg. híbrido diploide (tipo italiano) cv Barsilo.

MS: materia seca; MOD: materia orgánica digestible; % Sem: porcentaje de la especie sembrada (%MS); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales totales (%MS); DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%).

Nivel de significación: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$); ns (no significativo; $p > 0,05$).

d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna al nivel $p < 0,05$.

TABLA 2. Efecto de la variedad de raigrás sobre la producción y valor nutritivo del corte de invierno.

TABLE 2. Effect of ryegrass cultivar on herbage yield and nutritive value of the winter cutting.

Primer ciclo de crecimiento (medias de seis fechas de corte realizadas del 6 de marzo al 17 mayo, cada dos semanas)

Variedad	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
A1	8159	5499	647	98,8	18,3	92,1	8,8	27,9	50,1	26,1	26,3	73,8
A2	7666	5288	601	98,7	19,3	92,3	8,9	26,5	48,9	27,8	28,2	75,7
NA1	7554	5408	592	96,2	19,4	92,4	8,8	24,2	45,2	30,6	30,9	78,9
NA2	7319	5149	616	96,5	19,3	91,8	9,6	25,1	46,3	27,9	28,1	77,7
H1	7075	4835	595	95,0	18,4	91,5	9,7	26,1	47,5	26,2	26,3	76,3
H2	7221	5118	581	96,6	21,3	92,2	9,1	24,9	46,2	29,3	28,5	78,2
Media	7499	5216	605	96,9	19,3	92,1	9,1	25,8	47,4	28,0	28,1	76,8
<i>p</i>	ns	ns	ns	**	***	*	ns	***	***	*	**	***
<i>d.m.s.</i>	-	-	-	1,6	1,1	0,5	-	0,9	1,2	2,6	2,3	2,0

Rebote a las 6 semanas del primer aprovechamiento (medias de seis fechas de corte realizadas del 17 de abril al 26 de junio)

Variedad	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
A1	5393	3376	471	99,7	17,5	92,1	8,8	31,5	55,4	20,9	21,0	68,3
A2	5080	3263	444	99,7	17,4	92,6	8,7	30,1	54,0	22,8	23,1	70,2
NA1	5831	3912	465	99,5	18,5	92,4	8,1	28,8	51,5	26,0	26,2	73,0
NA2	5892	3779	526	99,0	16,9	91,6	9,0	30,3	53,4	21,9	22,1	70,5
H1	5190	3317	502	99,8	16,2	91,2	9,7	30,8	53,9	20,1	20,6	70,4
H2	5517	3662	486	99,0	18,5	92,0	9,0	28,9	51,7	23,6	24,2	72,4
Media	5484	3551	482	99,5	17,5	92,0	8,9	30,1	53,3	22,6	22,9	70,8
<i>p</i>	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	**	**	*	*	*
<i>d.m.s.</i>	-	-	-	-	1,5	0,6	-	1,1	1,2	3,0	2,6	2,4

A1: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Promenade; A2: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Major; NA1: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Sultán; NA2: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Danergo; H1: Rg. híbrido tetraploide (tipo intermedio) cv Barladín; H2: Rg. híbrido diploide (tipo italiano) cv Barsilo.

MS: materia seca; MOD: materia orgánica digestible; % Sem: porcentaje de especies sembradas (%MS); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales totales (%MS); DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%).

Nivel de significación: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$); ns (no significativo: $p > 0,05$).

d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna al nivel $p < 0,05$.

TABLA 3. Efecto de la variedad de raigrás sobre la producción y valor nutritivo de la hierba en el primer ciclo y en el rebrote a las seis semanas en primavera.

alternativas, que en todo caso no llega a ser significativa estadísticamente.

En cuanto al valor nutritivo medio de las distintas variedades en los aprovechamientos efectuados en el primer ciclo destacan, como caracteres comunes a las mismas, una elevada digestibilidad, un bajo contenido en proteína y un alto contenido en carbohidratos no estructurales, que en la práctica totalidad son azúcares. La alta concentración de azúcares en todas las variedades, observada incluso en el corte de limpieza efectuado en invierno, pone en evidencia su consideración como unas de las forrajeras que poseen mejor ensilabilidad (capacidad de fermentar correctamente en el silo), estando únicamente por detrás del maíz forrajero en este respecto (Demarquilly, 1986).

En el primer ciclo de crecimiento, el valor medio (y rango de variación) del contenido en MS fue 19,3 % (18,3 a 21,3 %), el de la DMOIV fue de 76,8 % (73,8 a 78,9 %) y para los restantes parámetros de composición química se obtuvieron los siguientes valores (expresados sobre MS): PB 9,1 % (8,8 a 9,7 %), FAD 25,8 % (24,2 a 27,9 %); FND 47,4 % (45,2 a 50,1 %) y CSA 28,1 % (26,1 a 30,9 %). Se observaron diferencias significativas entre variedades para algunos parámetros de calidad nutritiva, siendo las más relevantes la menor digestibilidad y superior contenido en fibra de las variedades alternativas (en

TABLE 3. Effect of ryegrass cultivar on herbage yield and nutritive value of herbage in the first cycle and the 6-weeks regrowth in spring.

particular la del cv Promenade) comparadas con el resto de las variedades. Por el contrario, no se observaron diferencias significativas entre variedades en cuanto al contenido en PB, mostrando así la homogeneidad en el comportamiento de las variedades evaluadas en cuanto a este parámetro. La variedad híbrida diploide "Barsilo" mostró un contenido significativamente superior de MS (2,36 unidades) comparada con las variedades tetraploides.

La calidad media de los rebrotes fue inferior a la obtenida en el primer ciclo, registrándose descensos medios de 6 unidades (ud) para la digestibilidad y 5 ud para el contenido en azúcares, mientras que la fibra incrementó en 4 o 5 ud para la FAD y FND, respectivamente y el contenido en PB disminuyó dos décimas (0,2 ud). Los valores medios (y rango de variación) de contenido en materia seca, digestibilidad y parámetros de composición química (expresados sobre MS), fueron: MS 17,5 % (16,2 a 18,5 %); DMOIV 70,8 % (68,3 a 73,0 %); PB 8,9 % (8,1 a 9,7 %); FAD 30,1 % (28,8 a 31,5 %); FND 53,3 % (51,5 a 55,4 %) y CSA 22,7 % (20,9 a 26,2 %). Se pone en evidencia que, a pesar de la pérdida de calidad respecto del primer ciclo, el valor medio de los rebrotes a las seis semanas sigue manteniendo un buen valor nutritivo, en lo que a la digestibilidad o valor energético se refiere, y un contenido de azúcares más que suficiente para obtener una buena calidad de fermentación en el silo. En cuanto a las diferencias

entre variedades, la característica más reseñable, tal como aconteció en el primer ciclo, fue la inferior digestibilidad y superior contenido en fibra de la variedad alternativa “Promenade”, en particular comparada con la variedad no alternativa “Sultán” y la variedad híbrida diploide “Barsilo”.

La producción media acumulada en primavera en el presente ensayo se elevó a 12 893 kg MS ha⁻¹ y osciló entre variedades en un estrecho rango, de 12 265 a 13 552 kg MS ha⁻¹. Estos valores son altos, en comparación con los encontrados normalmente en la bibliografía relativos al rendimiento de estas especies, si bien se observa una gran variabilidad en las producciones obtenidas en los diferentes ensayos revisados. Piñeiro y Pérez (1978), en un ensayo realizado en la finca del CIAM sita en Bos (Guisamo-A Coruña) indican que un cultivo de raigrás italiano sometido a un sistema de cuatro cortes con diferentes dosis de N tuvo un rendimiento anual de 9,5 a 12,0 t MS ha⁻¹ y de 10,6 a 15,0 t MS ha⁻¹ cuando el raigrás recibía 60 o 120 ud N ha⁻¹, concentrándose en los dos primeros cortes (mayo-junio) aproximadamente el 70 % de la producción total anual de MS. En situación de regadíos del Valle del Ebro (Delgado, 1979), se citan rendimientos anuales del orden de 15,8 a 21,5 t MS ha⁻¹, correspondiendo a los aprovechamientos efectuados en el período de crecimiento invierno-primavera entre el 54 y el 79 % de la producción total anual. Este mismo autor (Delgado, 2012), en situación de secanos de Aragón, cita producciones anuales que oscilaban entre 2,1 y 4,2 t MS ha⁻¹ obtenidas en ensayos realizados por diversos autores entre los años 1982 y 2000. En un estudio sobre productividad de diferentes rotaciones forrajeras en Galicia, Lloveras (1982) cita valores de producción de raigrás italiano (cv Tetrone) cosechado en primavera de entre 4,3 y 5,5 t MS ha⁻¹, para situaciones de zona interior de inviernos fríos (Pobra de Brollón, Lugo) y zona costera de inviernos templados (Mabegondo, A Coruña), mientras que en la síntesis de los datos de valor agronómico de pratenses de los años 1978 a 1999 realizada en el CIAM (Piñeiro y Pérez, 1999), se indican valores de rendimiento anual medio de 12,3 t MS ha⁻¹ para los raigrases italianos. En otro trabajo realizado durante cinco años en el interior de la provincia de Lugo, López-Cedrón *et al.* (2006) para un raigrás italiano (cv Promenade), en secano, fertilizado con 120-180 ud N ha⁻¹ y cosechado a finales de abril, obtienen rendimientos medios de 6,4 (rango 3,9 a 9,5) t MS ha⁻¹. Para una variedad de raigrás italiano no alternativo (cv Exalta) cultivada también en secano, fertilizada con 60 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ y cosechada en cuatro cortes a lo largo del año, los mismos autores refieren producciones medias anuales de 10,3 (rango 6,5 a 15,7) t MS ha⁻¹ y alertan de la posibilidad de agostamiento y muerte del raigrás no alternativo durante el verano debido a la sequía en las zonas más secas del interior de Galicia. En el mismo ensayo, en condiciones de regadío, la misma variedad de raigrás italiano, con una pauta de fertilización semejante y un sistema de cuatro o cinco cortes anuales, alcanzó un rendimiento medio anual de 16,4 (rango 12,0 a 20,4) t MS ha⁻¹. En un estudio de cuatro años de duración realizado en Irlanda del Norte, Dale *et al.* (2011) estudiaron el comportamiento de diferentes cultivos pratenses



© B. Fernández-Lorenzo

Vista parcial de los ensayos de evaluación de pratenses del CIAM.

sometidos a una estrategia de tres cortes anuales para ensilar y fertilizados con dosis de purín de vacuno que oscilaban de 33 a 95 m³ ha⁻¹ año⁻¹. Las variedades de raigrás italiano fueron las segundas más productivas (por detrás del trébol violeta) alcanzando un rendimiento medio anual de 13,0 (rango 10,2 a 14,7) t MS ha⁻¹ con un bajo contenido medio de PB de 7,7 % (rango 6,7 a 8,2). Los raigrases híbridos produjeron, de media, aproximadamente 1,0 t MS ha⁻¹ menos y la concentración media de PB fue 1,1 unidad más elevada comparados con los raigrases italianos. En ensayos más recientes, realizados en la zona costera de Asturias, Oliveira *et al.* (2013) obtuvieron rendimientos medios de 9,5 y 13,5 t MS ha⁻¹ con la variedad de raigrás italiano alternativo “Barspirit”, fertilizada con dosis de 40 y 80 kg N ha⁻¹, respectivamente, en un único corte a comienzos de mayo.

Por otra parte, los resultados obtenidos coinciden con las observaciones de otros autores (Delgado, 1979; Piñeiro *et al.*, 2001) relativas a la ausencia de diferencias significativas entre variedades de raigrás italiano diploides y tetraploides en cuanto a producción de MS, por lo que la elección de variedades debe guiarse por otros caracteres de tipo fisiológico o de calidad del forraje. Los resultados del presente trabajo permiten extender esta afirmación a las variedades de raigrás híbrido, cuya productividad fue semejante a la de las variedades de raigrás italiano. Esto parece indicar que tanto las variedades no alternativas como los híbridos también pueden utilizarse en las rotaciones intensivas de dos cultivos por año, y muestran la necesidad de incluir ambos tipos de raigrás en los experimentos de evaluación de variedades para la fase de otoño-invierno-primavera.

Efectos principales: fecha de corte

Como puede observarse en la Tabla 4, en la que se exponen los resultados observados en las diferentes fechas de corte del primer ciclo y de los rebrotes a las seis semanas, promediando

Primer ciclo de crecimiento (medias de las seis variedades de raigrás)

Fecha de corte	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
FC1 6-marzo	3234	2375	477	94,4	17,1	90,2	14,7	19,1	38,7	24,3	24,7	82,1
FC2 20-marzo	5489	3997	650	95,3	16,7	90,7	11,8	21,9	41,8	26,1	26,2	80,9
FC3 03-abril	7592	5339	704	96,8	19,1	91,4	9,2	25,5	46,9	26,1	26,5	77,6
FC4 17-abril	8814	6160	665	97,7	18,7	92,7	7,5	27,1	49,1	29,3	29,6	75,8
FC5 2-mayo	9904	6778	617	98,7	19,6	93,0	6,5	29,5	52,4	31,5	31,6	73,6
FC6 17-mayo	9960	6647	518	98,8	25,0	94,4	5,2	31,6	55,4	29,9	30,2	70,7
Media	7499	5216	605	96,9	19,3	92,1	9,1	25,8	47,4	28,0	28,1	76,8
<i>p</i>	***	***	***	***	***	***	***	***	***	**	**	***
<i>d.m.s.</i>	1016	723	72	1,4	2,0	0,5	0,8	1,5	2,1	3,0	3,1	2,2

Rebote a las 6 semanas del primer aprovechamiento (medias de las seis variedades de raigrás)

Fecha de corte	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
FC1 17-abril	6093	4108	701	98,3	14,5	91,0	11,3	25,2	46,7	23,5	24,1	74,7
FC2 2-mayo	5766	3831	591	98,5	14,4	90,7	10,6	27,3	49,3	23,4	23,7	73,5
FC3 17-mayo	3657	2394	358	100	15,1	90,1	9,8	28,8	50,9	20,3	21,2	72,7
FC4 29-mayo	4833	3232	375	100	17,5	92,2	7,8	30,2	53,3	25,1	25,2	72,8
FC5 12-junio	6254	3843	443	100	19,2	93,6	7,1	34,6	59,6	20,1	20,8	65,5
FC6 26-junio	6301	3900	426	100	24,3	94,2	6,8	34,4	60,0	22,1	23,2	65,5
Media	5484	3551	482	99,5	17,5	92,0	8,9	30,1	53,3	22,6	22,9	70,8
<i>p</i>	*	*	***	*	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>d.m.s.</i>	1444	928	119	1,1	1,3	0,8	0,9	1,1	1,2	1,8	1,6	1,4

MS: materia seca; MOD: materia orgánica digestible; %Sem: porcentaje de especies sembradas (%MS); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales totales (%MS); DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%).

Nivel de significación: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$); ns (no significativo: $p > 0,05$).

d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna al nivel $p < 0,05$.

TABLA 4. Efecto de la fecha de corte (FC) sobre la producción y valor nutritivo de la hierba en el primer ciclo y el rebrote a las seis semanas en primavera.

TABLE 4. Effect of harvest date (FC) on herbage yield and nutritive value in the first cycle and the 6-weeks regrowth in the spring.

todas las variedades de raigrás evaluadas, existe un fuerte efecto de la fecha de aprovechamiento sobre la producción y la calidad del forraje.

En el primer ciclo de crecimiento, la producción aumentó desde las 3234 kg MS ha⁻¹ en la primera fecha de corte (6 marzo) hasta alcanzar 9904 kg MS ha⁻¹ en la quinta fecha (2 mayo), a partir de la cual no se incrementa más el rendimiento. La acumulación diaria de MS entre las diferentes fechas de corte, expresada en kg MS ha⁻¹, fue de 160 kg día⁻¹ entre el 6 de marzo y el 20 de marzo, de 150 kg día⁻¹ entre el 20 de marzo y el 3 de abril, de 87 kg día⁻¹ entre el 3 de abril y el 17 de abril, de 77 kg día⁻¹ entre el 17 de abril y el 2 de mayo, y de 4 kg día⁻¹ entre el 2 de mayo y el 17 de mayo. El escaso crecimiento del cultivo en este último intervalo coincide con el inicio del espigado de las diferentes variedades que, como se citó anteriormente, tuvo lugar en la primera semana de mayo. Cuando expresamos la producción en términos de materia orgánica digestible por hectárea, el rendimiento se vio maximizado numéricamente también en el corte realizado a principios de mayo, si bien el rendimiento conseguido en esta fecha (6778 kg MOD ha⁻¹) no se diferenció significativamente del obtenido dos semanas antes, a mediados de abril. La extracción de PB, por su parte, se ve optimizada en un intervalo de fechas de corte más precoz, situado entre mediados de marzo y mediados de abril, con un máximo (704 kg PB ha⁻¹) a comienzos de este mes. Esta circunstancia es consecuencia, como se comentará más adelante, de la acusada caída de la concentración de PB en

el forraje conforme avanza la madurez de la planta a lo largo de la primavera. El porcentaje de malas hierbas presentes en el cultivo fue muy reducido, con un promedio menor del 4 % respecto de la MS total. La proporción de la especie sembrada en la materia seca cosechada va aumentando conforme se retrasa la fecha de corte, evidenciando la agresividad y dominancia de los raigrases.

