

# PASTOS



REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PASTOS | N.º 47 (2). DICIEMBRE 2017 | WWW.SEEPASTOS.ES

S E P



Con la colaboración de:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad

# PASTOS

N.º 47 (2). DICIEMBRE 2017



## En portada...

© A. San Miguel

### Posíos

Los posíos son pastos compuestos fundamentalmente por terófitos que crecen en superficies agrícolas durante el periodo de barbecho o en los primeros años de de abandono. Ocupan áreas muy extensas en España, especialmente en el dominio de las dehesas, y desempeñan un papel muy importante en la alimentación de la ganadería extensiva.

### EDITORES PRINCIPALES

#### Juan Busqué Marcos

Centro de Investigación y Formación Agrarias  
del Gobierno de Cantabria  
busque\_jc@cantabria.es

#### 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 de Pastos

Con la colaboración de:



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad

# SUMARIO

<b>Editorial</b>	<b>4</b>
<b>2. Artículos Científicos</b>	<b>5</b>
<b>Análisis florístico y funcional de pastos de dehesa sobre suelos básicos como diagnóstico previo a la implantación de medidas de restauración</b> María Pilar Rodríguez-Rojo, Sonia Roig Gómez y Celia López-Carrasco	<b>6-17</b>
<b>Valor fertilizante de reemplazo del nitrógeno del purín en un cultivo forrajero invernal según su forma de aplicación: en abanico o inyectado</b> Gregorio Salcedo Díaz	<b>18-28</b>
<b>Efecto de la aplicación de zinc sobre el cultivo de triticale de doble aptitud</b> Angélica Rivera Martín, Nuno Pinheiro, Teodoro García White y María José Poblaciones Suárez-Bárcena	<b>29-35</b>
<b>Análisis del uso ganadero en la Red Natura 2000 de Euskadi</b> Nerea Mandaluniz Astigarraga, Sorkunde Mendarte Azkue, Francisco Javier Pérez Pérez, Amelia Ortubai Fuentes, Carlos Garbisu Crespo, Roberto Jabier Ruiz Santos e Isabel Albizu Beitia	<b>36-45</b>
<b>Instrucciones para autores</b>	<b>46-48</b>

Estimados amigos de *Pastos*, entramos en una nueva etapa de nuestra revista que se caracteriza por nutrirse en parte de los trabajos presentados en las Reuniones Científicas en el tradicional formato congreso, ahora bianuales, de la *Sociedad Española de Pastos*. De esta forma, desde la Junta Directiva de la *S.E.P.* y el anterior equipo de editores de *Pastos*, buscamos mejorar la oferta de trabajos susceptibles de publicarse como artículos de *Pastos* sin perder el rigor científico-técnico. Para poder implementar este cambio, en la última Reunión Científica celebrada en Sevilla se permitió a los participantes presentar sus comunicaciones con texto completo o solo con resumen, rigiéndose la opción de texto completo por las normas de publicación de *Pastos*. De las 59 comunicaciones presentadas, 15 (un 25%) se hicieron con texto completo.

En este nuevo número se presentan los primeros cuatro artículos de estos 15. Se han elegido principalmente buscando diversidad en su temática, sistemas productivos implicados y localización geográfica. El primer artículo de M<sup>a</sup> Pilar Rodríguez-Rojo y col. considera el uso de variables taxonómicas y funcionales para diferenciar distintos pastos permanentes de dehesa de un emblemático espacio protegido de Castilla-La Mancha, remarcando el interés de este enfoque en la formulación de propuestas y en el seguimiento de alternativas de gestión pastoral para la conservación. El segundo trabajo de Gregorio Salcedo ofrece datos cuantitativos del valor fertilizante y de las pérdidas de amoníaco del purín de vacuno lechero según su método de aplicación en un cultivo forrajero invernal típico de la Cornisa Cantábrica. Esta temática es de gran interés y vigencia por la fuerte presión legislativa actual contra los métodos de abonado que generan contaminación atmosférica, y su impacto a corto y medio plazo en las explotaciones ganaderas ligadas a pasto del norte de España. El tercer artículo, de Angélica Rivera y col., contempla métodos de biofortificación con zinc para aumentar la productividad de un cultivo forrajero de *Triticale* de doble aptitud en Extremadura. Por último el cuarto trabajo, de Nerea Mandaluniz y col. cuantifica los usos pastorales de ganaderías extensivas en pastos de montaña de espacios protegidos del País Vasco, explicando también la confección de herramientas de apoyo para la gestión sostenible de estos espacios pastorales de alto valor natural.

Esperamos que esta pequeña muestra de variedad de enfoques, ecosistemas y objetivos que caracteriza nuestro mundo alrededor de los pastos satisfaga vuestra lectura y os sirva para seguir atentos a nuestra revista y *Sociedad Española de Pastos*.

Un abrazo cordial,

**Juan Busqué** (busque\_jc@cantabria.es)

**Ramón Reiné** (rreine@unizar.es)

*Editores en funciones de Pastos*



# 1

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

# ANÁLISIS FLORÍSTICO Y FUNCIONAL DE PASTOS DE DEHESA SOBRE SUELOS BÁSICOS COMO DIAGNÓSTICO PREVIO A LA IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS DE RESTAURACIÓN

María Pilar Rodríguez-Rojo<sup>1</sup>, Sonia Roig Gómez<sup>2</sup> y Celia López-Carrasco<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Ambientales. Universidad de Castilla-La Mancha. 45071 Toledo.

<sup>2</sup> Departamento de Sistemas y Recursos Forestales. Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid.

<sup>3</sup> Servicio de Política Forestal y Espacios Naturales. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 45600 Talavera de la Reina (Toledo).

## FLORISTIC AND FUNCTIONAL ANALYSIS OF DEHESA GRASSLANDS ON BASIC SOILS AS A DIAGNOSIS PRIOR TO THE IMPLEMENTATION OF RESTORATION MEASURES

### Historial del artículo:

Recibido: 02/02/2019

Revisado: 20/03/2019

Aceptado: 22/03/2019

Disponible online: 02/09/2019

### \* Autor para correspondencia:

celialc@jccm.es

ISSN: 2340-1672

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

### Palabras clave:

Dehesas sobre suelos básicos, diversidad funcional, diversidad taxonómica, pastoreo, Tablas de Daimiel.

### RESUMEN

En este trabajo se estudió la composición florística y la diversidad taxonómica y funcional de los pastos herbáceos de dehesa en el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. Dentro de las dehesas del Parque existen zonas con diferentes usos según el tiempo de abandono de los cultivos, diferenciándose los eriales con mayor tiempo de abandono (con 15 y 5 años) y sin pastorear, y parcelas de posío (con 3 años de abandono), donde se ha pastoreado con una carga ganadera baja y de forma intermitente. El objetivo de este trabajo es analizar la respuesta de los pastos a la sucesión natural y al pastoreo en cuanto a la composición florística y los rasgos funcionales de tipo morfológico y reproductivo. Asimismo, se pretende relacionar la variación florística entre las parcelas con la diversidad taxonómica y funcional de algunos rasgos para su valoración.

Durante la primavera de 2016, se realizaron en total, 22 inventarios florísticos en parcelas de 5x5m y se tomaron muestras de suelo para analizar los parámetros edáficos. Se aplicó un análisis de correspondencias (AC) para estudiar las relaciones de similitud entre las parcelas en cuanto a la composición florística. Asimismo, se analizaron las relaciones entre la composición florística y las variables edáficas, los grupos taxonómicos y los rasgos funcionales sobre el diagrama de ordenación. Mediante modelos Loess, se ilustró la tendencia de los índices de diversidad sobre los dos primeros ejes de ordenación.