La producción registrada en el corte de los rebrotes se mostró claramente afectada por la fecha de aprovechamiento, siendo observada una respuesta cuadrática donde los máximos de producción se consiguieron en las fechas extremas (abril o junio) y el mínimo en las fechas intermedias (mayo). Este efecto se atribuye a las condiciones climáticas registradas durante el mes de abril, con temperaturas más frías que el mes anterior y precipitaciones elevadas, que redujeron el crecimiento de los rebrotes correspondientes a los primeros cortes efectuados el 3 y el 17 de abril, cosechados seis semanas después, en la segunda mitad de mayo.

Las características a destacar respecto a la evolución del valor nutritivo con el avance de la madurez en el primer ciclo entre la primera y la última fecha de corte son: el contenido en humedad de la planta se reduce (MS aumenta desde 17,1 al 25,0 %), al igual que el contenido en cenizas (MO aumenta de 90,2 a 94,4 %); hay un fuerte aumento de la concentración de fibra (FAD desde 19,1 a 31,6 % y FND desde 38,7 a 55,4 %) y un incremento más moderado en la concentración de

azúcares y carbohidratos no estructurales totales (CSA desde 24,3 a 29,9 % y CNET desde 24,7 a 30,2 %); los valores energético y proteico se reducen de forma importante al disminuir la digestibilidad de la materia orgánica de la planta desde 82,1 a 70,7 % y el contenido en PB desciende marcadamente desde 14,7 a 5,2 %. Estas variaciones se producen de forma prácticamente lineal para todos los parámetros entre comienzos de marzo y mediados de mayo, llamando la atención los bajos valores de PB observados a partir del mes de abril y especialmente en el mes de mayo, donde llegan a ser inferiores al 7 %.

Todos los rebrotes fueron cosechados después de un crecimiento de seis semanas, siendo observado que la calidad nutritiva del forraje disminuía conforme el corte de rebrote era más tardío, evidenciando un efecto de la estación sobre la composición de los rebrotes de la misma edad. Así, entre los segundos cortes del 17 de abril y 26 de junio y para el promedio de las variedades, la digestibilidad de la materia orgánica disminuyó desde 74,7 a 65,5 % y la concentración de PB descendió desde 11,3 a 6,8 %, mientras que aumentaron los contenidos en fibra (FAD desde 25,2 a 34,4 % y FND desde 46,7 a 60,0 %). El contenido en MS también aumentó desde 14,5 a 24,3 %, mientras que la concentración de azúcares se mantuvo relativamente constante alrededor del 23,0 %.

En síntesis, y tal como se refleja en la composición nutritiva promedio del conjunto de los cortes, la calidad nutritiva de las variedades de raigrás italiano e híbrido evaluadas puede considerarse elevada en cuanto al valor energético y pobre en cuanto al valor proteico, excepto en los aprovechamientos más precoces. En la mayor parte de los estudios revisados, el contenido en PB de estas especies se situaba claramente por encima de los obtenidos en el presente estudio, si bien, como se discutirá más adelante, este contenido puede variar ampliamente. Por ejemplo, Lloveras (1982) en un estudio comparativo de la producción de praderas y rotaciones de cultivo en Galicia refiere, para un cultivo de raigrás italiano sembrado en otoño en la misma finca del CIAM en la que se realizó este ensayo y cosechado al comienzo del espigado, un rendimiento de 5100 kg MS ha⁻¹ y un contenido proteico del 21,7 %. Por su parte, Caballero y López-Goicoechea (1980) en cultivos monofitos de raigrás italiano alternativo fertilizado con 40 kg de N por corte entre el 13 de marzo y el 30 de mayo obtuvieron rendimientos en cada corte de 1600 a 3100 kg MS ha⁻¹ y contenidos en PB de 13,8 a 11,6 %. En el mismo ensayo, cuando el aporte de N fue de 80 kg ha⁻¹ corte⁻¹ entre las mismas fechas, los rendimientos por corte variaron entre 2400 y 4100 kg MS ha⁻¹ y el contenido en PB entre 16,3 y 14,2 %. Sin embargo, existen evidencias de una elevada variabilidad en cuanto al contenido proteico del cultivo de raigrás italiano en primer corte de primavera. Así, Moreno-Ríos y Sánchez-Vizcaíno (1976), estudiando el comportamiento agronómico y nutricional de siete variedades de raigrás italiano en distintas condiciones ambientales, refieren que para variedades que

producían aproximadamente 7000 kg MS ha⁻¹ en un solo corte, el contenido en PB oscilaba entre 7,1 y 13,0 %, llegando a valores de PB de 5,5 % para una variedad extraordinariamente productiva con un rendimiento de 24 000 kg MS ha⁻¹. Flores *et al.* (2011), en un sistema de un corte único en pequeña parcela a comienzos de mayo de 2010 en la finca del CIAM en Mabegondo (A Coruña) con la variedad de raigrás italiano alternativo "Promenade" fertilizada con 50 o 100 kg N ha⁻¹ y sembrada el otoño anterior, obtuvieron rendimientos de 8,5 y 9,1 t MS ha⁻¹ con contenidos en PB de 7,0 y 7,4 %, respectivamente. Piñeiro *et al.* (2011), en un estudio realizado sobre cultivos de invierno alternativos al raigrás italiano entre los años 2007 y 2008 en explotaciones lecheras de comarcas interiores de Galicia, citan rendimientos de la cv Promenade, en cortes realizados en diversas fechas comprendidas entre mediados de abril y comienzos de mayo, de 3,5 a 6,1 t MS ha⁻¹ y contenidos en PB que oscilaron entre 7,5 y 14,1 %. Este mismo cultivar, sembrado a mediados de noviembre del año 2010 en cinco explotaciones lecheras del interior de las provincias de A Coruña y Lugo y cosechada a comienzos del mes de abril en la primavera siguiente, mostró rendimientos sensiblemente más bajos, de 3,0 t MS ha⁻¹ de media, con contenidos en PB que variaron entre 5,0 y 17,9 %, de CSA entre 14,4 y 36,0 % y de DMOIV entre 76,0 y 83,3 % (Flores *et al.*, 2011). Las diferentes condiciones ambientales (inviernos más fríos), fechas más tardías de siembra y cortes más precoces en primavera pueden, entre otros factores, explicar el contraste entre los resultados experimentales de la finca de Mabegondo y los obtenidos en las explotaciones lecheras, e ilustra el fuerte efecto del medio y del manejo del cultivo del raigrás sobre sus resultados productivos.

En un estudio reciente realizado en la finca del CIAM en Mabegondo (A Coruña), Báez *et al.* (2013) encuentran para el cultivar de raigrás alternativo "Promenade" cosechado en primer corte el 2 de febrero y en un segundo corte el 23 de abril del mismo año 2012 en que se realizó el presente trabajo, producciones de 2,6 y 5,1 t MS ha⁻¹, respectivamente. Los contenidos en PB y CSA fueron, respectivamente, de 10,2 % y 41 % para el primer corte y de 7,6 % y 35 % para el segundo corte. La menor producción observada por dichos autores con relación a nuestro trabajo, puede ser atribuida a las diferentes condiciones de suelo y al efecto de haber sufrido un primer corte más tardío con la consiguiente merma en el rendimiento del siguiente aprovechamiento, como se discutirá más adelante. Se destaca el bajo contenido en PB y el alto valor de CSA en el corte de febrero, que contrastan con los valores del corte de mediados de enero realizado en nuestro trabajo (PB 17,7 % y CSA 22,8 %) para la cv Promenade. En cuanto a los valores del corte de finales de abril, los valores de PB y CSA observados en ambos trabajos son muy semejantes.

A la vista de los datos parece evidenciarse que, si bien los cultivares de raigrás italiano e híbrido evaluados son altamente productivos, su contenido proteico es bajo aún en un estado

Primer ciclo de crecimiento (medias de cultivares y fechas de corte)

	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
Sin corte de limpieza	8064	5539	682	96,7	19,0	91,9	9,4	26,5	48,3	26,6	26,7	75,6
Corte 18-enero	6651	4731	490	97,3	19,9	92,3	8,8	24,7	46,0	30,0	30,1	78,5
<i>p</i>	*	*	*	ns	*	*	**	*	*	**	*	*

Rebote a las 6 semanas del primer aprovechamiento (medias de cultivares y fechas de corte)

	Producción (kg ha ⁻¹)			% Sem	Materia seca y composición nutritiva							
	MS	MOD	PB		MS	MO	PB	FAD	FND	CSA	CNET	DMOIV
Sin corte de limpieza	5632	3618	490	99,5	17,4	92,0	8,8	30,4	53,7	22,4	22,5	70,2
Corte 18-enero	5262	3451	471	99,4	17,7	92,0	9,0	29,6	52,7	23,0	23,1	71,7
<i>p</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

MS: materia seca; MOD: materia orgánica digestible; %Sem: porcentaje de especies sembradas (%MS); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales totales (%MS); DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%).

Nivel de significación: *** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$); ns (no significativo: $p > 0,05$).

TABLA 5. Efecto de la realización del corte de invierno sobre la producción y valor nutritivo de la hierba en el primer ciclo y en el rebrote a las seis semanas en primavera.

fisiológico no demasiado avanzado como es el inicio de espigado. El elevado contenido en carbohidratos no estructurales del forraje en todos los cortes indica una buena ensilabilidad de estas especies a lo largo de la primavera, superando en todos los casos los umbrales mínimos del 12-16 % MS, establecido como necesario para conseguir una buena conservación por corte directo sin necesidad de aditivos (Demarquilly, 1986; Chamberlain y Wilkinson, 1996).

Efectos principales: corte de limpieza

En la Tabla 5 se comparan los resultados en cuanto a producción y composición nutritiva del forraje de las parcelas en las que se realizó el corte de limpieza a mediados de enero con los de las parcelas donde no se realizó este corte. El efecto de la realización del corte de limpieza alcanza únicamente al primer ciclo, reduciendo significativamente la producción por hectárea de MS (-18 %), MOD (-15 %) y de PB (-28 %) comparada con la de las parcelas donde el forraje creció ininterrumpidamente durante el invierno. Por otra parte, el valor nutricional medio de la hierba de primer corte donde se realizó el corte de limpieza, mostró valores más elevados de digestibilidad de la materia orgánica (2,9 ud) y azúcares (3 ud) y valores inferiores de fibra (1,8 ud de FAD y 2,3 ud de FND). La mayor concentración de carbohidratos no estructurales en el forraje del primer ciclo de aprovechamiento en primavera con corte de invierno probablemente estuvo relacionada con el menor contenido en PB (-0,6 ud) de la hierba con respecto al forraje que creció ininterrumpidamente durante el invierno. Tanto para los cortes del siguiente ciclo (rebrotos de seis semanas tras el primer aprovechamiento de primavera) como en la producción total, el efecto de la realización del corte de invierno no fue significativo para ningún parámetro de producción o calidad nutritiva.

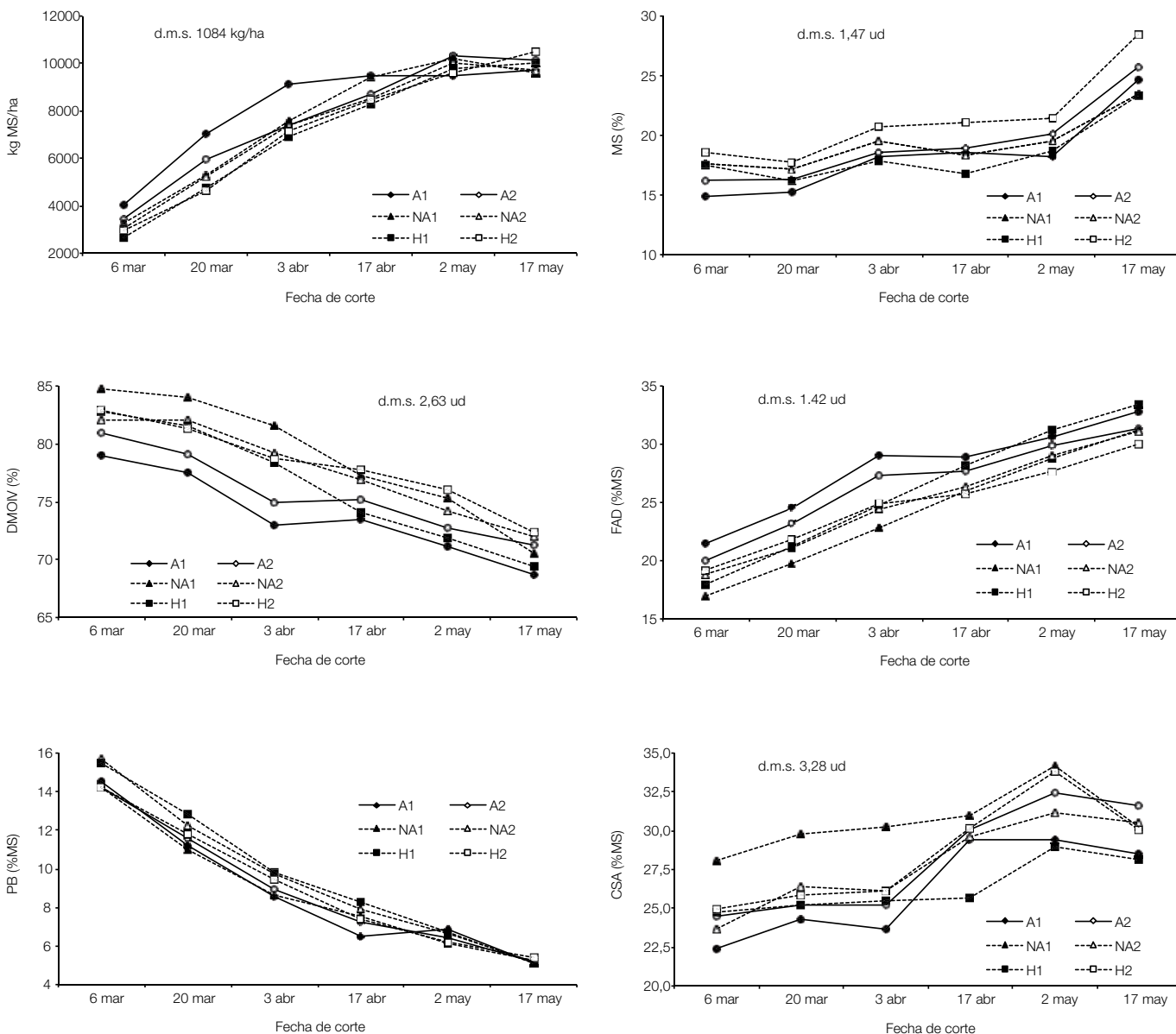
TABLE 5. Effect of ryegrass winter cutting on herbage yield and nutritive value in the first cycle and the 6-weeks regrowth in spring.

La realización del corte de limpieza, por otra parte, no se mostró beneficiosa ni en cuanto a la reducción de la presencia de malas hierbas en el cultivo (muy baja en todos los casos), ni para evitar el encamado del forraje, que no constituyó un problema a pesar de las fuertes lluvias registradas en el mes de abril. A la vista de los resultados cabe concluir, por tanto, que la realización del corte de limpieza en invierno no sería recomendable, particularmente en lo que a la realización del primer corte se refiere.

Interacción de factores fijos

Dado el elevado número de variables consideradas, se comenta en este apartado únicamente el efecto de las interacciones entre los factores fijos cultivar, fecha de corte y realización del corte de limpieza sobre las variables de rendimiento de MS por ha, el contenido en MS, PB, FAD y CSA y el valor de DMOIV. Las figuras 2, 3 y 4 reflejan, respectivamente, las interacciones Cultivar x Fecha de corte, Cultivar x Corte de invierno y Fecha de corte x Corte de invierno para las variables citadas, en el primer ciclo de crecimiento.