Las principales diferencias florísticas se encontraron entre los tipos de uso antes señalados: eriales y los pastos de posío, que se separaron a lo largo del primer eje de ordenación. Se observó una gran variabilidad entre las parcelas de posío, siendo algunas de ellas las más abundantes en leguminosas, especialmente del grupo *Trifolieae*, y que resultaron ser semejantes a los eriales más antiguos en cuanto a la abundancia de plantas polinizadas por insectos y plantas con néctar. Los valores más altos de riqueza específica se asociaron a los pastizales más antiguos, mientras que los valores más altos de los índices de Shannon y de Pielou, se asociaron tanto a éstos como a algunos pastizales de posío. A partir de estos resultados, el pastoreo se configura como una medida de gestión para la mejora de los pastos de dehesa en las Tablas de Daimiel, por promover su calidad productiva y su funcionalidad

**Keywords:**

*Dehesas* on basic soils, functional diversity, grazing, Tablas de Daimiel, taxonomic diversity.

**ABSTRACT**

We studied the floristic composition and the taxonomic and functional diversity of the *dehesa* grasslands in the Tablas de Daimiel National Park. These *dehesas* include zones under different types of land use according to the time elapsed since cultivation was abandoned: ungrazed and uncultivated former farmland (cultivation abandoned 15 and five years previously), and fallow plots abandoned less than three years previously, with an irregular but low stocking rate. The aim of this study is to analyse the response to the natural succession and the grazing effect based on differences in floristic composition and morphological and reproductive functional traits. We also studied the relationship between floristic variation and taxonomic and functional diversity.

In the spring of 2016 we created 22 floristic plots with an area of 5x5m and sampled soils in each one to analyse various soil parameters. A correspondence analysis (CA) was applied to analyse the floristic similarities among the different land use types and relate the floristic variation with soil parameters, taxonomic groups and functional traits in the ordination plot. A contour plot showing changes in diversity indexes along the first two ordination axes was built by applying a Loess Model.

We found that the main floristic differences were among the ungrazed and uncultivated former farmland and grazed fallow plots. There is also a wide floristic variation among the fallow plots, some of which have an abundance of legumes, especially the *Trifolieae* tribe, more similar to the older uncultivated plots in their abundance of insect-pollinated and nectar plants. The highest species richness values were associated to older uncultivated lands, while the highest Shannon and Pielou indexes were also associated to some fallow plots. In conclusion, grazing can be an effective management measure for increasing multifunctionality in the Tablas de Daimiel.

**INTRODUCCIÓN**

Las dehesas de encinas son un tipo de hábitat incluido en el Anexo I de la Directiva Hábitat 92/43/CEE (European Comisión, 2013). En la comarca de la Mancha, están muy poco representadas porque tienen un uso principalmente agrícola y las que se dedican a la ganadería, lo hacen bajo el sistema mixto cereal-ovino para la producción de queso. El sistema de explotación tradicional consiste en aprovechar los pastos naturales, residuos de cosechas y rastrojeras, pero en los últimos años, las explotaciones ganaderas han tenido que evolucionar hacia cierta intensificación para poder ser rentables, lo que ha llevado a una disminución del pastoreo.

En las dehesas sobre suelos silíceos, como las dehesas extremeñas o las del suroeste de Castilla-La Mancha (Toledo y Ciudad Real), el 20-25% del área se cultiva bajo un sistema rotacional y como alimento para el ganado (Caballero, 2009). A diferencia de éstas, las dehesas sobre sustratos ricos en bases son sistemas exclusivamente agrícolas, donde las tierras se labran cada 3 ó 4 años, impidiendo la implantación de pastos permanentes. Dentro de los tipos de pastizales naturales asociados a las dehesas, se puede destacar por su valor pascícola y biológico, los majadales que son “hábitat prioritario” (6220) de la Directiva Hábitat 92/43/CEE. En general, en la península Ibérica los majadales basófilos son menos frecuentes y menos extensos que

los majadales silicícolas, debido a la extensión de los cultivos de secano en las zonas donde estos majadales pueden prosperar.

En 2014, se realizó la última ampliación del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel con la adquisición de una finca adehesada, con el objetivo de incluir sistemas naturales valiosos no presentes en el Parque, como un primer paso hacia su conservación y la restauración de hábitats (Resolución 21 de enero de 2014 de Parques Nacionales, BOE 27-1-2014). De esta manera, el Parque se compromete a la restauración de los territorios dedicados a la agricultura mediante la transformación a pastos permanentes, con especial interés en la recuperación de hábitats escasos como son los majadales basófilos. Con esta nueva adquisición, en el Parque pueden encontrarse parcelas con diferentes usos según el tiempo de abandono de los cultivos, diferenciándose los eriales con mayor tiempo de abandono y sin pastorear, y parcelas de posío donde se ha pastoreado con una carga ganadera baja y de forma intermitente. López-Carrasco *et al.* (2016, 2017) realizaron una caracterización y diagnóstico de los pastos herbáceos considerando la capacidad productiva (materia seca, g/m<sup>2</sup>) y encontraron diferencias según el tiempo transcurrido tras el cambio de uso y existencia de pastoreo (Tabla 1). También, se observó una mayor riqueza de leguminosas y una mayor contribución en la producción en parcelas de posío pastoreadas, lo cual justifica la posibilidad de una recuperación potencial de las dehe-

Con la colaboración de:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad

**TABLA 1.** Medias de la producción de materia seca, % MS, y contribución de los principales grupos taxonómicos a la producción de materia seca. (López-Carrasco *et al.* 2017). Año 2016. LEG= Leguminosae, GRA = Gramineae.

	MS(g/m <sup>2</sup> )	%MS	%LEG	%GRA	%OTRAS
E15	134,7ab	30b	6,9	74,1b	19b
E5	161,6c	35,1d	3,3	90,1c	6,6a
Pmbd	147,4bc	32,3c	8,1	78bc	13,9ab
Pbd	119,5a	27,7a	11,1	46,5a	42,4c
estadístico	F(3,70)=4,8	H(3,74)=25,5	H(3,74)=6	H(3,74)=3,7	H(3,74)=30
significación	P=0,004	P=0,001	P=0,11	P=0,001	P=0,001

E15: erial 15 años, E5: erial 5 años, Pmbd: posio muy baja densidad de encinas, Pbd: posio baja densidad. Para cada variable, letras distintas indican diferencias significativas entre zonas con distinto uso.

sas hacia comunidades más productivas y diversas a través del pastoreo ovino. Como complemento a este diagnóstico previo, en el presente estudio se pretende abordar el estudio de otras características de los pastizales, como es la composición y diversidad florística y la funcionalidad de estos pastizales de dehesa.

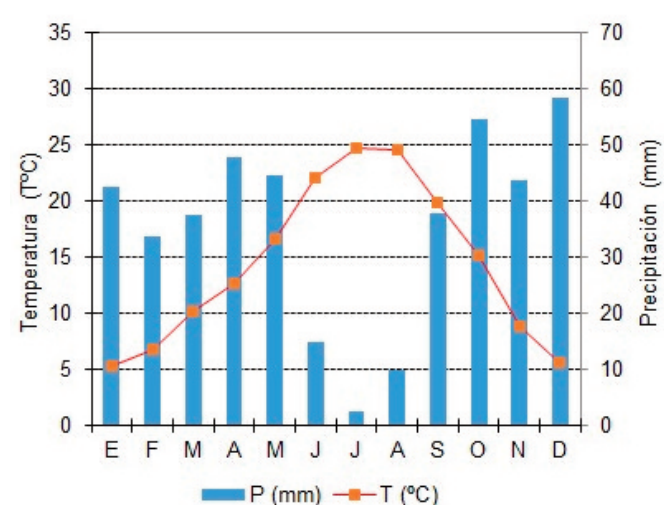
Hábitats con una mayor diversidad local de especies vegetales pueden soportar una mayor biodiversidad de insectos (Willand *et al.*, 2011; Kammerer *et al.*, 2016). Entre las principales medidas de diversidad para caracterizar las comunidades vegetales se encuentran la diversidad taxonómica, la diversidad funcional y la diversidad filogenética. Los estudios sobre la diversidad funcional permiten comprender la relación entre la composición florística de una comunidad y los procesos ecosistémicos relacionados con los rasgos funcionales de las plantas (Tilman *et al.*, 1997; de Bello *et al.*, 2010). Por ejemplo, algunos de estos estudios relacionan la diversidad de polinizadores que puede mantener un hábitat con la diversidad de rasgos funcionales o la abundancia de algún grupo funcional en particular (McGill *et al.* 2006; Fornoff *et al.*, 2017; Kütt *et al.*, 2018).

El objetivo de este estudio es analizar la respuesta de los pastos a la sucesión natural y al pastoreo en cuanto a la composición florística y los rasgos funcionales de tipo morfológico y reproductivo. Asimismo, se analizará la diversidad taxonómica y la diversidad funcional de los rasgos florales, no sólo como diagnóstico previo a la implementación de medidas para la mejora de pastos, sino también para el mantenimiento de la biodiversidad. Con los resultados obtenidos, se pretende valorar si el pastoreo ovino puede utilizarse como una herramienta de gestión en la restauración ecológica de las dehesas tras el abandono de las prácticas agrícolas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio está ubicada en el paraje denominado “Quinto de la Torre”, uno de los veinticinco quintos en los que estaba dividida la finca “Dehesa de Zacatena”, dentro del término

**TABLE 1.** Averages of dry matter productivity, % dry matter content and contribution of main taxonomic groups to dry matter productivity (López-Carrasco *et al.* 2017). Year 2016. LEG= Leguminosae, GRA = Gramineae.**FIGURA 1.** Precipitación mensual y temperatura media mensual de las Tablas de Daimiel, periodo de observación 1996-2014.**FIGURE 1.** Monthly precipitation and average monthly temperature of Tablas de Daimiel, observation period 1996-2014.

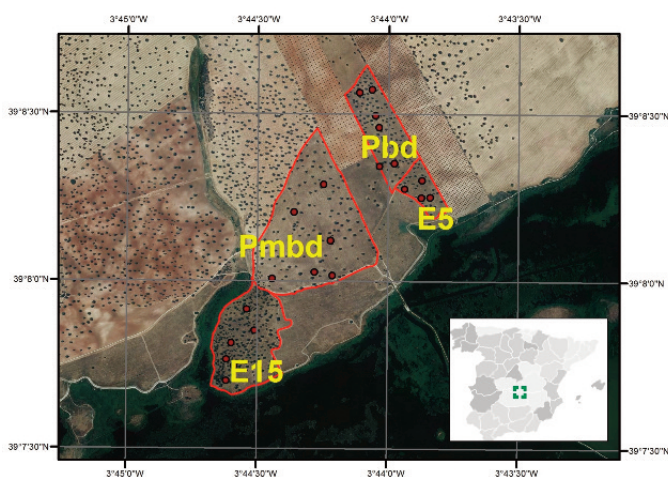
municipal de Daimiel. Según los datos meteorológicos proporcionados por la estación meteorológica del propio Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, el territorio se caracteriza por un claro periodo de sequía durante la época estival (Figura 1), con temperatura media anual (T) de 14,3 °C, temperatura media de las mínimas del mes más frío (m) de 0,4 °C y precipitación anual de 426,6 mm. El bioclima es Mediterráneo pluvies-tacional-oceánico, con termotipo mesomediterráneo y ombrotipo seco.

Los materiales que se encuentran en el área de estudio son tanto calizas y margas del Plioceno en las que se ha producido un intenso proceso de karstificación, manifestado en el elevado número de dolinas existente en la zona; como costras calcáreas datadas del Plioceno y del Pleistoceno inferior (Pérez González y Portero, 1998). Desde el punto de vista geográfico, el área de estudio se encuentra en la región Mediterránea, provincia Mediterránea-Ibérica-Central, sector Manchego y distrito Manchego Guadianés. La serie de vegetación corresponde a la serie manchega mesomediterránea de los bosques de encinas (*Asparagus acutifolii-Quercus rotundifoliae* sigmetum).



## Muestreo de vegetación y suelo

López-Carrasco *et al.* (2016) identificó cuatro tipos de zonas en función del período de tiempo de abandono del cultivo y de la presión ganadera, que se han tenido en cuenta para realizar el muestreo: (1) Cultivado hasta 2001 y abandonado (15 años sin labrar ni pastorear), 18 ha de superficie con 13 encinas/ha, (E<sub>15</sub>); (2) Cultivado hasta 2011 y abandonado posteriormente (5 años sin labrar ni pastorear), 4,4 ha de superficie y 13 encinas/ha, (E<sub>5</sub>); (3) Cultivado actualmente, en fase de tercer año de posío con muy baja densidad de arbolado (Pmbd), se pastorea con unas 200 ovejas de raza Manchega de forma itinerante e intermitente en algunas épocas del año, con una superficie de 37 ha y 5 encinas/ha; (4) Igual que Pmbd pero con algo más de densidad de arbolado, 13 encinas/ha y 12,2 ha de superficie, (Pbd).



**FIGURA 1.** Localización de los puntos de muestreo en las cuatro zonas de estudio (ver leyenda en Tabla 1).

**FIGURE 2.** Location of the vegetation plots in the four study areas (see legend in Table 1).

Durante el mes de mayo de 2016, se realizaron seis inventarios florísticos por cada zona en parcelas de 5x5m, excepto en E<sub>5</sub> donde se prospectaron cuatro parcelas por ser una zona con menor superficie. Se tomaron los datos de cobertura (%) de cada especie, así como la cobertura de rocas y de suelo desnudo. Se estimó la cobertura específica según la escala de Braun-Blanquet modificada, de forma que el índice de cobertura "2" se subdivide en dos intervalos (+: pocos individuos o <1%; 1: 1-5%; 2a: 6-10%, 2b: 11-25%; 3: 26-50%; 4: 51-75%; 5: 76-100%). Esta escala permite diferenciar con mayor precisión valores bajos de cobertura que suele ser común en la composición florística de pastizales de alta diversidad. Previamente, en el mes de marzo, se realizó el muestreo de los suelos en cada uno de los puntos. Se tomaron 3 muestras de suelo por cada parcela, que posteriormente serían mezcladas para obtener una muestra única. Las variables edáficas analizadas fueron: textura, pH, conductividad eléctrica (mS/cm), CO<sub>3</sub>Ca

(%), materia orgánica (%), nitrógeno disponible (mg/kg) y fósforo asimilable (mg/kg), según Rodríguez Majano (2016).