Rendimiento de MS. Aunque el comportamiento productivo de los cultivares de raigrás en las distintas fechas de corte del primer ciclo fue bastante uniforme, el cultivar alternativo "Promenade" produjo significativamente ($p < 0,05$) más que el resto de los cultivares en los primeros cortes del primer ciclo, mostrando un mayor potencial de crecimiento invernal. En los siguientes cortes, a partir de mediados de abril estas diferencias se reducen igualándose las producciones de los distintos cultivares. La acumulación media diaria de MS entre el primer y último corte del primer ciclo fue de 95 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, oscilando entre los 80 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los cultivares alternativos y los 107 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los raigrases híbridos. El corte de



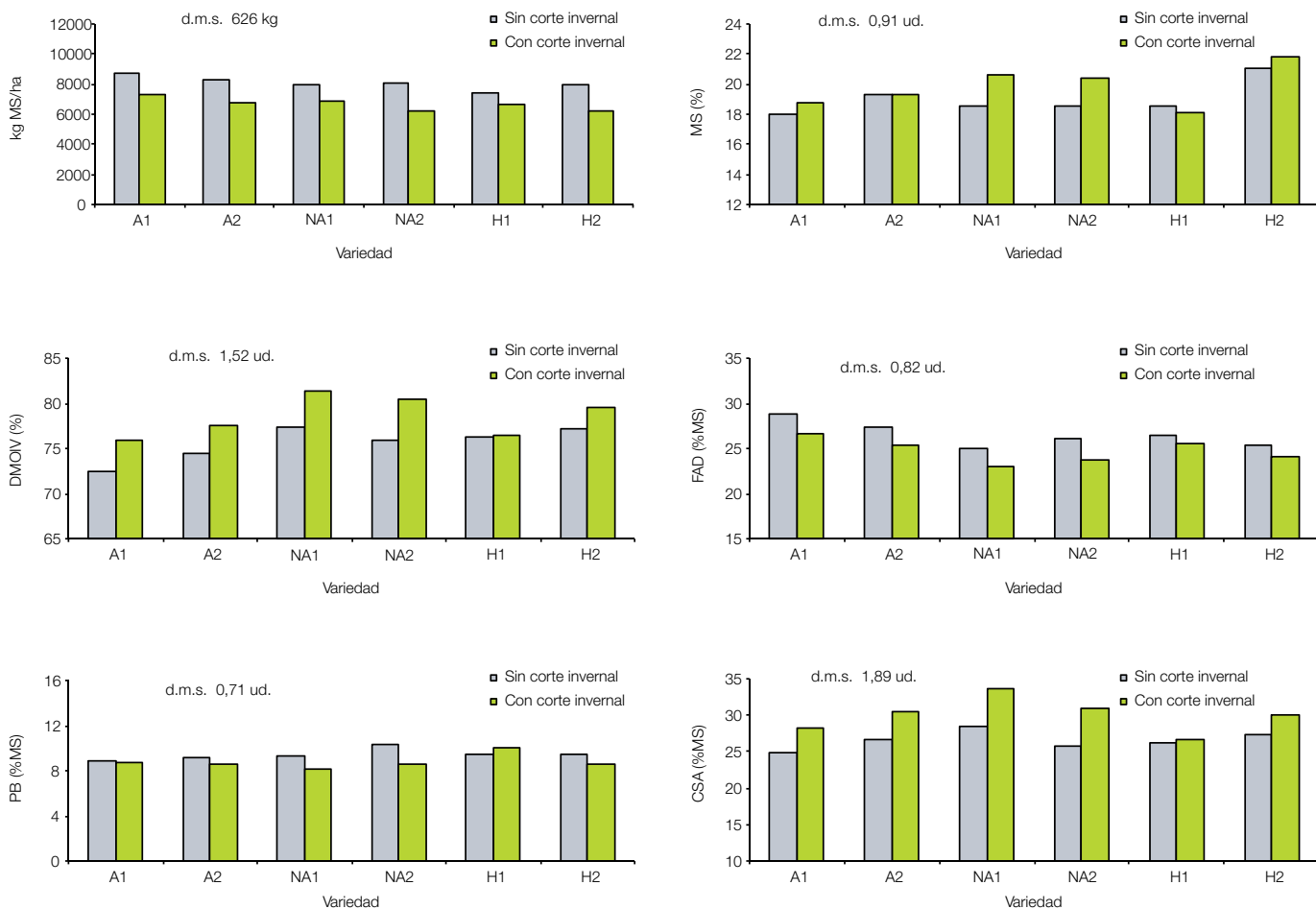
A1: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Promenade; A2: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Major; NA1: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Sultán; NA2: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Danergo; H1: Rg. híbrido tetraploide (tipo intermedio) cv Barladin; H2: Rg. híbrido diploide (tipo italiano) cv Barsilo.
 MS: materia seca; DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%); FAD: fibra ácido detergente (%MS); PB: proteína bruta (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS).
 d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias $p < 0,05$.

FIGURA 2. Efecto de la interacción Variedad x Fecha de corte en el primer ciclo de crecimiento.

FIGURE 2. Effect of the interaction Cultivar x Cutting date in the first growth cycle.

invierno redujo significativamente ($p < 0,05$) el rendimiento de MS obtenido en el primer ciclo para todos los cultivares, salvo para el raigrás híbrido de tipo intermedio, que tuvo un comportamiento a la inversa. Este efecto se mostró también significativo en la producción de los rebrotes a los 45 días del primer corte, pero sólo para los raigrases no alternativos y el raigrás híbrido de tipo italiano. Cuando consideramos las fechas de corte del primer ciclo se observa que la menor producción media de los cultivares que fueron objeto del corte de limpieza en enero se mantiene ($p < 0,05$) a lo largo de los cuatro primeros cortes del primer ciclo, para anularse en el corte realizado alrededor del inicio de espigado de los raigrases.

Contenido en MS. El raigrás híbrido diploide de tipo italiano mostró un contenido en MS numéricamente superior al del resto de los cultivares en todos los cortes del primer ciclo, que llega a ser significativo ($p < 0,05$) a partir de mediados de abril, manteniéndose esta tendencia aunque de forma menos marcada en el aprovechamiento de los rebrotes a los 45 días de crecimiento. En el primer ciclo el aumento medio diario de MS fue de 0,11 % de MS día⁻¹ y el segundo ciclo fue un poco más elevado (0,14 % de MS día⁻¹). La realización del corte de limpieza en invierno tiende a aumentar el contenido en MS de los aprovechamientos del primer y segundo ciclo para todos los cultivares, salvo en el caso del raigrás híbrido



A1: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Promenade; A2: Rg. italiano alternativo tetraploide cv Major; NA1: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Sultán; NA2: Rg. italiano no alternativo tetraploide cv Danergo; H1: Rg. híbrido tetraploide (tipo intermedio) cv Barladín; H2: Rg. híbrido diploide (tipo italiano) cv Barsilo.
 MS: materia seca; DMOIV: digestibilidad de la materia orgánica (%); FAD: fibra ácido detergente (%MS); PB: proteína bruta (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS).
 d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias p<0,05.

FIGURA 3. Efecto de la interacción Variedad x Corte de invierno en el primer ciclo de crecimiento.

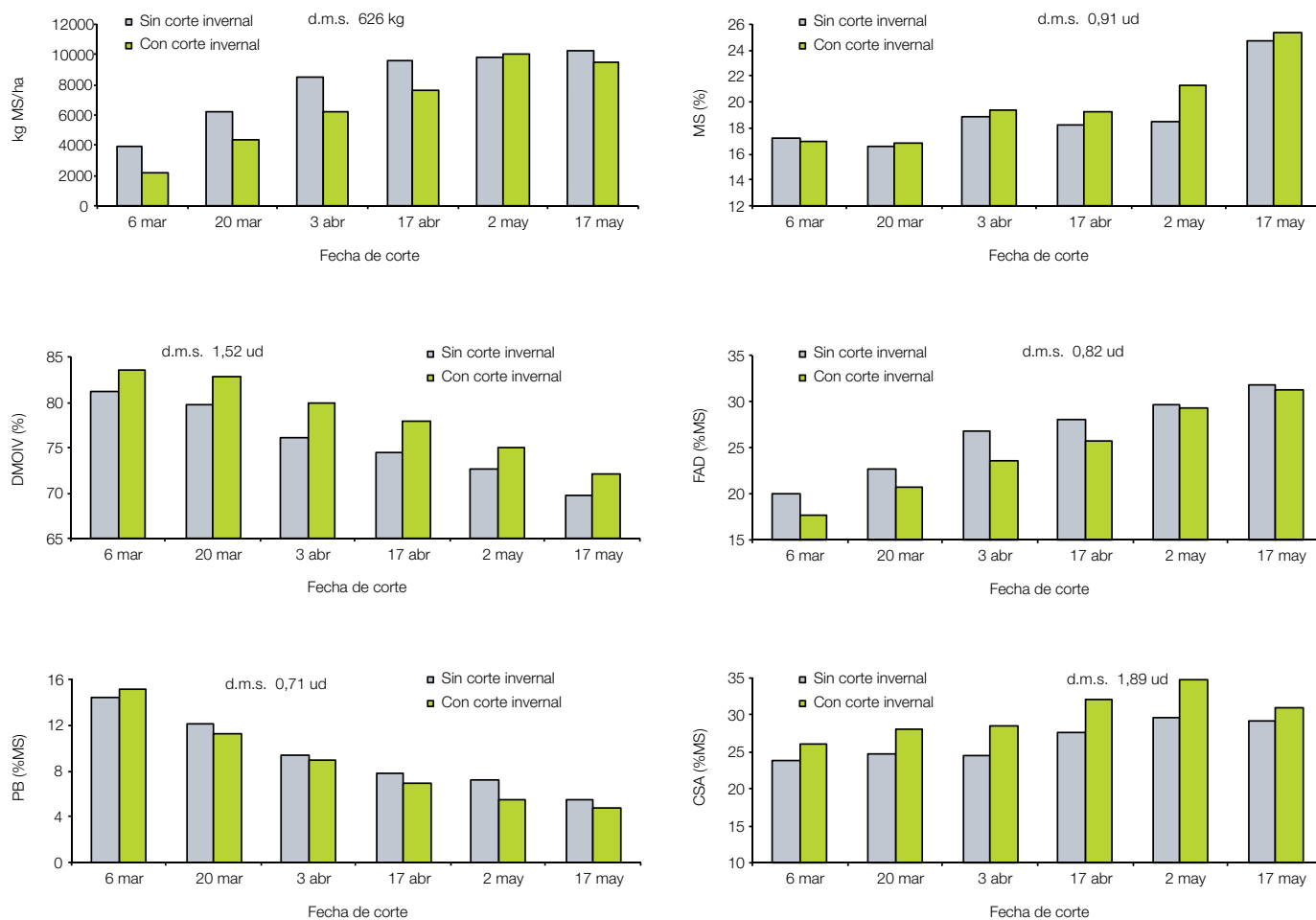
FIGURE 3. Effect of the interaction Cultivar x Winter cutting in the first growth cycle.

de tipo intermedio, llegando las diferencias a hacerse significativas ($p < 0,05$) para los cultivares de raigrás de tipo no alternativo. Cuando consideramos la media de los cultivares en cada fecha de corte, este efecto no se manifiesta hasta el corte de mediados de abril en el primer ciclo.

y segundo ciclos, salvo en el caso del raigrás híbrido de tipo intermedio.

Digestibilidad de la materia orgánica. Si bien en los tres primeros aprovechamientos del primer ciclo los cultivares alternativos tendieron a mostrar valores inferiores de DMOIV comparadas con el resto, la interacción entre el cultivar y la fecha de corte no se mostró significativa. La variación de digestibilidad entre el primer y último corte del primer ciclo fue de $-0,16$ % DMOIV día⁻¹, descendiendo ligeramente menos ($-0,13$ % DMOIV día⁻¹) en el segundo ciclo. En esta fase, la digestibilidad de los rebrotes de los cultivares alternativos cosechados a los 45 días a partir del espigado fue significativamente inferior ($p < 0,05$) comparada con la del resto de los cultivares. El corte de limpieza en invierno indujo una mayor digestibilidad ($p < 0,05$) de todos los cultivares para el promedio de los aprovechamientos del primer

Contenido en FAD. El comportamiento del contenido en FAD a lo largo de las diferentes fechas de corte en el primer ciclo es inverso al mostrado por la digestibilidad, mostrando los cultivares alternativos una mayor concentración de FAD ($p < 0,05$) que el resto de cultivares hasta mediados de abril, momento a partir del cual las diferencias se reducen y se hacen no significativas. Esta tendencia a favor de un mayor contenido en lignocelulosa de los cultivares alternativos se mantiene en los rebrotes, acentuándose las diferencias en las fechas más tardías aunque no de forma significativa. El aumento medio de FAD entre aprovechamientos extremos en el primer y segundo ciclos fue de $0,18$ y $0,13$ % día⁻¹. El corte de invierno redujo el contenido en FAD para la media de los aprovechamientos del primer ciclo en todas los cultivares ($p < 0,05$) menos en el híbrido de tipo intermedio. En el segundo ciclo, sólo los cultivares no alternativos mantuvieron esta diferencia de forma significativa ($p < 0,05$). Cuando se promedia el contenido en FAD



MS: materia seca; DMOMV: digestibilidad de la materia orgánica (%); FAD: fibra ácido detergente (%MS); PB: proteína bruta (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS)
d.m.s.: diferencia mínima significativa entre dos medias $p < 0,05$

FIGURA 4. Efecto de la interacción Fecha de corte x Corte de invierno en el primer ciclo de crecimiento.

FIGURE 4. Effect of the interaction Cutting date x Winter cutting in the first roth cycle.

de los diferentes cultivares por fecha de corte en el primer ciclo, se observa que la reducción de la FAD causada por el corte de limpieza es significativa ($p < 0,05$) hasta el momento del espigado, mientras que este efecto se mantiene en los rebrotes únicamente para las dos primeras fechas de corte.

significativamente diferentes ($p < 0,01$) a partir del corte realizado a mediados de abril.

Contenido en PB. El comportamiento de los cultivares de raigrás italiano e híbrido en los diferentes aprovechamientos fue homogéneo, no siendo significativa la interacción cultivar x fecha de corte en ninguno de los dos ciclos. El descenso medio de PB entre el primer y último corte del primer ciclo fue de $-0,13 \text{ \% día}^{-1}$ y de aproximadamente la mitad, $-0,06 \text{ \% día}^{-1}$, en el segundo ciclo. La realización del corte de invierno, por otra parte, tendió a disminuir el contenido en PB de los distintos cultivares, promediados por fecha de corte, salvo para el raigrás híbrido de tipo intermedio, llegando a ser significativo ($p < 0,05$) para los cultivares no alternativos en el primer y segundo ciclo. El valor medio de PB de los raigrases que fueron objeto del corte de limpieza en invierno, fue también numéricamente inferior al de los que crecieron ininterrumpidamente durante la primavera, llegando a ser

Contenido en CSA. La variación del contenido en CSA de los cultivares de raigrás en el primer ciclo entre el primer y último aprovechamiento fue positiva, con un incremento medio de $0,07 \text{ \% día}^{-1}$, mientras que en el segundo ciclo disminuyó para los cultivares alternativos y no se incrementó o lo hizo ligeramente para el resto, siendo $-0,03 \text{ \% día}^{-1}$ la variación media. Un raigrás no alternativo ("Sultán") mostró un contenido en azúcares solubles superior al resto de cultivares en la mayoría de los cortes del primer y segundo ciclo, no llegando a ser significativa la interacción cultivar x fecha de corte para esta variable. La realización del corte de limpieza en invierno aumentó significativamente ($p < 0,05$) el contenido en CSA en todos los cultivares en el primer ciclo, salvo para el raigrás híbrido de tipo intermedio, tendencia que se mantuvo en el segundo ciclo, aunque sólo se mostró significativa ($p < 0,05$) para los dos cultivares no alternativos, mientras que el raigrás híbrido que no fue segado en invierno mostró un contenido en CSA claramente superior ($p < 0,05$) al que sufrió el corte de limpieza.

El contenido en PB del raigrás italiano cosechado en primavera reportado en la bibliografía es muy variable, como consecuencia de las interacciones entre los factores genéticos y ambientales que condicionan la calidad nutricional de la planta (Gill *et al.*, 1989), pero en general los valores de PB suelen ser inferiores a los de otras forrajeras pratenses. Por ejemplo, para muestras de raigrás italiano y de alfalfa recogidas en un estado cercano a la madurez que tenían valores muy semejantes de FAD (47,0 % y 48,2 %, respectivamente), Andrighetto *et al.* (1993) indican que el contenido en PB del raigrás (7,8 %) era aproximadamente la mitad del de la alfalfa (16,7 %). Flores *et al.* (2002), en un ensayo donde estudiaron la evolución del rendimiento y calidad de tres especies gramíneas pratenses (raigrás italiano no alternativo, raigrás inglés y dactilo) en un sistema de tres cortes para ensilar, indican que los valores medios de PB para estas tres especies era, respectivamente, de 9,8 %, 10,7 % y 12,5 % en el primer ciclo, y de 9,6 %, 10,5 % y 10,6 % en el rebrote a las seis semanas.

Sin embargo, el contenido en PB del raigrás italiano en estado vegetativo puede ser elevado, ocurriendo un rápido descenso con el avance de la madurez de la planta (Gargano *et al.*, 1990; Valente *et al.*, 1998) con lo que suelen observarse bajos valores de PB cuando el raigrás se aprovecha en las proximidades del estado de espigado. Miyashige *et al.* (1989) indican valores de PB de 12,6 %, 11,9 % y 6,8 % para un raigrás italiano sembrado en otoño y cosechado la primavera siguiente en un estado de encañado (19 de abril), inicio de espigado (30 de abril) y pleno espigado (14 de mayo), lo que muestra una tendencia semejante a la observada en el presente trabajo. Fariani *et al.* (1994) indican que un raigrás italiano sembrado a mediados de otoño de 1991 y cosechado en primer corte la siguiente primavera en un estado vegetativo (8 de abril), inicio de espigado (4 de mayo) y espigado completo (30 de mayo), presentaba un contenido de PB de 17,1 %, 9,4 % y 7,8 %, respectivamente y de FAD de 30,0 %, 35,4 % y 46,4 %, respectivamente. En el referido estudio de Flores *et al.* (2002) en el que se evaluó el efecto de la fecha de corte sobre la evolución del rendimiento y la calidad de un raigrás italiano en un sistema de aprovechamiento para ensilado, los contenidos de PB, CSA y FAD fueron, respectivamente, de 16,3 %, 31,7 % y 21,4 % en la primera fecha de corte del primer ciclo (22 de abril) en un estado anterior al espigado; de 9,2 %, 31,5 % y 23,0 % en el inicio de espigado (6 de mayo) y de 6,0 %, 25,1 % y 30,4 % en el último corte, realizado el 27 de mayo con el raigrás totalmente espigado. Comparando la variación del contenido en PB, CSA y FAD entre los cortes de abril y final de mayo del citado estudio con la observada entre los cortes del 17 de abril al 17 de mayo en el presente trabajo, se obtiene, respectivamente, una variación diaria de -0,28 y -0,05 % de PB, -0,18 y 0,0 % de CSA y de +0,25 y +0,15 % de FAD, pudiendo concluirse que, aunque los valores absolutos son diferentes, reflejando las diferencias de genotipo, de medio y

manejo en ambos ensayos, las tendencias son semejantes en lo que al descenso de PB y el aumento de FAD con el avance de la madurez se refiere.