## Análisis de los datos

Se seleccionaron los siguientes rasgos morfológicos que pudieran estar relacionados con la sucesión natural y el efecto del pastoreo: ciclo vital (anual/bienal/perenne) y estructura (no rosulado/hemirosulado/rosulado). Estos rasgos se codificaron como datos semicuantitativos tomando valores de 0/0,5/1, respectivamente para cada rasgo. Como rasgos florales relacionados con la riqueza de polinizadores se han incluido los siguientes rasgos de tipo categórico: color de las flores (amarillo, blanco, azul, verde-marrón, rosa-rojo, violeta); vector polinizador-insectos; productores de néctar. En total, son ocho rasgos funcionales categóricos que toman valores 0/1. En el caso, de que una especie pueda presentar dos o más atributos para un rasgo, se aplican códigos difusos, por ejemplo, si una especie presenta flores blancas y amarillas, se aplica el valor 0,5 para los dos atributos. Los datos se obtuvieron de la base de datos BioFlor (Kotz *et al.*, 2002) y Flora Ibérica (Castroviejo, 1986-2012).

Para cada parcela, se calculó la media ponderada de un rasgo funcional dentro de la comunidad (CMW, *community-weight mean trait value*), que refleja la abundancia relativa de un rasgo funcional (Garnier *et al.*, 2004). Por otra parte, se calculó el índice de Rao (Rao, 1982) que es una medida de la dispersión del rasgo o divergencia y que es un estimador de la diversidad funcional. Se aplicó este índice para el rasgo del color de las flores incluyendo sólo las especies polinizadas por insectos, como medida para diferenciar aquellas parcelas que favorecen mejor el mantenimiento de una mayor riqueza de polinizadores y frecuencia de visitantes (Fornoff *et al.*, 2017; Kütt *et al.*, 2018). Igualmente, se calculó la riqueza específica (S) y el índice de Shannon ( $H = -\sum p_i \log_2 p_i$ , donde  $p_i$  es la proporción de la especie  $i$  en la comunidad), como estimadores de la diversidad taxonómica, y el índice de equitatividad de Pielou ( $J = H/\log(S)$ ). Los cálculos se han realizado mediante el programa de Lepš y de Bello (2008).

Se aplicó un análisis de correspondencias (AC) para estudiar las relaciones de similitud entre las parcelas en cuanto a la composición florística. Asimismo, se analizaron las relaciones entre la composición florística y las variables edáficas, los grupos taxonómicos más abundantes y los rasgos funcionales mediante su proyección sobre los dos primeros ejes del diagrama de ordenación. Mediante modelos Loess, basados en regresiones lineales ponderadas localmente (Cleveland y Devlin, 1998), se ilustró la tendencia en la variación de cada índice de diversidad sobre el diagrama de ordenación. Este tipo de método no paramétrico permite una mayor flexibilidad que las técnicas tradicionales porque no requiere suposiciones sobre la forma paramétrica de la superficie de regresión y ofrece un ajuste robusto cuando hay valores atípicos en los datos (Zhang y



© C. López-Carrasco.

**FIGURA 3.** Vista de la dehesa en erial con 15 años de abandono de cultivo, detalle de la gramínea *Aegilops geniculata* Roth y del coleóptero *Heliotaurus ruficollis* (Fabricius, 1781) sobre *Euphorbia serrata* L.

**FIGURE 3.** Landscape view of the dehesa grasslands in uncultivated farmland (cultivation abandoned 15 years previously), detail view of the grass *Aegilops geniculata* Roth and the beetle *Heliotaurus ruficollis* (Fabricius, 1781) on *Euphorbia serrata* L.

Chuanming, 2006). Los análisis se realizaron con el programa CANOCO 5 (ter Braak y Šmilauer, 2012).

## RESULTADOS

Las comunidades herbáceas asociadas a las dehesas objeto de estudio son pastizales subnitrofilos de la alianza *Taeniathero-Aegilopion geniculatae* Rivas-Martínez & Izco 1977, de aspecto graminiforme y floración primaveral tardía, que se desarrollan en campos de cultivo que han sido abandonados. La asociación fitosociológica corresponde a *Medicago rigidulae-Aegilopetum geniculatae* Rivas-Martínez & Izco 1977, de suelos calizos, propia del dominio climácico de los encinares manchegos mesomediterráneos. Las familias más abundantes, en general, fueron las familias *Gramineae*, *Compositae* y *Leguminosae*. Los valores medios de la abundancia relativa de estas familias corresponden a un 39%, 21% y 19%, respectivamente. Las gramíneas más abundantes son *Avena sterilis* y *Bromus diandrus*, en el caso de las leguminosas *Coronilla scorpioides*, *Medicago minima*, *M. truncatula*, y en el caso de las compuestas, *Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia*, *Hedypnois cretica* y *Leontodon saxatilis* subsp. *rothii*. Por otra parte, estas familias fueron las más ricas en especies en total, *Compositae* con 29, *Leguminosae* con 18 y *Gramineae* con 16 especies. Dentro de las parcelas se han encontrado diferencias en cuanto a la composición florística, de modo que las parcelas de posío (Pmbd y Pbd) se caracterizan por una mayor abundancia de la especie subnitrofila *Bromus diandrus*, mientras que los pastizales de eriales y no pastoreados ( $E_5$  y  $E1_5$ ) se caracterizan por *Avena sterilis* y *A. barbata*, así como de especies típicas de la alianza *Aegilops*

*triuncialis* y *A. geniculata* (Rivas-Martínez *et al.*, 2002). Otras diferencias florísticas encontradas fueron que los pastizales de posío son más ricos en especies típicas de comunidades arvenses de cultivos cerealistas (*Biscutella auriculata*, *Hypocoum imberbe*, *Nigella damascaena*, *Papaver dubium*, etc.), por el contrario, los pastizales de eriales son más ricos en especies anuales no nitrófilas de la clase *Tuberarietea guttatae*, de suelos poco removidos o perturbados, donde *Crupina vulgaris*, *Euphorbia falcata*, *Galium parisiense*, *Linum strictum*, *Petrorhagia nanteuilii*, *Silene colorata* son frecuentes y están ausentes o son raras en los pastizales de posío (Anexo 1).

El análisis AC demuestra que existe una clara separación entre los pastizales de eriales y los de posío a lo largo del primer eje de ordenación. Por otra parte, a lo largo del segundo eje, se separan los pastizales de eriales con diferente tiempo de abandono (Figura 5). Los grupos taxonómicos más abundantes se proyectaron sobre el diagrama de ordenación, distinguiéndose algunos grupos taxonómicos inferiores como la tribu *Trifolieae*, dentro de las leguminosas y como *Cardueae* y *Cichorieae*, dentro de las compuestas. Junto a estos grupos taxonómicos, también se proyectaron las familias *Cruciferae* y *Papaveraceae*, que pueden representar estadios tempranos en la sucesión natural y una relación con los cultivos arvenses, así como la familia *Liliaceae*, de plantas monocotiledóneas vivaces, cuya presencia pueden indicar un mayor tiempo de evolución de los pastizales permanentes en la sucesión. Los resultados muestran una correlación negativa entre *Leguminosae* y el primer eje, aunque algo débil, asociándose esta familia a los pastizales de posío, mientras que existe una correlación positiva muy fuerte entre *Gramineae* y el segundo eje, indicando una asociación con los eriales de 5 años. Es muy indicativo que

Con la colaboración de:



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



Fundación Biodiversidad





© C. López-Carrasco.

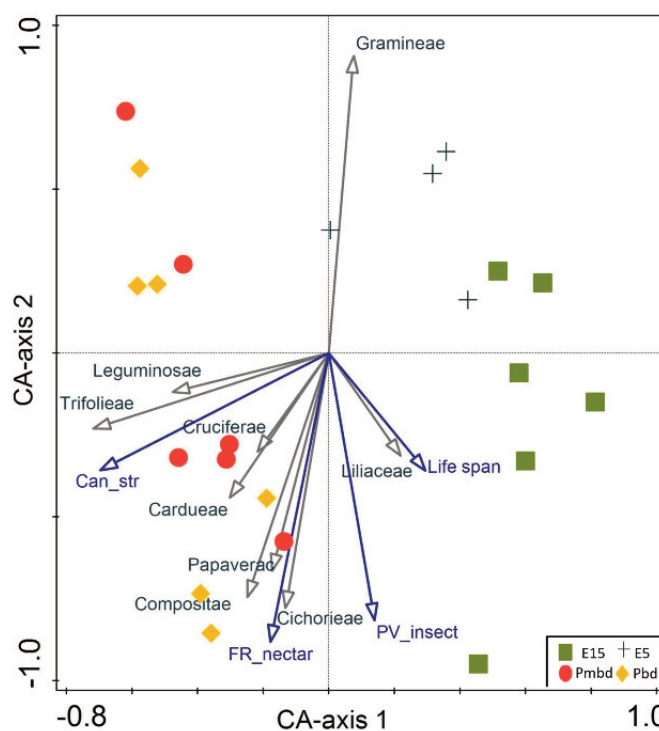
**FIGURA 4.** Vista de la dehesa en posío pastoreado, detalle de la leguminosa *Trifolium scabrum* L. y del coleóptero *Exosoma lusitanicum* (Linnaeus, 1767) sobre *Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia* (Thuill.) Thell.

**FIGURE 4.** Landscape view of the dehesa grasslands in grazed fallows, detail view of the legume *Trifolium scabrum* L. and the beetle *Exosoma lusitanicum* (Linnaeus, 1767) on *Crepis vesicaria* subsp. *taraxacifolia* (Thuill.) Thell.

esta familia se correlacione negativamente con *Papaveraceae* y *Compositae* (en concreto *Cichorieae*) así como con la abundancia del grupo funcional vector polinizador-insectos (PV\_insect) y productores de néctar (FR\_nectar) ya que son especies anemófilas. Como cabría esperar, la familia *Liliaceae* se correlaciona con ciclos vitales largos y se asocia a los pastizales más antiguos, aunque la asociación es muy débil. Por otra parte, el rasgo funcional relacionado con la forma rosulada, relacionada con la intensidad del pastoreo (Pérez-Harguindeguy et al., 2013), se asocia con los pastizales de posío posicionados en este cuadrante inferior-izquierdo del diagrama.

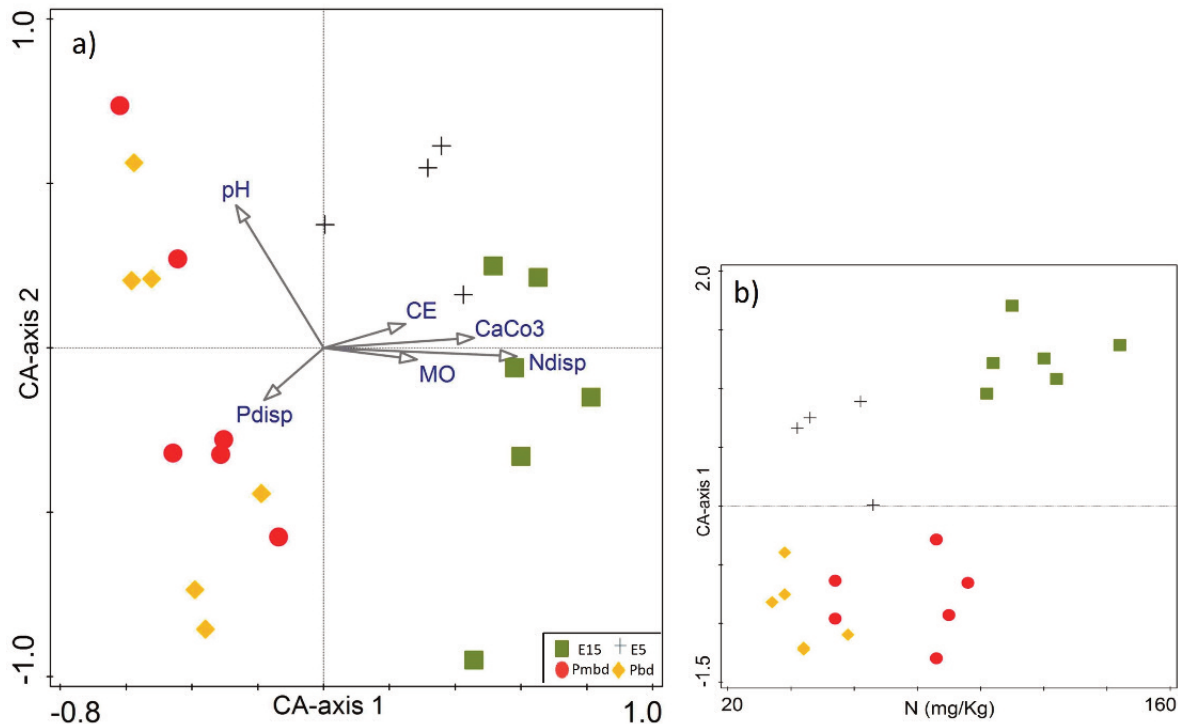
A partir de la proyección de las variables edáficas sobre el diagrama de ordenación CA, el nitrógeno disponible y el pH son las variables que más se correlacionan con el primer y segundo eje de ordenación. En el caso del nitrógeno disponible, se observó que los valores más altos corresponden con los pastizales más antiguos, los eriales de 15 años (Figura 6).

Los modelos Loess de los índices de diversidad sobre los dos primeros ejes de ordenación muestran las tendencias a lo largo de los ejes según el índice modelizado y, de esta manera, relacionarlas con los tipos de parcelas (Figura 7). La riqueza específica muestra una tendencia en aumento a lo largo del primer eje, es decir, hacia los pastizales con mayor tiempo de abandono, mientras que los índices de Shannon y de Pielou, que tienen en cuenta la equitatividad, muestran una tendencia en aumento a lo largo de los dos ejes, asociándose los valores más altos tanto con los pastizales de mayor tiempo de abandono, como con los pastizales de posío posicionados en el cuadrante izquierdo-inferior del diagrama de ordenación. Estos dos últimos índices presentaron valores de R<sup>2</sup> altos, 0.81 y 0.82, respectivamente, indicando que los modelos se ajustaron mejor



**FIGURA 5.** Diagrama de Análisis de Correspondencias (AC) de los inventarios de los pastizales de dehesa de las Tablas de Daimiel (el primer y segundo eje explican el 19,5% y 10,7% de la varianza, respectivamente). Las flechas indican las correlaciones de las variables taxonómicas y funcionales con los ejes de ordenación.

**FIGURE 5.** CA diagram of the vegetation plots of the dehesa grasslands of Tablas de Daimiel (first and second axis account for 19.5% and 10.7% of total variation, respectively). Arrows means the correlations between taxonomical and functional variables with the ordination axes.



**FIGURA 6.** a) Diagrama de Análisis de Correspondencias (AC) de los inventarios de los pastizales de dehesa de las Tablas de Daimiel con las variables edáficas. Las flechas indican las correlaciones de las variables edáficas con los ejes de ordenación. b) Gráfico X-Y de los valores de N edáfico de los pastizales con respecto a los valores del primer eje AC (CA-axis 1).

**FIGURE 6.** a) CA diagram of the *dehesa* grasslands plots of Tablas de Daimiel. Arrows means the correlations between edaphic variables with the ordination axes. b) X-Y graph of soil N values of the *dehesa* grasslands and CA first axis scores (CA-axis 1).

a la dispersión para estos índices. En cuanto a la diversidad funcional del color floral, también existe una tendencia en aumento de este índice a lo largo de los dos primeros ejes, aunque los valores más altos se sitúan en el extremo derecho-inferior, asociándose con algunos de los pastizales más antiguos.