Salvia *et al.* (2005) estudiaron el efecto del momento de aprovechamiento sobre la producción y calidad de un raigrás italiano alternativo (cv Trinova) en un tercer corte a mediados de mayo tras dos aprovechamientos a comienzos de invierno y a finales de invierno, durante dos años. El contenido en PB disminuyó significativamente en los dos años a razón de aproximadamente -0,2 % día⁻¹, obteniéndose unas pérdidas de 4,3 y 7,4 unidades (% PB) desde el primer hasta el último corte en el primer y segundo año, respectivamente, y la reducción de la digestibilidad entre aprovechamientos se situó en torno a -0,6 % día⁻¹, mientras que el contenido en FND aumentaba, en el primer año, en 8,1 unidades desde el inicio de espigado a las tres semanas y el segundo año en 10,5 unidades desde comienzos de la última semana de abril a finales de mayo. En ensayos realizados en gran parcela donde se estudiaron rotaciones de distintos cultivos de invierno con maíz en la finca del CIAM en Mabegondo (A Coruña), Fernández-Lorenzo *et al.* (2007) utilizaron un raigrás italiano como cultivo testigo (cv Promenade), fertilizado con 86 kg N ha⁻¹ que fue cosechado en un corte precoz a finales de la segunda semana de abril, antes de espigar, y en un corte en un estado más tardío, ya completamente espigado, la tercera semana de mayo. Los resultados de los años 2005 y 2006 obtuvieron rendimientos respectivos, en el corte precoz de 4,6 y 5,1 t MS ha⁻¹, y de 7,0 y 8,0 t MS ha⁻¹ en el corte tardío. El contenido en PB del raigrás fue de 11,7 y 8,4 % y de 6,2 y 5,9 % para los años 2005 y 2006, cortes precoz y tardío, respectivamente. El descenso del contenido en PB fue muy diferente en ambos años, con valores de aproximadamente -0,10 y -0,05 % día⁻¹, respectivamente, situándose en valores comprendidos entre los resultados de los experimentos referidos por Flores *et al.* (2002), Salvia *et al.* (2005) y los observados en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

Se evidencia una alta productividad de los raigrases italianos e híbridos como cultivos invernales para formar parte de una rotación intensiva de dos cultivos por año. Presentan unos contenidos en energía elevados, pero unas concentraciones proteicas bajas o muy bajas en los cortes más tardíos. Se observan escasas diferencias entre cultivares en cuanto a la producción de materia seca o materia orgánica digestible por hectárea. Los cultivares alternativos son más adecuadas para aprovechamientos tempranos, perdiendo calidad respecto de los cultivares no alternativos e híbridos cuando se retrasa el aprovechamiento. En aprovechamientos más tardíos, de mediados a finales de abril, pudieran ser preferibles los cultivares no alternativos, y los raigrases híbridos para cortes en la primera quincena de mayo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado dentro del contrato suscrito entre el INGACAL y la empresa LEYMA CENTRAL LECHERA S.A. para la ejecución del proyecto 09MRU012E financiado dentro del programa INCITE de la Xunta de Galicia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER R.H. Y MCGOWAN M. (1966) The routine determination of *in vitro* digestibility of organic matter in forages—An investigation of the problem associated with continuous large-scale operation. *Journal of the British Grassland Society*, 21, 140-147.
- ANDRIGHETTO I., BAILONI L., COZZI G. Y TOLOSA H. (1993) Observations on *in situ* degradation of forage cell components in alfalfa and Italian ryegrass. *Journal of Dairy Science*, 76, 2624-2631.
- BÁEZ M., GARCÍA-POMAR M.I., LOURO A., CASTRO-IN-SUA J. (2013) Producción y composición química del forraje en rotaciones de maíz con varios cultivos de invierno. En: Olea L. et al. (Eds) *Los pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades*, pp. 187-194. Badajoz, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- CABALLERO R. Y LOPEZ GOICOECHEA E. (1980) Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos, composición y valor nutritivo del ray-gras italiano (*Lolium multiflorum* var. *westerwoldicum*). *Pastos*, 10(1), 114-124.
- CASTRO P., GONZÁLEZ QUINTELA A. Y PRADA RODRÍGUEZ D. (1990) Determinación simultánea de nitrógeno y fósforo en muestras de pradera. En: *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP*, pp. 200-207. San Sebastian, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- CASTRO P. (1996) Efecto de tres temperaturas de secado sobre la composición química de forrajes y heces. En: *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, pp. 365-368. Logroño, España: Centro de Investigación, Gobierno de la Rioja.
- CASTRO P. (2000) Determinación de carbohidratos no estructurales en forrajes. En: *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, pp.447-453. Santiago de Compostela, España: Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria, Xunta de Galicia.
- CHAMBERLAIN A.T. Y WILKINSON J.M. (1996) *Feeding the dairy cow*. Marlow, Bucks, Reino Unido: Chalcombe Publications.
- DALE A., LAIDLAW S., BAILEY J., MAYNE S., FROST P. Y HAMELEERS A. (2011) *Low input forages for ruminant production systems*. End of Project Report to AgriSearch. AFBI, Hillsborough, County Down, Northern Ireland. 43 pp.
- DELGADO I. (1979) Características fisiológicas y agronómicas del ray-grass Westerwold en el Valle Medio del Ebro. *Pastos*, 9(2), 72-84.
- DELGADO I. (2012). Abandono de tierras y cubiertas vegetales orientadas a la producción de pastos en zonas áridas y semiáridas de la cuenca media del Ebro. En: Canals R.M. y Emeterio L. (Eds) *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción*, pp. 529-534. Pamplona, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- DEMARQUILLY C. (1986) L'ensilage et l'évolution récente des conservateurs. *Bulletin Technique C.R. Z. V.Theix, INRA*, 63, 5-12.
- FARIANI A., WARLY L., MATSUI T., FUJIHARA T. Y HARUMOTO T. (1994) Rumen degradability of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) harvested at three different growth stages in sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 7(1), 41-48.
- FERNÁNDEZ-LORENZO B., FLORES G., GONZÁLEZ-ARRÁEZ A., VALLADARES J. Y CASTRO P. (2007) Comparación de las rotaciones forrajeras guisante-triticale/maíz y raigrás italiano/maíz. En: *Los sistemas forrajeros: entre la producción y el paisaje. Actas de la XLVI Reunión Científica de la SEEP*, pp. 234-241. Vitoria, España: SEEP.
- FERNANDEZ-LORENZO B., DAGNAC T., GONZALEZ-ARRAEZ A., VALLADARES J., PEREIRA-CRESPO S. Y FLORES G. (2009) Sistema de producción de leche en Galicia. Evolución y estado actual. *Pastos*, XXXIX(2), 251-294.
- FLORES G., GONZALEZ-ARRAEZ A., CASTRO J., PIÑEIRO J. Y CARDELLE M. (2002) 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. En: Chocarro et al. (Eds) *Producción de pastos, forrajes y céspedes. Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP*, pp. 479-484. Lleida, España: Edicions de la Universitat de Lleida.
- FLORES G., DÍAZ N., VALLADARES J., FERNÁNDEZ LORENZO B., GONZÁLEZ-ARRÁEZ A., BANDE MJ, PEREIRA S, RESCH C, RODRIGUEZ-DIZ X Y PIÑEIRO J. (2011) Leguminosas anuales en asociación con raigrás italiano como cultivo invernal nas rotacións forraxeiras intensivas das explotacións de leite de Galiza. *Afriga*, 94, 86-98.
- GARGANO A., ADURING M. Y LABORDE H. (1990) Evaluation of four cool season perennial grasses: *in vitro* digestibility and crude protein nutrition. *Abstract Rev.*, 9, 290-311.
- GILL M., BEEVER D. Y OSBOURN D.F. (1989) The feeding values of grass and grass products. En: Holmes W. (Ed) *Grass, its production and utilisation*, pp. 89-129. London, UK: Blackwell Scientific Publications.
- GOERING H. Y VAN SOEST P. (1970) Forage fiber análisis (aparatus, reagents, procedures and some applications). *Agriculture Handbook*, 379, 20 pp. Washington, USA: ARS, USDA.
- LÓPEZ CEDRÓN F.X., RUIZ-NOGUEIRA B., CONFALONE A., PIÑEIRO J. Y SAU F. (2006) Productividad de la rotación anual Raigrás-Maíz en Galicia: Evaluación durante cinco años en regadío y secano y bajo dos sistemas de siembra. *Pastos*, XXXVI(2), 193-216.

- LLOVERAS J. (1982) Estudio comparativo de la producción de praderas y rotaciones de cultivo en Galicia. *Pastos*, XII(1), 145-155.
- MARM (2010) *Anuario de Estadística*. Madrid, España: Secretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- MIYASHIGE T., TAKEZAWA T. Y TAKIZAWA S. (1989) Effect of cutting date and drying temperature on the rumen degradability of crude protein in dehydrated hays of Italian Ryegrass and Alfalfa. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2(3), 336-337.
- MORENO-RÍOS R. Y SÁNCHEZ-VIZCAÍNO E. (1976) Rendimientos en forraje y digestibilidad *in vitro* de algunas variedades de raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) *Pastos*, 6(2), 392-399.
- OLIVEIRA J.A., AFIF-KHOURI E., PALENCIA P. Y GORGOSO J. (2013) Efecto del abonado nitrogenado sobre el primer corte de primavera en un cultivo invernal de raigrás italiano. En: Olea L. et al. (Eds) *Los pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades*, pp. 227-234. Badajoz, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- PIÑEIRO J. Y PÉREZ M. (1978) El nitrógeno en una mezcla de Ray-grass italiano y Trébol violeta. *Pastos*, VIII(2), 239-263.
- PIÑEIRO J. Y PÉREZ M. (1999) Valor agronómico de prateses. Síntesis 78/99 Galicia-Asturias-Navarra. *Memoria CIAM 1999*, p. 37.
- PIÑEIRO J., DÍAZ N. Y PÉREZ M. (2001) Raigrás italiano. *Agricultura: Revista agropecuaria*, 828, 437-443.
- PIÑEIRO J., DÍAZ N., BANDE M.J. Y FERNÁNDEZ-PAZ J. (2011) Guisante, veza y haboncillo como cultivos forrajeros de invierno en explotaciones ganaderas de Galicia. En: Calleja A. et al. (Eds) *Pastos: fuente natural de energía*, pp. 265-271. León, España: Área de Publicaciones de la ULE.
- SALVIA J., SERRA J., ARAGAY M. Y CARRÉ X. (2005) Incidencia del momento de aprovechamiento sobre la calidad y la producción del raigrás italiano alternativo (*Lolium multiflorum* Lam. ssp. *alternativum*). En: Osoro K. et al. (Eds) *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural* (Vol. II), pp. 489-495. Gijón, Asturias, España: SERIDA.
- SAS INSTITUTE (2000) *SAS/Stat User's Guide, v.8.1*. Cary, NC, EEUU: SAS Institute Inc.
- TILLEY J.M.A. Y TERRY R.A. (1963) A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grasslands Society*, 18, 104-111.
- VALENTE M., PEIRETTI P., CANALE A., BORREANI G. Y CIOTTI A. (1998) Forage quality and quantified morphological stage relationships in Italian ryegrass during the spring growth cycle. II Chemical composition and nutritive value. *Italian Journal of Agronomy*, 2(1), 47-55.



MODELOS DE INTEGRACIÓN DEL GANADO OVINO EN EL OLIVAR ANDALUZ

M. D. CARBONERO MUÑOZ¹, E. FAJARDO NOLLA², J. R. LEAL MURILLO², J. E. GUERRERO GINEL³, A. GARCÍA MORENO² Y P. FERNÁNDEZ REBOLLO²

¹ Área de Producción Agraria, IFAPA. Centro Hinojosa del Duque. Junta de Andalucía. Crta El Viso, km 15. 14270 Hinojosa del Duque (Córdoba)

² Departamento de Ingeniería Forestal, ETSIAM. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales 14071 Córdoba (España) e-mail: ir1ferep@uco.es

³ Departamento de Producción Animal, ETSIAM. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales 14071 Córdoba (España)

Historial del artículo:

Recibido: 07/06/2013

Revisado: 26/08/2013

Aceptado: 07/01/2014

Disponible online: 14/04/2014

Autor para correspondencia:

pfernandez@uco.es

ISSN: 2340-1672

Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos>

Palabras clave:

sistema agrosilvopastoral, *Knowledge Based System*, pastoreo, agricultura y ganadería ecológica

Keywords:

agrosilvopastoral system, *Knowledge Based System*, grazing, organic farming

RESUMEN

Este trabajo describe diferentes modelos de integración del ganado ovino en olivares. Para ello se han analizado siete olivares situados en distintas zonas de Andalucía, con una superficie agraria útil de 8 a 93 ha y marcadas diferencias en el potencial productivo (desde 800 hasta 3500 kg/ha de aceituna). Mediante entrevistas realizadas a los oliveros se ha obtenido información sobre la gestión del olivar y del ganado ovino, que se ha analizado con la metodología KBS (*Knowledge Based System*). Se han distinguido dos modelos de gestión en función de las características del olivar, la disponibilidad y cercanía de pastos alternativos para el ganado, y la orientación productiva de la explotación (ecológica o convencional). En todos los casos, los motivos principales para el uso del ganado en los olivares han sido reducir la competencia por agua entre el olivo y la hierba y obtener una producción animal. No obstante, el pastoreo ha estado presente en otros módulos tácticos: asegurar una nutrición adecuada al árbol, conservar el suelo, facilitar la cosecha y el control de plagas y enfermedades o dotar al árbol de una arquitectura adecuada para la producción. La integración del ganado en el olivar puede realizarse en diferentes escenarios económicos y ambientales aportando beneficios al simplificar algunas tareas, por lo que dirigido de manera conveniente puede ser una herramienta de gestión a considerar.

ABSTRACT

We describe different models of sheep grazing management in olive orchards based on the analysis of seven farms located in different areas in Andalusia. These farms ranged from 8 to 93 ha, and showed remarkable differences in olive productions (from 800 to 3500 kg ha⁻¹). The information on olive orchard and sheep management collected from the farmers was analysed with the KBS methodology (*Knowledge Based System*) in order to build sound management models. We identified two general management models according to environmental constraints, distance to alternative grazing areas and orientation of production system (organic vs. conventional). In all cases, the main reason to graze olive orchards is to reduce the competition for water between herbaceous plants and olive trees. Important additional motivations for farmers to use sheep grazing are the improvements of soil nutrients availability and conservation, tree architecture and health, olive harvesting, and revenues from animal production. Our results show that an adequate integration of sheep grazing and olive farming is possible and beneficial under different environmental and economic scenarios.

INTRODUCCIÓN

El olivar es uno de los sistemas agrícolas más representativos de Andalucía y de otros puntos del sur de la Península Ibérica. En Andalucía se extiende sobre 1 500 000 ha, constituyendo el 37 % de la superficie cultivada, y el 17 % de la superficie total andaluza (Junta de Andalucía, 2013). Su importancia va más allá de la meramente productiva, siendo un elemento de identidad cultural y de paisaje al que un amplio sector de la población está estrechamente vinculado, por lo que es preciso observarlo como algo más que un cultivo (Guzmán Álvarez, 2004).

En las últimas décadas el cultivo del olivo se ha intensificado y expandido sobre todo en aquellas zonas más fértiles, generando en numerosas ocasiones problemas ambientales (pérdida de biodiversidad, erosión del suelo y contaminación edáfica y ambiental) y económicos (como un exceso de oferta escasamente diferenciada), que ha conllevado una disminución de la rentabilidad de este cultivo (Guzmán Álvarez *et al.*, 2008). Además, un 57 % de la superficie del olivar andaluz se localiza sobre suelos con severas limitaciones productivas y muy erosionables, existiendo un alto riesgo de abandono (Gómez y Giráldez, 2008).

La gestión del olivar como un sistema agrosilvopastoral donde convive el estrato arbóreo con una cubierta herbácea estable y un aprovechamiento ganadero, podría constituir una alternativa viable en algunos olivares, ya que ambas producciones pueden verse beneficiadas tanto desde un punto de vista económico, como social y ambiental (Fernández Rebollo *et al.*, 2004a). De hecho el uso múltiple del territorio ha sido una estrategia muy común hasta hace relativamente poco tiempo, especialmente en medios de baja fertilidad, debido a la necesidad de los sistemas de ser autosuficientes ya que los recursos externos que se podían aportar eran escasos y caros, lo que abocaba a la agricultura a estar estrechamente unida a la ganadería (Martin, 2004). Numerosos casos ejemplifican este uso múltiple del suelo en las regiones agrarias mediterráneas, entre los que habría que destacar las dehesas ibéricas, las pumaradas asturianas, los cultivos de almendro de Levante y las fresnedas adehesadas.

Cada elemento (árbol, pasto y ganado) tiene su función en estos sistemas de uso múltiple. Así el árbol es fuente de varios recursos siendo la producción de fruto en muchos casos el principal, pero también existen otros, como el ramón de la poda con una importancia estratégica para la alimentación del ganado, o la madera para la fabricación de utensilios y como fuente de combustible (Tello, 1999). El pasto de estos sistemas es un recurso muy importante para la ganadería extensiva que basa su alimentación en el aprovechamiento de los diferentes recursos forrajeros y subproductos derivados de la gestión del territorio. Adicionalmente, una adecuada gestión del ganado contribuye a la mejora de estas cubiertas



© Ernesto Fajardo Nolla

Rebaño de ovejas pastoreando una finca de olivar en otoño.

vegetales a través de la dispersión de las semillas, lo que incrementa la biodiversidad y favorece la estabilidad y fertilidad edáfica (Fernández Rebollo *et al.*, 2004a). Sin embargo las interacciones entre olivar y ganadería pueden ser negativas si el manejo de ganado no se realiza de forma correcta, con un riesgo de disminución de la cosecha y de degradación de los recursos (Gaitán *et al.*, 2011).

Hoy en día se están buscando modelos de gestión del olivar más estables y sostenibles, en los que puede jugar un papel importante el ganado. Sin embargo, al ser reducido el número de explotaciones mixtas en la actualidad, existen grandes interrogantes respecto a la gestión del pastoreo en los olivares y, en general, predomina la percepción de que el ganado provoca daños importantes en los árboles, lo cual puede disminuir la rentabilidad de los olivares (Carbonero *et al.*, 2013). Sólo es posible superar estas reticencias a través de la identificación de aquellas técnicas y conocimientos de los olivares que han utilizado el pastoreo como estrategia de control de la vegetación herbácea y arbustiva en sus explotaciones, ajustando y ensamblando año tras año ambos sistemas para no producir graves impactos sobre la producción de aceituna, y al mismo tiempo conseguir una producción animal aceptable. Sin embargo, entender el funcionamiento de un sistema tan complejo como el de los olivares pastoreados no es sencillo, pues requiere integrar los conocimientos tradicionales y las prácticas habituales en un contexto técnico-científico y viceversa. En este sentido, la metodología KBS (*Knowledge Based System*) (Girard y Hubert, 1999; Meot *et al.*, 2003) puede ser útil, ya que afronta el estudio de ecosistemas complejos desde diferentes puntos de vista y de forma multidisciplinar, considerando tanto aspectos cuantitativos como cualitativos del funcionamiento de los sistemas, lo que facilita la comprensión del conocimiento práctico de los agricultores y su aplicación en la gestión de las fincas. Como indica Monserrat (1999): "...las ideas no bastan y toda la literatura que producimos queda inmovilizada, retenida... Progresan el conocimiento teórico, pero falta el más práctico de quienes lo utilizan y perfeccionan...".

Así pues, el objetivo de este trabajo ha sido caracterizar distintos modelos de integración del ganado ovino en el olivar, con el fin de identificar estrategias de manejo exitosas aplicadas en estos sistemas agrosilvopastorales en Andalucía.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se han analizado siete explotaciones que realizan pastoreo con ganado ovino en el olivar. En todas ellas, el uso agrícola es la principal orientación y el ganado pertenece al propietario del olivar. La selección de las explotaciones se ha realizado con la intención de abarcar diferentes contextos representativos de la heterogeneidad del campo andaluz (Tabla 1). Las variables físicas y ambientales de las explotaciones se han obtenido de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), de visitas *in situ* y entrevistas personales.

La recopilación de datos relativos a la gestión y la producción agrícola y ganadera de cada explotación se ha obtenido mediante la realización de una entrevista estructurada a los agricultores de cada explotación acompañada de visitas a la finca. En la entrevista se incluyeron aspectos relativos a las características del olivar y el ganado, técnicas de cultivo y calendario de actuaciones, estrategias de control de las cubiertas vegetales, estrategias de pastoreo, técnicas de conservación del agua y el suelo, percepción de los beneficios e inconvenientes del pastoreo en los olivares, comercialización de productos y subvenciones recibidas.

A partir de esta información se han identificado modelos de gestión siguiendo los pasos propuestos en la metodología KBS:

1. Elaboración de calendarios de las actividades desarrolladas en la finca de olivar relacionadas con la gestión agrícola y del ganado.
2. Reconocimiento de módulos tácticos. Un módulo táctico engloba todas aquellas actuaciones que persiguen una misma meta. Estas actuaciones pueden estar (i) concatenadas por relaciones causales, sustentadas en el conocimiento de los procesos biológicos; o (ii) fundamentadas en la técnica o manejo; o (iii) basadas en el conocimiento propio de las condiciones concretas de cada explotación, considerándose de previsión (Girard y Hubert 1999). Por tanto en esta etapa se integran diferentes fuentes de conocimiento.
3. Identificación de secuencias estratégicas. La organización temporal de los diferentes módulos tácticos identificados define la secuencia estratégica de cada explotación. El agrupamiento posterior de las explotaciones en función de la similitud de sus secuencias estratégicas conforma los modelos de gestión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Módulos tácticos en la gestión de los olivares que se pastorean

El análisis de la información recogida nos ha permitido diferenciar siete módulos tácticos en los cuales está involucrado el pastoreo del ganado ovino. Algunas actuaciones aparecen en distintos módulos, pues su ejecución garantiza la consecución de varias metas. A continuación se analiza cada uno de ellos:

	P1	P2	P3	C1	C2	S1	S2
Localización	Pozoblanco (Córdoba)	Pozoblanco (Córdoba)	Pozoblanco (Córdoba)	Linares (Jaén)	Hinojosa del Duque (Córdoba)	Montefrío (Granada)	Montefrío (Granada)
Altitud (m)	600	620	500	350	600	900	870
PMA (mm)	650	650	650	547	433	633	633
TMA (°C)	16,6	16,6	16,6	16,9	15,2	14,6	14,6
Tipo de suelo	Silíceos-litosoles	Silíceos-litosoles	Silíceos-litosoles	Silíceos-cambisoles y luvisoles	Silíceos-cambisoles	Calcáreos-albariza	Calcáreos-albariza
Orografía	Escarpada	Escarpada	Escarpada	Llana	Llana	Alomada	Alomada
Superficie olivar (ha)	56	93	55	20	15	50	8
VS (ha)	2,7	3,0	2,5	1,0	0,2	0,6	0
Raza ovino	Merino	Merino	Merino	Segureño	Merino	Merino cruzado	Merino cruzado
N (ovejas)	320	170	55	500	180	200	20
Tipo de pastoreo	Rotacional	Rotacional	Continuo	Rotacional	Continuo	Continuo	Rotacional
D (días)	180	365	365	150	150	150	120
Superficie media parcela (ha)	14	23	55	5	15	50	1,6
Ritmo de rotación entre parcelas	2 semanas	3 semanas	-	1 semana	-	-	5 días
Horas de pastoreo/día	24	24	24	8	8	8	5
UA	Almendo-Rastrojera	Dehesa	-	Dehesa	Dehesa/Rastrojera	Rastrojera / Aprisco-Monte	Rastrojera / Aprisco
Distancia UA. (km)	11	40	0	0	0	0	1
Orientación agrícola	Aceite ecológico	Aceite ecológico	Aceite ecológico	Aceite ecológico	Aceite ecológico	Aceite convencional	Aceite convencional
Orientación ganadera	Cordero ecológico	Cordero convencional	Cordero ecológico	Cordero ecológico	Cordero ecológico	Cordero convencional	Cordero convencional
PA (kg /ha)	1785	1986	818	3125	990	3500	3125

PMA: Precipitación media anual; TMA: Temperatura media anual; Orografía: pte llana <5 %, pte alomada 5-20 %, pte escarpada >20 %; VS: Superficie de vegetación arbustiva silvestre dentro del olivar; N: Tamaño medio del rebaño que pastorea el olivar; D: Días de pastoreo en el olivar; H: horas al día que el ganado permanece en el olivar; UA: Terrenos de pastoreo complementarios al olivar. PA: Producción aceituna, kg aceituna por hectárea.

TABLA 1. Características generales de las fincas de olivar que son pastoreadas.

TABLE 1. General features of the studied olive orchards grazed by sheep.

1. Aseguramiento de una disponibilidad hídrica favorable para el olivo

En el olivar que se pastorea, la planificación de todas las actuaciones gira en torno al principal módulo táctico que es el control de la cubierta herbácea y leñosa para evitar la competencia hídrica con el olivo (Tabla 2). Pastor et al. (1999) citan que la competencia de la vegetación espontánea con el olivo por el agua puede ser especialmente negativa a finales de la primavera. Para realizar este control, algunas explotaciones mantienen el pastoreo durante todo el año con cargas ganaderas bajas y constantes (1,0 ovejas ha⁻¹ en P3), o variables según el periodo del año y la abundancia de pastos (2,5-0,4 ovejas ha⁻¹ en P2); mientras que la mayoría de las explotaciones realizan un pastoreo restringido a los meses de invierno y primavera con carga ganadera constante (5,8, 4,0 y 2,5 ovejas ha⁻¹ en P1, S1 y S2 respectivamente) o variable (6,0-2,5 ovejas ha⁻¹ en C1 y 12,0-2,6 ovejas ha⁻¹ en C2)

El inicio del pastoreo en estas últimas explotaciones lo marca la realización de la poda en el olivar, que a su vez sucede inmediatamente a la recogida de la cosecha. Es por ello que en algunas fincas el inicio del pastoreo se produce en enero pero en otras se retrasa hasta marzo. El agostamiento del pasto desencadena la finalización del pastoreo. La explotación S1 realiza además un pastoreo en otoño, aunque en esta época no existe una competencia por agua entre el olivo y los pastos que justifique su necesidad y el ganado podría causar daños a la cosecha de aceituna a través del ramoneo. En un caso (P2), el ovino pastorea durante el otoño parcelas de olivar con presencia de matorrales (muy abundantes en los linderos), tratando el olivarero de controlar su avance, ya que este tipo de vegetación extiende más allá de la primavera (cuando los pastos se agostan) la competencia por aquellos recursos hídricos que puedan estar situados en capas más profundas del suelo.

En cualquier caso, el mantenimiento del ganado durante todo el año en el olivar pasa por amoldarse a la oferta de pasto en

las diferentes estaciones. Si se opta por el mantenimiento durante todo el año de cargas ganaderas muy bajas, el control del pasto de primavera puede realizarse de manera defectiva. De igual forma, en los olivares con pastoreo estacional puede producirse exceso de pasto si se producen lluvias al final de la primavera que facilitan el rebrote de la hierba una vez que se ha retirado el ganado, con el consiguiente perjuicio sobre la producción de aceituna (Rallo y Cuevas, 1999). Para corregir este defecto los olivareros recurren a técnicas complementarias, como el desbroce o laboreo (C2, S1 y S2). El ganado equino también es utilizado para acabar de apurar el pasto al final de la primavera sin producir daños de entidad al olivo por ramoneo (C1).

2. Aseguramiento de una disponibilidad de nutrientes favorable para el olivo

El aseguramiento de la disponibilidad de nutrientes para el olivo en los olivares pastoreados no se reduce exclusivamente a la aplicación puntual de un fertilizante, sino que busca un equilibrio entre las entradas y las salidas de nutrientes, tratando de cerrar al máximo su ciclo en el olivar (Tabla 3). Así, en todas las explotaciones se produce una fertilización continua de diferente intensidad debida al pastoreo del ganado ovino, que los propietarios tratan de distribuir de manera homogénea mediante el manejo del rebaño. El aumento de leguminosas propiciado por el pastoreo puede repercutir positivamente en el crecimiento del árbol (Blázquez y Fernández, 2008). Casi todas las explotaciones (salvo C1) fertilizan parcial o totalmente con estiércol o compost procedente de la explotación. Además, en la mayoría (P1, P2, P3, C1, S2) la leña fina de la poda se pica y se deja en superficie, y en algunos casos (P2) se incorpora junto con el estiércol y mediante laboreo al suelo, a fin de minimizar las pérdidas de nutrientes por volatilización y arrastre (Labrador, 2001). De hecho la fertilización se realiza habitualmente después de la poda y la eliminación de sus restos. Adicionalmente, C2 retrasa la fertilización con estiércol y su

Finca	Actuación	Periodo											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P1	Pastoreo ovino rotando por parcelas; CG fija en olivar	[Green bar]											
	Pastoreo equino en parcelas tras poda o aclareo	[Green bar]											
P2	Pastoreo ovino rotando por parcelas; CG variable en olivar ¹	[Green bar]											
	Pastoreo equino en parcelas tras poda o aclareo	[Green bar]											
P3	Pastoreo continuo ovino; CG fija en olivar	[Green bar]											
C1	Pastoreo ovino rotando por parcelas; CG variable en olivar ¹	[Green bar]											
	Pastoreo equino	[Green bar]											
C2	Pastoreo continuo ovino; CG variable en olivar ¹	[Green bar]											
	Laboreo para control de pasto	[Red bar]											
S1	Pastoreo continuo ovino; CG fija en olivar	[Green bar]											
	Desbroce para control de pasto	[Red bar]											
S2	Pastoreo ovino rotando por parcelas ² ; CG fija en olivar	[Green bar]											
	Desbroce para control de pasto	[Red bar]											

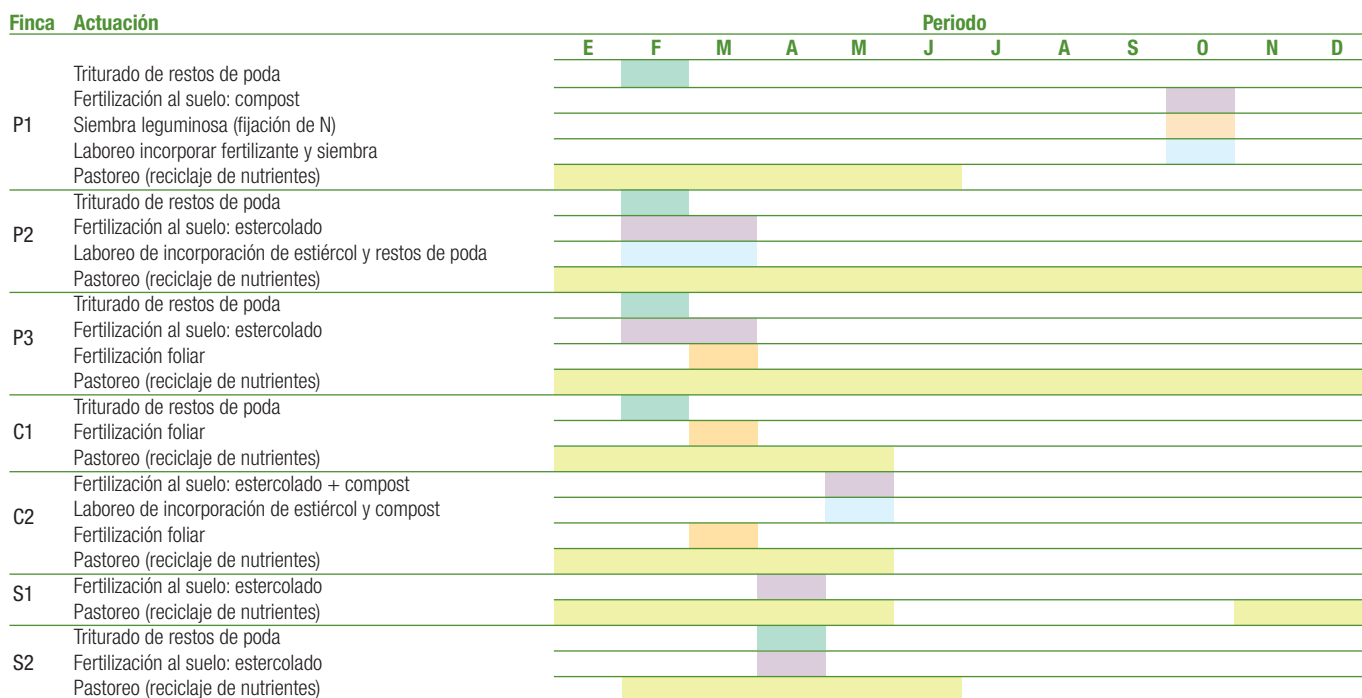
Cada tipo de acción se representa con un color diferente. CG: carga ganadera.

¹ La carga ganadera se ajusta según la disponibilidad de pastos.

² Parcelas delimitadas por cerca eléctrica. Suele dividirse el olivar en 5 parcelas de superficie similar.

TABLA 2. Acciones asociadas al Módulo “Aseguramiento de una disponibilidad hídrica favorable para el olivo” en olivares que se pastorean.

TABLE 2. Management actions of module “Assurance of water availability in the tree” in olive orchards grazed by sheep.



Cada tipo de acción se representa con un color diferente.

TABLA 3. Acciones asociadas al Módulo “Aseguramiento de una disponibilidad de nutrientes favorable para el olivo” en olivares que se pastorean.

enterrado hasta el final de la primavera para así poder controlar de paso el pasto sobrante tras el pastoreo primaveral. La explotación P1, además trata de mejorar la fijación de nitrógeno en el suelo a través de la siembra de leguminosas forrajeras, siendo la única que estercola en otoño.