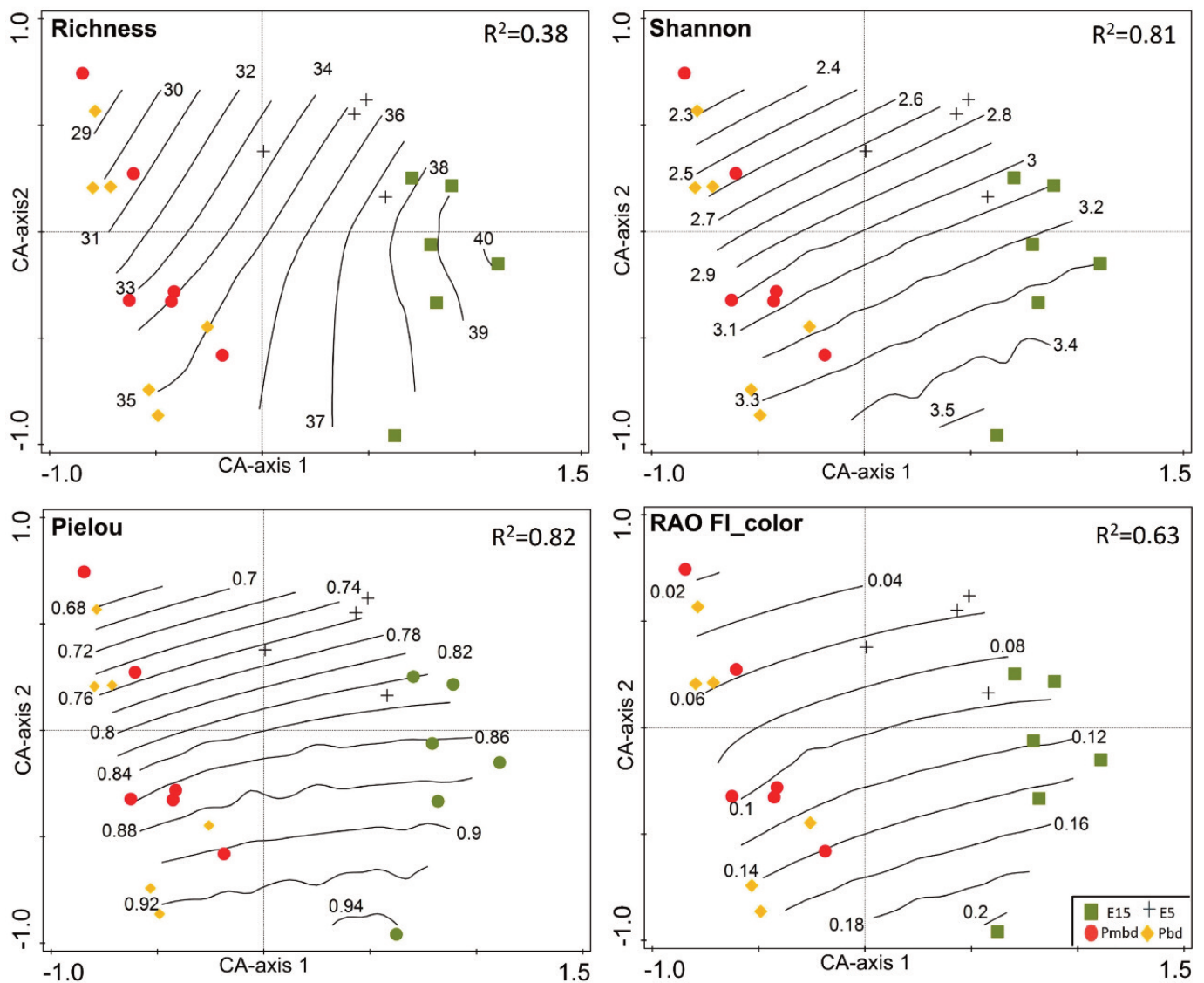
## DISCUSIÓN

Según la composición florística, el tipo de pastizal encontrado en las dehesas es abundante en gramíneas y leguminosas que proporcionan fibra y proteína para la alimentación del ganado durante la primavera, pudiendo ser valorado como pasto con un cierto valor forrajero (García-Fuentes *et al.*, 2000, San Miguel *et al.*, 2012). López-Carrasco *et al.* (2016) encontró valores de leguminosas en torno al 20% de contribución a la materia seca, lo cual indica una buena contribución de leguminosas a la producción de estos pastizales. Sin embargo, en el año siguiente la contribución era mucho menor (ver Tabla 1, López-Carrasco *et al.*, 2017), lo cual podría estar condicionado por la variabilidad del régimen de precipitaciones anual.

Como se ha visto a partir de los análisis de la composición florística, los pastizales de posío se caracterizan por un mayor contenido en leguminosas, en especial de la tribu *Trifolieae*, aunque sólo existe una correlación con algunas parcelas. Estudios

anteriores sobre los valores en porcentaje de leguminosas de materia seca demostraron que no había diferencias significativas entre los eriales y los pastizales de posío y que las diferencias en la capacidad productiva están determinadas por la contribución de las gramíneas (López-Carrasco *et al.*, 2017). Las parcelas de posío muestreadas presentaron una gran variabilidad florística, con algunas parcelas con un alto contenido de gramíneas, en especial del género *Bromus diandrus* y menor contenido en especies de otras familias botánicas. Este hecho se puede explicar por la irregularidad del pastoreo en toda el área, concentrándose el ganado en algunas zonas más que en otras, sobre todos las más cercanas a las naves. *Bromus diandrus* es una mala hierba considerada muy problemática en cultivos de cereales de invierno no arados (Riba y Recasens, 1997). Según las observaciones realizadas, en los primeros años del cese de roturación de los cultivos, esta especie es muy abundante, pero a medida que la sucesión natural avanza entran otras especies de gramíneas, como *Avena sp. pl.* y *Aegilops sp. pl.*, así como de especies de ciclo vital más largo y también se produce un aumento de la riqueza específica. El nitrógeno disponible o mineralizable edáfico fue notablemente mayor en los pastizales más antiguos. Este aumento se suele producir a partir de un cierto tiempo de abandono de las roturaciones, debido al aumento de la biomasa aérea de las comunidades (Tilman, 1987) y viene acompañado de un aumento de la materia orgánica (Rozas *et al.*, 2011). Sans y Masalles





**FIGURA 7.** Variación de los índices de diversidad sobre los dos primeros ejes del diagrama de ordenación basado en un modelo Loess (ancho de banda 0,1; grado de polinomio lineal).

**FIGURE 7.** Changes in diversity indexes along the two first ordination axes based on a Loess model (span 0.1; lineal polynomial degree).

(1987) estudiaron la dinámica fenológica de comunidades pioneras en varios estadios de colonización tras el cese de las prácticas agrícolas en frutales de secano en la Depresión Central Catalana. Estos autores observaron que en los estadios más avanzados aumentan notablemente las especies vivaces y las anuales de fenología más tardía, apreciándose grandes diferencias en la composición florística entre las comunidades pioneras y las abandonadas a partir de un tiempo de abandono de 6 años. Debido a que las condicionales climáticas de la zona de estudio no son muy diferentes a las de las Tablas de Daimiel, debemos suponer la existencia de factores limitantes en la evolución de la sucesión natural que pudieran estar relacionados por mecanismos de dispersión de las semillas u otros factores.