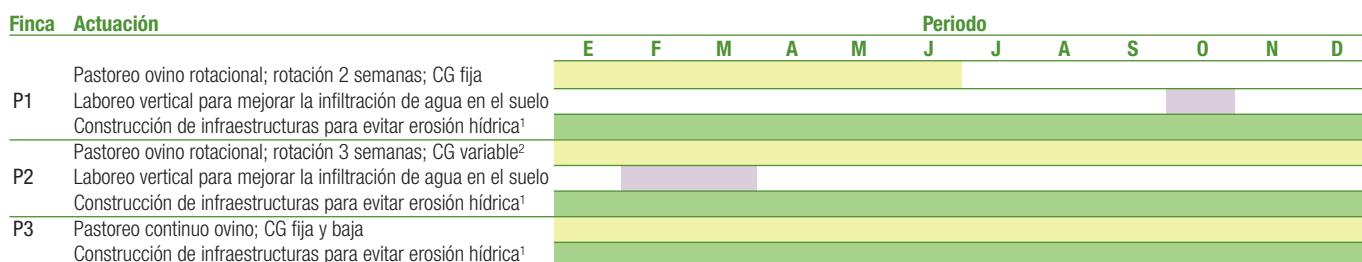
3. Conservación del suelo

La conservación de suelo constituye un objetivo básico para las explotaciones P1, P2 y P3 localizadas en áreas de fuertes pendientes (Tabla 4). De hecho las tres dedican un esfuerzo importante a la construcción y mantenimiento de infraestructuras para disminuir el impacto de la erosión hídrica, dada la frecuente torrencialidad de las lluvias, especialmente al inicio del otoño. Adicionalmente, en el manejo del ganado subyace constantemente la preocupación de que éste no incremente la erosión, recurriendo para ello a rotaciones por parcelas (P1 y P2), mantenimiento de cargas

TABLE 3. Management actions of module “Assurance of nutrients availability in the tree” in olive orchards grazed by sheep.

ganaderas bajas de manera continua (P3) o ajustes de la carga ganadera en función de la disponibilidad de pasto (P2). De hecho P1 cita el aumento de la erosión como uno de los motivos para no realizar pastoreo otoñal.

Distintos trabajos (Fernández Rebollo *et al.*, 2004b; Bilotta *et al.*, 2007; Drewry *et al.*, 2008) constatan que la compactación producida por el pisoteo del ganado solo afecta a la superficie del suelo; lo que en condiciones de escasa cobertura de pasto puede incrementar considerablemente los riesgos de erosión por escorrentía. En P1 y P2, esta compactación superficial trata de compensarse mediante el laboreo en rotaciones largas y con aperos verticales con el fin de romper esta capa dura y superficial y mejorar la infiltración de agua en el suelo. P1, P2 y P3 tratan de contener la erosión adicionalmente manteniendo la vegetación natural en los cauces y bosquetes dispersos dentro de las lindes.



Cada tipo de acción se representa con un color diferente. CG: carga ganadera.

¹ Incluye estabilización y relleno de cárcavas, mantenimiento de la vegetación de ribera y conservación de albarradas.

² La carga ganadera del olivar se ajusta según la disponibilidad de pastos.

TABLA 4. Acciones asociadas al Módulo “Conservación de suelo” en olivares que se pastorean.

TABLE 4. Management actions of module “Soil conservation” in olive orchards grazed by sheep.

4. Consecución de una arquitectura arbórea adecuada para la producción y recolección de aceituna

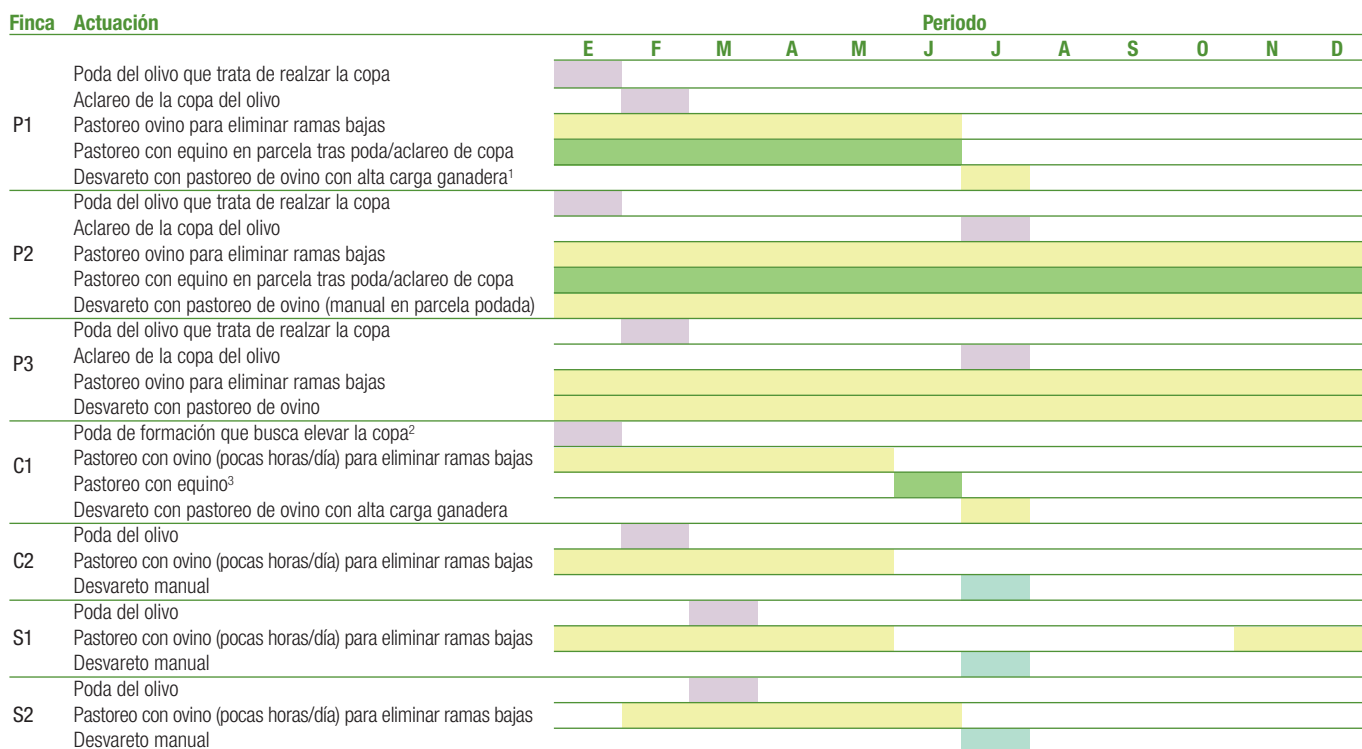
En el olivar que se pastorea, la poda es una acción de especial relevancia, no sólo por su incidencia en la producción y recolección de la aceituna, sino también por su papel en la alimentación del ganado y por constituir el punto de partida a partir del cual se concatenan otras labores como el control del pasto mediante el pastoreo (Tabla 5).

La poda del olivo persigue dotar al árbol de una arquitectura adecuada para la producción y la recolección (Rallo y Cuevas 1999), siendo una práctica cuya frecuencia se encuentra ligada al vigor del árbol y a los usos tradicionales. En la mayoría de las explotaciones (P1, P2, P3 y C1) a estos objetivos se une el minimizar los daños por ramoneo para lo que se trata de elevar la copa del árbol (entre 50-100 cm) bien subiendo la cruz, eliminando ramas bajas o seleccionando ramas fructíferas no demasiado horizontales. Para algunas explotaciones esta actuación, motivada por el uso del ganado, está facilitando la mecanización de la recolección (C1, S1, S2).

En las explotaciones P1 y P2 se utiliza al equino para pastorear las parcelas que se han podado, a fin de evitar el ramoneo

sobre los brotes que darán lugar a las futuras ramas fructíferas. Ésta no es la única forma de minimizar los daños sobre el olivo, adoptándose otras medidas como las jornadas de pastoreo de corta duración (entre dos y cinco horas al día), lo que sucede en la mayoría, (C1, C2, S1 y S2), la rotación frecuente del ganado entre las parcelas (P1, P2 y C1), o el aporte de alimentos fibrosos cuando el pasto presenta una digestibilidad alta (Fernández Rebollo y Carbonero, 2008; Blázquez y Fernández Rebollo, 2008).

Otra práctica es el desvareto o eliminación de los brotes vigorosos que nacen en la base del tronco, los chupones. Tradicionalmente esta práctica se ha realizado a mano durante la época de parada vegetativa del olivo suponiendo un coste muy importante para las explotaciones, que puede ascender a 87 €/ha en aquellas localizadas sobre fuertes pendientes (Carbonero *et al.*, 2013). Así, en aquellas explotaciones (P2 y P3) con presencia de ganado durante todo el año, éste elimina las varetas sin necesidad de intervenciones adicionales. En aquellos olivares que solo se pastorean en invierno-primavera se consigue un desvareto parcial que se complementa con la incursión del ganado en verano a altas cargas ganaderas durante cortos periodos de tiempo (P1 y C1), o de forma manual (C2, S1 y S2). En P1, se utilizan para esta tarea las corderas de



Cada tipo de acción se representa con un color diferente.

¹ Este pastoreo se realiza con borregas de reposición.

² Es un olivar joven y está aún en formación.

³ Se pastorea con equino para reducir los daños por ramoneo del ganado ovino más frecuentes al final de la primavera.

TABLA 5. Acciones asociadas al Módulo “Consecución de una arquitectura arbórea adecuada para la producción y recolección de aceituna” en olivares que se pastorean.

TABLE 5. Management actions of module “Improvement of the tree architecture” in olive orchards grazed by sheep.

reposición, que tienen menor tendencia al ramoneo que las ovejas más experimentadas.

5. Mantenimiento de la sanidad del olivo

El control integrado de plagas y enfermedades es un aspecto importante al que también contribuye el pastoreo. Así, las explotaciones P1, P2, P3 y S2 indican la importancia del mantenimiento de una cubierta vegetal diversa para el control de plagas como la mosca del olivo (*Batrocera oleae*) y la polilla del olivo (*Prays oleae*) y reconocen la labor del ganado y su pastoreo en la diversificación de los pastos herbáceos. La importancia del mantenimiento del equilibrio biológico en las explotaciones agrarias ha sido puesta de manifiesto por autores como Sánchez (2004), quien indica que la variabilidad de la vegetación, especialmente la herbácea, incrementa el número total de especies de insectos, minimizando la incidencia de problemas fitosanitarios graves.

6. Facilitación de la recolección de la aceituna

De forma previa a la recolección de la aceituna, es necesario realizar labores de desbroce y alisado del ruedo del olivo. El ganado ovino ayuda a aliviar estas tareas, ya que si ha permanecido en verano en el olivar (caso de P2 y P3) o ha entrado puntualmente a realizar el desvareto (P1 y C1), ha eliminado casi por completo el pasto en el ruedo del olivo y las varetas (Tabla 6). Algunas de las explotaciones visitadas (P1, P2, C1) han eliminado estas tareas previas a la recolección y se las han asignado al ganado ovino, que constituye nuevamente en este sentido una herramienta de gestión.

El adelanto de la recolección de la aceituna en algunos de los olivares pastoreados (P1, P2 y C1), ha sido otro aspecto relevante, que si bien está motivado por la búsqueda de una mayor calidad en el aceite, permite adelantar el pastoreo en invierno.

7. Aseguramiento de una producción ganadera aceptable

En este módulo se han incluido todas aquellas acciones que se realizan para maximizar la producción de cordero ligada al



© Ernesto Fajardo Nolla

Detalle del control del pasto y varetas del olivo realizado en olivar que se gestiona con ovino.

olivar (Tabla 7). Así el inicio del pastoreo en invierno lo marca la ejecución de la poda, entrando los animales a consumir el ramón del olivo para después comenzar a consumir el pasto invernal y primaveral. La finalización de la recolección es la que marca el inicio de la poda, por lo que el adelanto de la cosecha que practican las explotaciones P1 y C1 para mejorar la calidad del aceite también adelanta la entrada de las ovejas en el olivar. Sánchez et al. (2011) indican que el ramón de olivo es un recurso forrajero con unas características nutricionales adecuadas para la alimentación del ganado tanto en fresco como en seco y, dada además la apetencia de la oveja por éste, las explotaciones P2 y P3 han trasladado las labores de limpia de copa al verano para proporcionar un alimento fresco al ganado que permanece allí durante esta época. Además algunas de las explotaciones analizadas (P1, P2, C1, S2) realizan un pastoreo rotando por parcelas a fin de mejorar la homogeneidad del mismo y por tanto mejorar la calidad y la producción de pasto.

Todas las explotaciones tratan de ajustar las necesidades alimenticias del rebaño a la oferta de alimentos del olivar. En este sentido la explotación P3 opta por el mantenimiento de una carga ganadera baja (1 oveja/ha) que permita una alimentación suficiente al rebaño durante todo el año pues no cuenta con ubicaciones alternativas, mientras que el resto de explotaciones retiran al rebaño total o parcialmente hacia otras ubicaciones cuando los recursos del olivar no permiten una alimentación adecuada del rebaño. La finca P2 mantiene un

Finca	Actuación	Periodo											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P1	Pastoreo para preparación de ruedos												
P2	Pastoreo para preparación de ruedos												
P3	Pastoreo continuo para facilitar preparación de ruedos												
	Desbroce y alisado del ruedo del olivo												
C1	Pastoreo puntual para preparación de ruedos												
C2	Desbroce y alisado del ruedo del olivo												
S1	Desbroce y alisado del ruedo del olivo												
S2	Desbroce y alisado del ruedo del olivo												

Cada tipo de acción se representa con un color diferente.

TABLE 6. Acciones asociadas al Módulo “Facilitación de la recolección de la aceituna” en olivares que se pastorean.

TABLE 6. Management actions of module “Improvement of olive harvesting” in olive orchards grazed by sheep.

Finca	Actuación	Pastoreo	Periodo											
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P1	Pasto herbáceo ¹	Pastoreo en jornada completa	■						■					
	Leguminosas forrajeras		■						■					
	Ramón de olivo (podas/varetas)		■						■					
P2	Pasto herbáceo ¹	Pastoreo en jornada completa	■											
	Ramón de olivo (podas/aclareo)		■											
	Matorrales		■											
	Aporte de complemento alimenticio		■											
P3	Pasto herbáceo ¹	Pastoreo en jornada completa	■											
	Ramón de olivo (podas/aclareo)		■											
	Aporte de complemento alimenticio		■											
C1	Pasto herbáceo ¹	Pastoreo diurno	■						■					
	Ramón de olivo (podas/varetas)		■						■					
C2	Pasto herbáceo ¹	Pastoreo diurno	■											
	Ramón de olivo (podas)		■											
	Aporte de complemento alimenticio ²		■											
S1	Pasto herbáceo ¹	Pastoreo diurno	■						■					
	Ramón de olivo (podas)		■						■					
	Aporte de complemento alimenticio		■											
S2	Pasto herbáceo ¹	Pastoreo diurno	■						■					
	Ramón de olivo (podas)		■						■					
	Aporte de complemento alimenticio ²		■											

Cada tipo de acción se representa con un color diferente.

¹ Incluye hojas de las ramas bajas del olivo y de las varetas de la base del tronco.

² Complemento alimenticio a ovejas lactantes.

TABLA 7. Tipo de jornada de pastoreo y alimentos utilizados dentro del Módulo "Aseguramiento de una producción ganadera aceptable" en olivares que se pastorean. Se incluyen las acciones realizadas mientras el ganado permanece en el olivar.

TABLE 7. Type of grazing and feeding management used within the module "Assurance of acceptable parameters of livestock production" in olive orchards grazed by sheep.

número muy bajo de cabezas durante el verano (0,38 ovejas/ha), estando integrado este grupo por animales vacíos y adultos en buen estado de salud que pueden resistir esta época desfavorable y que a su vez actuarán como guías cuando el grueso del rebaño se incorpore en otoño.

Las fincas C1, C2, S1 y S2 tratan de maximizar el consumo de pasto durante el tiempo que el ganado está en el olivar, para lo cual realizan pastoreos de corta duración, a primera hora de la mañana o a última hora de la tarde. De esta manera se minimiza el tiempo que el ganado permanece en el olivar dedicándose a actividades otras que el pastoreo, con lo que se reduce la probabilidad de ramoneo (Blázquez y Fernández Rebollo, 2008; Fernández Rebollo y Carbonero, 2008). Así tanto el ritmo diario de pastoreo como el ritmo de rotación entre parcelas en estos olivares es siempre mayor que en el resto. Un paso más en el ajuste de la oferta de los pastos del olivar a las necesidades del ganado lo ofrece la finca P2 al organizar el pastoreo en función de la fenología del pasto, comenzando inicialmente por las zonas más soleadas en las que la producción de hierba es más temprana y finalizándolo en las umbrías en las que la producción va siempre más retrasada. Además habría que destacar para esta finca la mayor presión del pastoreo otoñal sobre zonas con presencia de matorral, con lo que no sólo se consigue controlarlo sino también diversificar la alimentación al ganado en una época con recursos limitados en el campo y compensar la escasez de fibra de los pastos otoñales (Fernández Rebollo *et al.*, 2004a). Finalmente las explotaciones que mantienen al ganado en verano (P2 y P3) o aquellas que realizan pastoreo durante

unas horas al día y luego concentran a los animales en apriscos (C2, S1 y S2) realizan una complementación alimenticia al rebaño.