*rubens* que permite el desarrollo de especies no gramíneas, como de leguminosas y de otros grupos taxonómicos, aumentando así la equitatividad específica. Estas parcelas fueron semejantes a los eriales más antiguos en cuando a la abundancia de plantas polinizadas por insectos y plantas con néctar. Aumentando la intensidad del pastoreo, se espera reducir la abundancia de especies dominantes, favoreciendo la presencia de otras especies menos competitivas y obteniendo pastos herbáceos más diversos en toda la zona de actuación y con mejor capacidad productiva. Uno de los grupos taxonómicos favorecidos por la disminución de la abundancia de gramíneas es la tribu *Cichorieae*, un grupo de plantas muy atractivas para los insectos polinizadores siendo muchas productoras de néctar (Goubara y Takasaki, 2003).

En el caso de los pastizales de posío, donde se produce un ligero pastoreo, existe un control de la dominancia de *Bromus*

La riqueza de leguminosas, así como la contribución a su producción encontrada en estudios anteriores indicaron que

el banco de semillas tiene capacidad para la recuperación de comunidades productivas y diversas (López-Carrasco *et al.*, 2016), lo que puede deberse al sistema de producción mixto cereal-ovino que se ha dado en el territorio de modo tradicional. Algunos grupos de especies, como por ejemplo el género *Medicago*, mejoran la germinación de las semillas con la digestión de herbívoros (Yang *et al.*, 2015), por lo que el pastoreo aumentará su dispersión y presencia, además de acelerar la dinámica de los pastos.

## CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en los análisis de la capacidad productiva y la composición florística de las dehesas del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, un aumento de la presión del pastoreo ovino podría ser una herramienta adecuada para la conversión de estos pastizales en majadales basófilos, para lo cual sería necesario un seguimiento de la evolución de estos componentes a largo plazo. Teniendo en cuenta que el objetivo final de este estudio es la restauración ecológica de estas dehesas, se han establecido un conjunto de futuras líneas de trabajo para estudiar la evolución temporal del efecto del pastoreo sobre la multifuncionalidad de los pastos de las dehesas: análisis de la oferta de pastos mediante medidas de la productividad; análisis de la biodiversidad, considerando la variación temporal de la composición florística y la diversidad local según distintas escalas espaciales; y, por último, análisis del almacenamiento del carbono orgánico en el suelo como función ecosistémica en la mitigación del cambio climático.

## REFERENCIAS

- CABALLERO R., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., PÉREZ BADIA, R., MOLLE G., ROGGERO P.P., BAGELLA S., D'OTTAVIO P., PAPANASTASIS V.P., FOTIADIS G., SIDIROPOULOU A. Y IPIKOUDIS I. (2009) Grazing systems and biodiversity in Mediterranean areas: Spain, Italy and Greece. *Pastos*, 39 (1), 3–154.
- CASTROVIEJO, S. (coord. gen.) (1986-2012) *Flora iberica* 1-8, 10-15, 17-18, 21. Madrid, España: Real Jardín Botánico, CSIC.
- CLEVELAND W.S. Y DEVLIN S.J. 1998. Locally-weighted regression: an approach to regression analysis by local fitting. *Journal of the American Statistical Association*, 83, 597-610.
- DE BELLO F., LAVOREL S., DÍAZ S., HARRINGTON R., CORNELISSEN J.H.C., BARDGETT R.D., BERG M.P., CIPRIOTTI P., FELD C.K., HERING D., DA SILVA P.M., POTTS S.G., SANDIN L., SOUSA J.P., STORKEY J., WARDLE D.A. Y HARRISON P.A. (2010) Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity Conservation*, 19, 2873-2893.
- EUROPEAN COMMISSION (2013) Interpretation manual of *European Union habitats – EUR28*. Bruselas, Bélgica: European Commission, DG Environment.
- FORNOFF F., KLEIN A.-M., HARTIG F., BENADI G., VENJAKOB C., SCHAEFER H.M. Y EBELING A. (2017) Functional flower traits and their diversity drive pollinator visitation. *Oikos* 126: 1020–1030.
- GARCÍA-FUENTES A., TORRES J.A., SALAZAR C. Y CANO E. (2000) Estudio fitosociológico de la alianza *Taeniathero-Aegilopion geniculatae* y valor pascícola en la provincia de Jaén (España). *Studia Botanica*, 19, 39-56.
- GARNIER E., CORTEZ J. BILLÈS G. NAVAS M.-L., ROUMET C., DEBUSSCHE M., LAURENT G., BLANCHARD A., AUBRY D., BELLMANN A., NEILL C. Y TOUSSAINT J.-P. (2004). Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. *Ecology*, 85, 2630-2637.
- GOUBARA M. Y TAKASAKI T. (2003) Flower visitors of lettuce under field and enclosure conditions. *Applied Entomology and Zoology*, 38(4), 571-581.
- KAMMERER M.A., BIDDINGER D.J., RAJOTTE, E.G. Y MORTENSEN D.A. (2016) Local plant diversity across multiple habitats supports a diverse wild bee community in Pennsylvania apple orchards. *Environmental Entomology*, 45(1), 32-38.
- KLOTZ S., KÜHN I. Y DURKA W. (2002) *BIOLFLORE - Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland*. Bonn, Deutschland: Bundesamt für Naturschutz.
- KÜTT L., PAAL T., LÖHMUS K., RAMMI I.-J., ZOBEL K. Y LIIRA J. (2018) Multi-user quality of floral services along a gradient of margin habitats between semi-natural grasslands and forests. *Applied Vegetation Science*, 21(3), 363-372.
- LEPŠ J. Y DE BELLO F. 2008. *Macro for calculation of functional diversity*. University of South Bohemia, Czech Republic. <http://botanika.bf.jcu.cz/suspa/FunctDiv.php>
- LÓPEZ-CARRASCO C., RUÍZ DE LA HERMOSA C. Y ROIG S. (2016) Caracterización y diagnóstico de los pastos herbáceos en la dehesa del parque nacional de las Tablas de Daimiel. En: Báez Bernal M.D. *et al.* (Eds) *Innovación sostenible en pastos: hacia una agricultura de respuesta hacia el cambio climático*, pp.339-344, Lugo, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- LÓPEZ-CARRASCO C., RODRÍGUEZ ROJO, M.P. RODRÍGUEZ MAJANO A. Y ROIG S. (2017) Características edáficas que marcan la producción, riqueza y diversidad de