Dentro de la especie ovina, en todas las explotaciones se opta por razas autóctonas frente a razas alóctonas de menor rusticidad. Sin embargo el pastoreo en el olivar con razas menos rústicas e incluso cuya orientación principal sea la producción de leche no debería de ser un inconveniente siempre que el manejo se adapte a los objetivos, infraestructuras y características de cada sistema productivo. De hecho existen algunos trabajos que citan los beneficios de una alimentación que incluya el pastoreo en la calidad de la leche y el queso (Morand-Fehr *et al.*, 2007; Delgado-Pertiñez *et al.*, 2012)

B. Secuencias estratégicas en los olivares pastoreados.

Las secuencias estratégicas desarrolladas por las siete fincas estudiadas nos permite agruparlas en dos modelos de gestión. Así, por un lado, encontraríamos un modelo desarrollado sobre zonas de montaña con bajo potencial productivo que engloba a las explotaciones P1, P2 y P3. Esta situación de partida no permite incrementos en la rentabilidad de las fincas mediante un aumento de la producción de aceitunas, por lo que la opción elegida por los olivares es acogerse a un modelo de producción ecológico que pueda diferenciar el producto vía calidad y beneficiarse de las ayudas existentes. La apuesta por el

sector ecológico limita las posibilidades de control químico de la vegetación herbácea y la orografía abrupta y la abundante pedregosidad desaconsejan el laboreo reiterado y dificultan los desbroces (Guzmán y Alonso, 2004). Estos hechos han impulsado a los olivares a utilizar el ganado ovino en la gestión del olivar. No obstante, las fuertes pendientes hacen que la conservación del suelo sea una meta presente en todos. De hecho las principales restricciones al pastoreo en estos olivares se producen para garantizar la conservación del suelo. La abrupta orografía y la diversidad de ambientes y vegetación a ella asociada, facilita también la puesta en práctica de métodos de lucha biológica y preventivos (Sánchez, 2004), mejorando adicionalmente la rentabilidad a través de la reducción de los costes de cultivo (Guzmán y Alonso, 2008; Carbonero *et al.*, 2013).

El hecho de que estos olivares estén inmersos en un área con tradición ganadera, ha permitido la implantación de modelos trasterminantes en los que se producen movimientos de grandes rebaños del olivar hacia otras ubicaciones alternativas y viceversa. Pero también ha permitido la existencia de modelos estantes de pastoreo con pequeños rebaños en el olivar, quizás porque existen canales de comercialización del ovino accesibles para partidas pequeñas. En este último caso, el ganado se alimenta casi en su totalidad de los recursos que la finca le aporta, por lo que la dimensión del rebaño es necesariamente reducida, mientras que en el modelo trasterminante, la dimensión del rebaño se ajusta a la capacidad de pastoreo de las explotaciones o ubicaciones alternativas. La gestión eficaz del ganado en el olivar ha motivado la implantación de infraestructuras como cercas y abrevaderos, que permiten el pastoreo continuo sin vigilancia constante del pastor y evitan la necesidad de apriscos o corrales para que el ganado pernocte.

El segundo modelo de gestión es el desarrollado en zonas llanas con vegetación más homogénea. En ellas el espectro de métodos para el control de la vegetación herbácea se amplía sobre el modelo anterior, por lo que el uso del ganado como elemento de gestión frente a otras opciones tiene un carácter más voluntario. El grado de integración del pastoreo en el olivar se encuentra ligado a la distancia de las ubicaciones alternativas de pastoreo para las épocas más desfavorables. En los casos de proximidad (olivares C1 y C2), el traslado de unas zonas a otras es cómodo, barato e inmediato lo que permite una gran flexibilidad y rapidez en los ajustes si es necesario (carga ganadera, tiempo de pastoreo, rotación entre parcelas, etc.). Esta situación de cercanía entre diferentes ubicaciones es más común en zonas en las que el olivar convive con otros usos como cultivos herbáceos o dehesa, que en áreas de monocultivo del olivar. Evidentemente si en estos casos se añade la opción de la producción ecológica, esta integración es mucho más lógica y buscada, al tratar los gestores de cerrar el ciclo de nutrientes.

Por el contrario, cuando la ubicación alternativa se encuentra distante, lo que es común en las zonas de mayor tradición olivarera (olivares S1 y S2), no es posible la realización de ajustes rápidos con el ganado y se han de usar otras técnicas adicionales para completar la labor del ganado y asegurar la cosecha. La situación en este caso podría asemejarse a la que se presentaría cuando el propietario del olivar no lo sea del ganado, pues además, sus objetivos principales pueden diferir. La mayor tradición y potencialidad agrícola en las explotaciones de este modelo lleva aparejada una menor cultura ganadera que no suele maximizar las posibilidades del ganado en el olivar por temor a potenciales daños sobre la cosecha. De hecho Carbonero *et al.* (2013) indican que en olivares más productivos se tiende a adoptar estrategias más conservadoras en la gestión del ganado, para evitar pérdidas en la producción agrícola.

CONCLUSIONES

La integración del ganado ovino en los olivares es un proceso complejo que implica la consecución y priorización de diversas metas encaminadas a maximizar la rentabilidad del cultivo y unas producciones ganaderas sostenidas en el tiempo. En este estudio se han distinguido dos modelos de gestión en función de las características del olivar, la disponibilidad y cercanía de ubicaciones alternativas para el ganado, y la opción por el cultivo ecológico o convencional. En todos los casos el principal motivo para el uso del ganado es el control del pasto de cara a minimizar la competencia con el olivo por el agua. Pero además, el pastoreo consigue simplificar algunas tareas del olivar como el desvareto o la recolección de la aceituna y contribuye a alcanzar otros objetivos secundarios como el control del matorral, la fertilización continua y el control biológico a través de la diversificación de los pastos herbáceos. Los resultados obtenidos indican que la integración ovino-olivar es posible en olivares de muy diferente condición. Aunque no es posible la generalización de soluciones productivas únicas para la integración de sistemas complejos como son los olivares y el ganado, resulta de suma importancia la generación y difusión de conocimiento práctico que facilite a los gestores de estos sistemas agrícolas la incorporación de herramientas que puedan mejorar su rentabilidad económica y sostenibilidad ambiental.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen sinceramente las sugerencias y comentarios de los revisores anónimos y de los editores, en la medida que han permitido una mejora sustancial en la calidad del artículo. Esta investigación se enmarca dentro del proyecto "Modelos experimentales de olivar adehesado", proyecto innovador asociado a la Red Rural Nacional (2010) financiado por el Ministerio de Medio Ambiente, Rural y

Marino y el FEADER. En él participan la Consejería de Agricultura Pesca y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, la asociación Grupo para el Desarrollo Rural Subbética Cordobesa, el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), y las Universidades de Jaén y Córdoba. Agradecemos a los olivicultores/ganaderos que nos contaron y mostraron cómo gestionaban sus olivares con pastoreo de ganado ovino.

El contrato de M. D. Carbonero está financiado por el programa operativo FSE de Andalucía (2007-2013).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BILOTTA G.S., BRAZIER R.E. Y HAYGARTH P.M. (2007) The impacts of grazing animals on the quality of soils, vegetation, and surface waters in intensively managed grasslands. *Advances in Agronomy*, 94, 237-280.
- BLÁZQUEZ A. Y FERNÁNDEZ REBOLLO P. (2008) Comportamiento del ganado ovino en la dehesa. Una estrategia de mantenimiento de las repoblaciones en la dehesa. En: Fernández *et al.* (Eds) *La dehesa en el norte de Córdoba. Perspectivas futuras para su conservación*, pp. 65-94. Córdoba, España: Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- CARBONERO MD., FAJARDO E., GUERRERO JE, GARCÍA A. Y FERNÁNDEZ REBOLLO P. (2013) Pastoreo en olivares: producción ganadera y efectos sobre los costes de cultivo. En: Poblaciones *et al.* (Eds) *Los pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades*, pp 513-520. Badajoz, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- DELGADO-PERTÍÑEZ M., SILES A., VALENCIA E., MENA Y., FERNÁNDEZ-CABANÁS V.M. Y LABEYRIE D. (2012) Calidad de la leche de cabra de raza payoya durante el verano, en sistemas de pastoreo tipo arbustivo-mediterráneo. En: Canals y San Emeterio (Eds) *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción*, pp. 287-293. Pamplona, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- DREWRY J.J., CAMERON K.C. Y BUCHAN G.D. (2008) Pasture yield and soil physical property responses to soil compaction from treading and grazing –a review. *Aust J Soil Res*, 46, 237-256.
- FERNÁNDEZ REBOLLO P. Y CARBONERO M.D. (2008) Los pastos de las dehesas. Una aproximación a su producción y calidad. En: Fernández *et al.* (Eds) *La dehesa en el norte de Córdoba. Perspectivas futuras para su conservación*, pp. 135-162. Córdoba, España: Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- FERNÁNDEZ REBOLLO P., BLÁZQUEZ A., CARBONERO M.D. Y FERNÁNDEZ R. (2004a) El pastoreo como estrategia para el control de la vegetación espontánea en las forestaciones realizadas en terrenos agrarios. En: Fernández *et al.* (Eds.) *Mantenimiento y Conservación del suelo en forestaciones agrarias*, pp. 139-173. Córdoba, España: AEAC/SV.
- FERNÁNDEZ REBOLLO, P., BLÁZQUEZ, A., AGÜERA, J., LECHUGA, M.P. Y CARBONERO, M.D. (2004b) Efecto del pastoreo con ganado ovino y el laboreo en las propiedades físicas y químicas de un suelo de textura arenosa de dehesa. En: García Criado *et al.* (Eds) *Pastos y ganadería extensiva*, pp 721-726. Salamanca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- GAITÁN A., LÓPEZ I. Y ORTIZ F. (2011) *Estudio comparativo entre olivar ecológico, convencional y adehesado*. Córdoba, España: IFAPA, Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- GIRARD N. Y HUBERT B. (1999) Modelling expert knowledge with knowledge-based systems to design decision aids. The example of a knowledge-based model on grazing management. *Agricultural Systems*, 59, 123-144.
- GÓMEZ J.A. Y GIRÁLDEZ J.V. (2008) Erosión y degradación de suelos. En: Gómez (coord.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*, pp. 45-86. Sevilla, España: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R. (2004) *El palimpsesto cultivado. Historia de los paisajes del olivar andaluz*. Sevilla, España: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R., GÓMEZ, J.A. Y RALLO, L. (2008) El olivar en Andalucía. Lecciones para el futuro de un cultivo milenario. En: Gómez (coord.) *Sostenibilidad de la producción de olivar en Andalucía*, pp. 7-20. Sevilla, España: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- GUZMÁN G. Y ALONSO A. (2004) El manejo del suelo en el olivar ecológico. En: *Manual de olivicultura ecológica*, pp. 55-72. Córdoba, España: ISEC y UCO.
- GUZMÁN G. Y ALONSO A. (2008) A comparison of energy use in conventional and organic olive oil production in Spain. *Agricultural systems*, 98 (3), 167-176.
- JUNTA DE ANDALUCIA (2013) Estadísticas Agrarias. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Junta de Andalucía. (Consulta: enero 2013). Disponible en Web: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/servicios/estadisticas/estadisticas/agrarias/superficies-y-producciones.html>
- LABRADOR J. (2001) *La materia orgánica en los agroecosistemas*. Madrid, España: MAPA y Mundiprensa.
- MARTÍN A. (2004) El monte mediterráneo andaluz como fuente de riqueza biológica y económica. En: Herrera (coord) *El monte mediterráneo en Andalucía*, pp. 163-178. Sevilla, España: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- MÉOT A., HUBERT B. Y LASSEUR J. (2003) Organisation of the pastoral territory and grazing management: joint modelling of grazing management practices and plant cover dynamics. *Agricultural Systems*, 76, 115-139.

- MONSERRAT P. (1999) Causas de mi fracaso como pastólogo. En: Ferrer *et al.* (Eds) Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP, 113-114 pp. Almería, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- MORAND-FEHR P., FEDELE V., DECANDIA M. Y LE FRILEUX Y. (2007) Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 20-34.
- PASTOR M., CASTRO J., MARISCAL MJ., VEGA V., ORGAZ F., FERERES E. E HIDALGO J. (1999) Respuesta del olivar tradicional a diferentes estrategias y dosis de agua de riego. *Investigación Agraria: Producción Vegetal*, 14(3), 393-404.
- RALLO L. Y CUEVAS J. (1999). Fructificación y producción. En: Barranco *et al* (coord.) *El cultivo del olivo*, pp 117-150. Madrid, España: Mundi-Prensa y Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- SÁNCHEZ J. (2004) La biodiversidad: un componente clave para la sostenibilidad de los agroecosistemas. En: *Manual de olivicultura ecológica*, pp. 73-89. Córdoba, España: ISEC y UCO.
- SÁNCHEZ M., RODRÍGUEZ V., SÁNCHEZ F., DÍAZ C., ARREBOLA F., LÓPEZ I., ORTIZ F., VICARIO V. Y REDONDO F. (2011) *Manejo del ganado ovino en olivar adehesado*. Córdoba, España: IFAPA, Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- TELLO, E., 1999. La formación histórica de los paisajes agrarios mediterráneos: una aproximación coevolutiva. *Historia Agraria*, 19, 195-212.

3

REUNIONES CIENTÍFICAS



52 REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA PARA EL ESTUDIO DE LOS PASTOS (S.E.E.P.)

LOS PASTOS: NUEVOS RETOS, NUEVAS OPORTUNIDADES

ADELA MARTÍNEZ FERNÁNDEZ

Vicepresidenta de la SEEP

CONCLUSIONES

DATOS NUMÉRICOS

■ Congresistas en representación de siete países: **España, Francia, Portugal, Túnez, Argelia, Colombia y México:**

• **Participación de España:**

- Representación de 14 Comunidades Autónomas.
- Colaboraciones de 14 Universidades Españolas.
- Colaboraciones de 4 Centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- Colaboraciones de 10 organismos Públicos de Investigación no CSIC.
- Colaboraciones de 3 Centros tecnológicos.
- Administraciones Estatal y Autonómicas.
- Colaboraciones de cooperativas agrarias.
- Particulares.

• **Colaboraciones fuera de España:**

- Colaboraciones de 6 Universidades de México, Perú, Túnez, Reino Unido.
- Colaboraciones de organismos Públicos de Investigación de Francia, Portugal, México y Túnez.

■ **Esta participación ha generado la siguiente participación:**

- 89 inscripciones.
- 4 Ponencias invitadas.
- 59 Comunicaciones (todas con exposición oral).

- 7 de Botánica y ecología de Pastos.
- 22 de Producción vegetal en base a pastos.
- 12 de Producción animal en base a pastos.
- 18 de Sistemas silvopastorales.

■ **El programa de trabajo se estructuró en:**

- 10 Sesiones de trabajo.
- 3 Visitas de campo:
 - Finca Valdesequera.
 - Parque Nacional de Monfrague.
 - Viamonde: ensayos de mejora de pastos.
- Visita guiada por Badajoz.

CONCLUSIONES GENERALES DEL CONGRESO

Los niveles más altos de biodiversidad suelen estar asociados a paisajes alterados o modificados por la acción del hombre y su ganado. Un ejemplo claro es el sistema agrosilvopastoral que conforma la dehesa o los pastos de los Valles y Puertos de los sistemas montañosos. La conservación de la diversidad en territorios extensos, depende de la continuación de las prácticas agrarias que han conformado estos paisajes, entre los que se encuentra el pastoreo.

La diversidad genética de los microorganismos del suelo responsables de su actividad biológica es elevada en los sistemas pastorales y depende del tipo de hábitat y de su gestión. Asimismo, también son diversos los hongos endófitos presentes

en los pastos y esta diversidad está influenciada, en gran medida, por la especie hospedante presentando en general las leguminosas mayor riqueza que las gramíneas. Aunque los efectos de los hongos endófitos aún no están del todo esclarecidos, se han constatado incrementos en la concentración de nutrientes en planta, lo que abre vías novedosas en la mejora de los pastos y de los sistemas pastorales.

Los cultivos forrajeros constituyen una piedra angular de muchos sistemas ganaderos y pastorales, permitiendo a la vez un pastoreo más extensivo en algunos espacios de la explotación y por tanto su conservación. Los trabajos encaminados a mejorar el conocimiento sobre la producción, la calidad, la adaptación a diferentes ambientes o sobre las técnicas de cultivo óptimas de especies, variedades o ecotipos de interés pastoral, ya sean tradicionales o novedosas, permiten avanzar en la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas y en el mantenimiento de los paisajes que genera esta actividad.

La dehesa es un paisaje cultural y un sistema agrario de alto valor natural que alberga elevados niveles de biodiversidad y genera valiosos servicios de abastecimiento, regulación y culturales. Como otros ecosistemas, la dehesa está amenazada por el cambio global, y en especial por los cambios en los usos del suelo. El abandono de prácticas pastorales extensivas y a la adopción de sistemas productivos más intensivos están alterando el equilibrio de este sistema. La inclusión de la dehesa en la Red Natura 2000 como tipo de hábitat de interés comunitario, implica su protección legal, la obligación de mantenerla en un estado de conservación favorable y la de emitir informes periódicos sobre su situación. La definición de "estado de conservación favorable" para la dehesa y su medida no son tareas sencillas, siendo urgente establecer indicadores y valores de referencia que, además, hagan el proceso de evaluación

factible y eficiente. Entre los indicadores deberían contemplarse algunos que hagan referencia a la actividad ganadera y no sólo a la estructura vegetal del sistema.

El ganado constituye una potente herramienta para el control eficaz de la vegetación que debe ser considerado tanto en el mantenimiento de los sistemas forestales –como es el caso de la defensa frente a los incendios forestales mediante el pastoreo de las áreas cortafuego– como en el de los sistemas agrícolas –como el control de la vegetación herbácea en las plantaciones frutales–. La integración en estos sistemas del pastoreo reduce en muchos casos los costes de gestión.

La conservación de la cubierta vegetal y la naturaleza en su conjunto requiere la presencia de una población suficiente en el medio rural, con un nivel adecuado de servicios e ingresos.

Con respecto a la ganadería extensiva, y de acuerdo con las consideraciones derivadas de la 4ª Reunión del Grupo de trabajo de Sistemas Agroforestales de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, que se han corroborado en la 52 RC de la SEEP, es necesario instar a los poderes públicos, al desarrollo de iniciativas que:

- Favorezcan la adquisición de conocimientos científicos sobre nuestros recursos silvopastorales extensivos, su estado de conservación, vulnerabilidad o amenaza, y su capacidad de explotación sostenible.
- Promuevan, a partir de tales conocimientos, iniciativas de transferencia a los ámbitos de gestión concernidos
- Aborden y articulen, en nuestro marco político, un Programa Nacional de Sistemas Silvopastorales.

INSTRUCCIONES PARA AUTORES

ÁMBITO DE LA REVISTA

La revista PASTOS admite artículos originales sobre la producción y utilización de pastos y forrajes, dentro de las áreas de conocimiento siguientes: recursos naturales (suelo, agua, clima, etc.) en los que se basa la producción de pastos y forrajes; ecología, nutrición, protección, selección, mejora, manejo y conservación de especies forrajeras y pratenses; nutrición, alimentación y manejo de animales; sistemas de producción animal con base en pastos y forrajes; aprovechamiento de pastos; impacto ambiental de las explotaciones ganaderas; estudios económicos; etc.

CESIÓN DE DERECHOS DE LOS AUTORES

Dado que la revista es de libre acceso, la publicación en PASTOS implica la cesión de los derechos de los autores para que PASTOS pueda difundir sus artículos a través de las bases de datos que estime oportunas.

IDIOMAS

La revista PASTOS acepta artículos originales en español e inglés.

TEXTOS ORIGINALES

Los textos originales se admitirán en formato Word de Microsoft Office u otro programa de edición de texto que sea fácilmente exportable a Word (p.ej. Apple Pages u OpenOffice Writer). No se requiere ninguna especificación en cuanto a formato (fuente de letras, espacios, etc). La extensión máxima de los artículos científicos será de 70 000 caracteres (sin espacios). Para las revisiones científicas y ponencias de reuniones científicas no hay un límite prefijado de caracteres. Las páginas se numerarán usando la función automática de edición.

ENVÍO DE LOS ORIGINALES

Se enviarán por correo electrónico a uno o a los dos editores principales de la Revista PASTOS, D. Juan Busqué Marcos (juanbusque@cifacantabria.org) y D. Ramón Reiné Viñales (reine@unizar.es). El envío de un trabajo a PASTOS supone que sus autores no han enviado simultáneamente el mismo original a otra revista para su publicación.

PROCESO DE REVISIÓN DE LOS ORIGINALES

Los editores principales enviarán los originales recibidos a uno de los editores asociados del área de conocimiento correspondiente al trabajo. El editor asociado asignará la evaluación a un mínimo de dos revisores anónimos externos y expertos en la temática que revisarán y evaluarán el manuscrito. Con la decisión tomada por éstos, avalada por el equipo editor de PASTOS, el artículo revisado se devolverá al autor en un plazo no superior a 60 días. En caso de ser aceptado, los autores tendrán un plazo de 30 días para devolver la versión corregida. Una vez aceptada la versión definitiva, y tras el proceso de maquetación, el autor recibirá un documento pdf para la corrección de las pruebas de edición que ha de devolver con su visto bueno en 5 días.

ORGANIZACIÓN DEL TEXTO

Los artículos científicos tendrán la siguiente disposición:

- Título principal en idioma original (máximo 25 palabras)
- Título en segundo idioma (inglés o español)
- Título abreviado (para cabecera de páginas; máximo 50 caracteres con espacios)
- Nombre autor/es
- Dirección autor/es
- Correo electrónico del autor de contacto
- Resumen en idioma original
- Resumen en segundo idioma (inglés o español)
- Palabras clave en idioma original
- Palabras clave en segundo idioma (inglés o español)
- Introducción
- Material y métodos
- Resultados
- Discusión (o junto a Resultados)
- Conclusiones
- Agradecimientos
- Referencias bibliográficas

NOMBRE DEL AUTOR O AUTORES

Nombre completo y dos apellidos. La dirección de los autores incluirá la dirección postal completa. Si los distintos autores tienen direcciones diferentes, debe indicarse con un superíndice numérico. Se señalará el autor para la correspondencia con un asterisco y una nota con su correo electrónico a continuación de las direcciones.

Ejemplo: Juan Fernández García*¹, Antonio Gómez Ferrán¹ y Raúl Andrés Sarmiento²

¹ Área de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Cádiz. Plaza de la Ciencia s/n E-25371 Cádiz (España).

² Área de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Toledo. E-45071 Toledo (España).

* jfgarcia@tmail.com

RESUMEN

Debe ser informativo, no indicativo, para permitir al lector apreciar el contenido e interés del trabajo. Debe informar sobre objetivos, metodología, resultados y conclusiones. En su contenido no debe haber referencias ni al texto, ni a las figuras, ni a las tablas del artículo resumido. Máximo de 250 palabras para artículos científicos y notas de investigación, y 400 para las revisiones científicas.

PALABRAS CLAVE

El resumen irá seguido de un máximo de cinco palabras clave que no estén contenidas en el título.

SUBAPARTADOS

Para los apartados "Material y Métodos", "Resultados" y "Discusión", se podrá estructurar el texto en unidades menores como subapartados jerarquizados.

TABLAS

Las tablas deben estar concebidas y estructuradas de tal modo que puedan leerse y entenderse por sí mismas, con independencia del texto. Se recomienda hacerlas con el procesador de textos (usar herramienta insertar tabla, no usar tabulaciones) y nunca insertadas como imagen desde otro programa. Alternativamente se pueden incluir en un fichero de hoja de cálculo tipo Excel de Microsoft Office o similar. Se situarán al final del texto, una tabla en cada página, después del apartado de referencias bibliográficas, aunque los autores podrán indicar su preferencia de ubicación en el trabajo. Los títulos irán encima de las tablas, y se traducirán al segundo idioma inmediatamente debajo del idioma original. Se podrá añadir a pie de tabla la descripción de abreviaturas o cualquier otra información pertinente. Las tablas deben citarse en el texto siguiendo un orden numérico consecutivo.

FIGURAS

Las figuras deben estar concebidas y diseñadas de tal modo que puedan leerse y entenderse por sí mismas, con independencia del texto. Se enviarán en formato JPG o TIF a una resolución mínima de 300 ppp, o como fichero de Excel de Microsoft Office, cada una en un archivo diferente. Se indicará en el texto del artículo su lugar de inserción. Se recomienda que las figuras sean originalmente en color, pero cuidando que sean comprensibles en la escala de grises. El pie (título de la figura) no formará parte de la figura. Se escribirá a continuación de las tablas con la correspondiente traducción al segundo idioma inmediatamente debajo. Las figuras deben citarse en el texto siguiendo un orden numérico consecutivo. Todos sus elementos y símbolos deben ser identificados y se debe mantener el mismo tipo y tamaño de letra en todas las figuras, que será además perfectamente legible.

FOTOGRAFÍAS

Se recomienda incluir dos fotografías que ayuden a entender mejor aspectos importantes del trabajo. Estas deberán enviarse como archivos TIF, JPG o PSD, con una calidad mínima de 300 ppp. Se publicarán en color. El pie (texto de la fotografía) no formará parte de la fotografía. Se escribirá en el texto a continuación de los pies de figuras con la correspondiente traducción al segundo idioma. Es necesario especificar el autor de la fotografía.

CITAS DENTRO DEL TEXTO

Todas las citas que aparezcan en el texto deben figurar también en el apartado de referencias bibliográficas, situado al final del texto, y viceversa.

Se citarán solamente los apellidos de los autores, sin iniciales:

1. Si el nombre/s del autor/es no forma parte del texto el apellido irá entre paréntesis, en letra minúscula, seguidos del año de la publicación, separado por una coma, en el lugar que corresponda.
Ejemplos: Caso de un autor "... (Garcés, 1995a)...", caso de dos autores "... (Pérez y Marqués, 2005)...", caso de más de dos autores "... (Navarro *et al.*, 2010)..."
2. Si el nombre/nombres del autor/es forma parte del texto se pone el año entre paréntesis.
Ejemplos: "...según los trabajos de Garcés (1995a), Pérez y Marqués *et al.* (2005), Navarro *et al.* (2010), ...".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (al final del texto)

Las referencias bibliográficas se ordenarán por orden alfabético de apellidos del autor o primer autor, si son varios. Para distintos trabajos de un mismo autor, o autores, se seguirá el orden cronológico del año de publicación. Si en un mismo año hay más de una publicación de un autor, o autores, se distinguirán añadiendo una letra al año de publicación.

Ejemplo: 2013a, 2013b.

Forma de presentación de las referencias al final del texto:

• Caso de revistas:

Formato:

APELLIDO/S INICIAL/ES [del nombre],...,...,... Y APELLIDO/S INICIAL/ES [del nombre] [de los autores] (año) Título del artículo. *Nombre completo de la revista [en cursiva]*, volumen (número), primera página-última página (del artículo).

Ejemplos:

PÉREZ A. Y MARQUÉS C. (2005) Caracterización de un sistema productivo forrajero basado en el uso de recursos endógenos. *Pastos*, 27(2), 124-145.

NAVARRO A.M., REQUÉS G. Y FERNÁNDEZ-RICO V. (2013) Factores asociados al crecimiento de *Dactylis glomerata* L. bajo distintos niveles de fertilización nitrogenada. *Pastos*, 41(2), 1-14.

• Caso de libros de un solo autor o grupo de autores para toda la obra:

Formato:

APELLIDO/S INICIAL/S [del nombre],...,... Y APELLIDO/S INICIAL/S [del nombre] [de los autores] (año) *Título del libro [en cursiva]*. Ciudad de la Editorial, País: Nombre de la Editorial.

Ejemplos:

ALONSO MARTÍNEZ J. (2008) *Los recursos forrajeros de la baja Extremadura*. Badajoz, España: Ediciones Alday.

JONES J., INGLISH J.K. Y SMITH A.S. (2012) *British grasslands under siege*. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux.

• Caso de libros colectivos, con capítulos escritos por distintos autores:

Formato:

APELLIDO/S INICIAL/S [del nombre],...,... Y APELLIDO/S INICIAL/S [del nombre] [de los autores] (año) Título del artículo o capítulo. En: Apellido/s Inicial/s [del nombre],...,... y Apellido/s Inicial/s [del nombre] [de los editores] (Ed, si es solamente un editor, o Eds, si son dos o más editores) *Título del libro (en cursiva)*, pp. primera página-última página (del artículo o capítulo). Ciudad de la Editorial, País: Nombre de la Editorial.

En el caso de que haya más de dos editores se pondrá solamente el primero seguido de las palabras *et al.*

Ejemplos [con uno o dos editores]:

SMITH A. (2010) Measuring productivity. En: Taylor B.J.F. (ed) *Measures of pasture systems*, pp. 25-40. Bristol, Australia: Ferguson and Liar Ltd.

MARTÍNEZ N. Y RUÍZ M.T. (2002) Fuegos prescritos. En: García P. y Bosque M. (eds) *Usos y problemática del fuego*, pp. 115-147. Ciudad Real, España: Verdeamor.

Ejemplo [con tres o más editores]:

GARCÍA-NAVARRO R., ALVARENGA J. Y CALLEJA A. (2009) Efecto de la fertilización fosfórica sobre la presencia de especies en el forraje

de prados de montaña. En: Reiné R. *et al.* (Eds) *La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas*, pp 197-203. Huesca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

• Caso de recursos en internet:

En el caso de que la referencia bibliográfica tenga un acceso URL a su contenido, se recomienda especificarlo al final de la referencia con la fecha de consulta.

Ejemplo:

ALONSO MARTÍNEZ J. (2008) *Los recursos forrajeros de la baja Extremadura*. Badajoz, España: Ediciones Alday. Disponible en: <http://pastosextremadura.org/librorecursos.pdf>. Consulta: 14 abril 2013.

UNIDADES DE MEDIDA

Para las unidades de medida se seguirá el SI (Sistema Internacional de Unidades). En general, los símbolos se escriben en minúsculas, salvo si se trata de la primera palabra de una frase o del nombre "grado Celsius", quedando invariables en plural. Nunca los símbolos van seguidos de punto, salvo si se encuentran al final de una frase. En este caso el punto corresponde a la ortografía habitual de la frase pero no forma parte del símbolo (es incorrecto escribir kg., ha., km.).

El símbolo de litro será L cuando vaya precedido por un número y 1 cuando lo sea por un prefijo de fracción (ejemplo, ml). Cuando las unidades no vayan precedidas por un número se expresarán por su nombre completo, sin utilizar su símbolo. Ejemplos de símbolos comunes: kilogramo = kg, hectárea = ha, metro = m, kilómetro = km. (en este último caso el punto no forma parte del símbolo, se pone porque es final de frase).

La unidad de medida irá separada del número con un espacio (ej. 5 ml, 5 °C) también en el caso de los porcentajes (ej. 20 %).

Expresión algebraica de los símbolos de las unidades SI

1. Multiplicación. Cuando una unidad derivada está formada multiplicando dos o varias unidades, los símbolos de las unidades se separarán por un espacio. *Ejemplo:* N m.
2. División. Cuando una unidad derivada está formada dividiendo una unidad por otra, se puede utilizar una barra inclinada (/), una barra horizontal o exponentes negativos. *Ejemplo:* m/s o m s⁻¹. No debe utilizarse la barra inclinada y los exponentes negativos en un mismo artículo. Hay que optar por uno de los dos.
3. Nunca, en una misma línea, debe seguir a una barra inclinada un signo de multiplicación o de división, a no ser que se utilicen paréntesis para evitar toda ambigüedad. *Ejemplo 1:* m/s² o m s⁻², son expresiones correctas, pero m/s/s, es incorrecta. *Ejemplo 2:* m kg/(s³ A) o m kg s⁻³ A⁻¹, son expresiones correctas, pero m kg/s³A y m kg/s³ A, son incorrectas.
4. Para las fórmulas matemáticas se utilizará siempre que sea posible el editor de ecuaciones del tratamiento de texto.

NOTACIÓN NUMÉRICA

1. En el texto se utilizarán palabras para los valores de cero a nueve y cifras para los valores superiores.

2. Debe dejarse un espacio entre grupos de tres dígitos, tanto a la izquierda como a la derecha de la coma (15 739,012 53). En números de cuatro dígitos puede omitirse dicho espacio. Los números de los años deben escribirse sin separar el primer dígito del segundo (es correcto escribir año 2011). Ni el punto, ni la coma deben usarse como separadores de los miles.

Ejemplo: el número ciento veintitrés millones trescientos veinticinco mil ciento setenta se escribe 123 325 170 (123.325.170 o 123,325,170 son formas incorrectas).

3. Las operaciones matemáticas solo deben aplicarse a símbolos de unidades (kg/m³) y no a nombres de unidades (kilogramo/metro cúbico).
4. Debe estar perfectamente claro a qué símbolo de unidad pertenece el valor numérico y qué operación matemática se aplica al valor de la magnitud.

Ejemplo: es correcto escribir 35 cm x 48 cm o 100 g ± 2 g (35 x 48 cm o 100 ± 2g son formas incorrectas).

CIFRAS DECIMALES

Dentro del texto en español:

Se separarán de la parte entera por una coma abajo (,).

Ejemplo: 10,17 (10.17 es forma incorrecta).

Dentro del texto en inglés (summary):

Se separarán de la parte entera por un punto.

Ejemplo: 10.17 es correcto.

ABREVIATURAS

Las abreviaturas deberán definirse la primera vez que se mencionen en el texto (*Ejemplo:* "política agraria común (PAC)") y de nuevo en todas las tablas y figuras donde aparezcan. Para los contenidos de minerales se deben usar los elementos químicos. La composición de fertilizantes y otros compuestos químicos puede expresarse con abreviaturas sin indicar definición (ej. P₂O₅).

NOMBRES DE PLANTAS, CULTIVARES, ETC.

El nombre botánico de las plantas se escribirá en cursiva, en letra minúscula, con excepción de la primera del género, que será mayúscula. El nombre de las variedades comerciales, o cultivares, se escribirá con letra normal y entre comillas simples o bien con letra normal precedido de cv (símbolo de cultivar) cuando sigan al nombre botánico de la especie. *Ejemplo:* *Lolium multiflorum* Lam. "Tama" o *Lolium multiflorum* Lam. cv Tama. En el caso de cultivos de microorganismos se indicará la procedencia y denominación cuando estén depositados en colecciones reconocidas. Los nombres vulgares de plantas deben ir seguidos del nombre botánico entre paréntesis la primera vez que aparezcan en el texto.

Se debe consultar y utilizar la terminología de pastos del Nomenclador básico de Pastos en España de Ferrer *et al.* (2001) disponible en <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1694/1696>