- pastos herbáceos en dehesas de suelos básicos. En: Bartolomé J., Albanell E., Milán M.J., Serrano E., Broncano J.M., Manuelien C.L. *Renaturalización vs. Ruderalización*, pp. 293-299. Barcelona, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- MCGILL B. J., ENQUIST B.J., WEIHER E. Y WESTOBY M. (2006) Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology & Evolution*, 21, 178-185.
- PÉREZ GONZÁLEZ A. Y PORTERO J. M. (1988) *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 760. Daimiel*. Madrid, España: Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Industria y Energía.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY N. ET AL. (2013) New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 61, 167-234.
- RAO C. R. (1982). Diversity and dissimilarity coefficients: A unified approach. *Theory Population Biology*, 21, 24-43.
- RIBA F. Y RECASENS, J. (1997) *Bromus diandrus* Roth en cereales de invierno. En: Sans F.X. y Fernández-Quintanilla C. (eds.) *La Biología de las Malas Hierbas de España*, pp, 25-35. Valencia, España: Phytoma España-Sociedad Española de Malherbología.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., DÍAZ T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F., IZCO J., LOIDI, J., LOUSA M. Y PENAS A. (2002) Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica*, 15(1-2), 5-922
- RODRÍGUEZ MAJANO A. (2016) *Caracterización físicoquímica de los suelos de la dehesa del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, Ciudad Real*. T.F.G. Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Castilla-La Mancha.
- ROZAS H.R.S., ECHEVERRÍA, H.E. Y ANGELINI, H.P. (2011) Niveles de carbono orgánico y pH en suelos agrícolas de las regiones pampeana y extrapampeana argentina. *Ciencia del suelo*, 29, 29-37.
- SAN MIGUEL A., BARBEITO I., PEREA R., ROIG S. Y RODRÍGUEZ-ROJO M.P. (2012) Tipología y valoración de los pastos naturales herbáceos de la Comunidad de Madrid. *Pastos*, 42(1), 5-25.
- SANS F.X. Y MASALLES R.M. (1987) Fenología de las primeras etapas de la sucesión secundaria tras el abandono de los cultivos en la comarca de «Les Garrigues» (Cataluña Interior). *Lazaroa*, 10, 169-179.
- TER BRAAK C.J.F. Y ŠMILAUER P. (2012) *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0*. Ithaca, USA: Microcomputer Power.
- TILMAN D. (1987) Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradient. *Ecological Monographs*, 57(3), 189-214
- TILMAN D., KNOPS J., WEDIN D. REICH P. RITCHIE M. Y SIEMANN E. (1997) The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*, 277, 1300-1302.
- WILLAND J.E., WODIKA B.R., PALMER J., JENKINS S.E. Y MCCRAVY K.W. (2011) Diversity of ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*) in relation to habitat type in West-central Illinois. *The American Midland Naturalist*, 166, 266-282.
- YANG J.-J., NARKES W., LÜ. Y.-P., ZHAO G., REN A.-T. Y LU W.-H. (2015) Effect of herbivore's gut passage on seed germination of legume: A meta-analysis. *Chinese Journal of Ecology*, 34(10), 2833-2842.
- ZHANG S.Y. Y CHUANMING L. (2006). Predicting the lumber volumen recovery of *Picea mariana* using parametric and non-parametric regression methods. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21, 158-166.

**ANEXO 1.** Tabla de los pastizales de las dehesas del Parque Nacional de Tablas de Daimiel (asociación *Medicago rigidulae-Aegilopetum geniculatae* Rivas-Martínez & Izco 1977) (Nº inventario 1-6: Eriales de 15 años, E15; 7-10: Eriales de 5 años, E5; 11-16: Posío muy baja densidad, Pmbd; 17-22: Posío baja densidad, Pbd).

**ANNEX 1.** Floristic table of the dehesa grasslands in the Tablas de Daimiel National Park.

Nº inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Cobertura de rocas (%)	5	20	.	.	.	10	.	1	5	5	1	40	40	.	.	.	.	30	1	50	.	30
Cobertura suelo desnudo (%)	.	.	.	.	.	.	5	5	.	.	1	5	.	.	10	10	5	.	40	.	.	.
<i>Avena sterilis</i>	2a	.	3	3	2b	2b	2a	2b	2b	3	1	2a	.	.	1	.	+	1	1	+	.	1
<i>Avena barbata</i>	.	.	2a	.	2a	2a	.	1	3	2a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aegilops geniculata</i>	2a	1	2a	.	2a	2b	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Anagallis arvensis</i>	.	1	+	.	+	+	+	1	1	1	.	.	.	+	+	.	.	1	.	.	.	.
<i>Muscari comosum</i>	+	+	.	1	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	1	+	.	+	.
<i>Mantisalca salmantina</i>	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Petrorhagia nanteuilii</i>	+	.	+	+	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tragopogon porrifolius</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Aegilops triuncialis</i>	1	1	2a	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium parisiense</i>	.	.	.	+	+	.	+	+	+	1	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia falcata</i>	.	1	+	+	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Valerianella coronata</i>	+	.	+	+	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ononis reclinata</i>	.	1	.	.	.	.	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Silene colorata</i>	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago lagopus</i>	1	2a	.	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Ononis viscosa</i> subsp. <i>breviflora</i>	1	1	.	.	.	.	+	+	.	1	.	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linaria amethystea</i>	.	+	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sanguisorba verrucosa</i>	+	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nigella damascaena</i>	1	+	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus stella</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	2a	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Crupina vulgaris</i>	.	+	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Vulpia ciliata</i>	1	.	.	.	.	1	.	1	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linum strictum</i>	.	+	.	+	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia peregrina</i>	+	.	.	.	+	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Trifolium scabrum</i>	1	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Trigonella monspeliaca</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	1	1	1	1	2a	+	1	2a	1	.
<i>Filago pyramidata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	1	1	.	.	1	1	1	1	1	1	.	1
<i>Hypocoum imberbe</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	1	+	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.	+
<i>Lomelosia stellata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	+
<i>Meililotus sulcatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	2a	+	+
<i>Papaver dubium</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	.	+	.	+	+
<i>Carduus pycnocephalus</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	1	1	1	.	.	+	1	+
<i>Hypochaeris glabra</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	2a	1	2a	1	1	1	.	.
<i>Galium tricornutum</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	1	+	.	+	.	1	1	1	+	+	.
<i>Astragalus hamosus</i>	+	.	.	+	.	1	.	.	.	.	+	.	1	+	+	1	+	.	1	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	1	.	+	.	.	.	.	1	.	+	.	+
<i>Anacyclus clavatus</i>	.	.	1	.	+	.	.	.	.	1	1	.	.	+	1	.	2a	1	2a	.	2a	1
<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i>	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1	.	1	+	+	.	.	.	1	1	2a	.
<i>Lolium rigidum</i>	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	+	1	2a	1	.	.
<i>Hedypnois cretica</i>	1	1	+	+	1	1	1	1	1	1	2b	1	1	+	1	.	+	+	.	.	.	.
<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i>	1	.	1	1	+	1	1	1	+	1	1	1	1	1	2a	+	2a	1	1	.	1	+
<i>Carthamus lanatus</i>	+	+	+	+	1	+	.	+	+	+	1	+	.	.	.	.	+	+	1	+	1	.
<i>Hippocrepis ciliata</i>	.	1	1	1	+	1	1	1	1	1	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	+	+
<i>Coronilla scorpioides</i>	1	.	1	.	1	1	1	2a	1	1	.	.	1	.	2a	1	1	1	.	1	.	+
<i>Medicago minima</i>	1	.	1	1	.	+	1	1	1	1	.	1	1	.	.	.	1	1	1	1	1	2a
<i>Eryngium campestre</i>	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Eruca vesicaria</i>	.	2a	.	+	1	+	1	1	1	1	2a	2a	+	+	.	.	.	2a	1	+	.	1
<i>Anthemis arvensis</i>	2a	.	1	1	1	+	1	1	1	.	.	2a	+	.	1	.	1	2a	.	.	.	.
<i>Medicago truncatula</i>	.	1	1	.	1	.	1	+	1	1	2b	1	1	1	1	2a	+	2a	1	1	.	2b
<i>Vicia sativa</i>	.	.	+	1	.	+	1	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	1	.
<i>Bellardia trixago</i>	.	+	+	.	+	+	1	.	+	1	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	+	1
<i>Bromus diandrus</i>	.	.	.	2a	1	.	2b	1	2b	2b	1	2b	3	4	2b	2b	1	2a	2a	3	3	4
<i>Biscutella auriculata</i>	+	.	1	1	1	+	.	+	.	.	1	1	1	1	+	+	1	1	1	1	+	1
<i>Bromus rubens</i>	1	1	.	.	.	1	1	1	2a	.	.	.	2a	1	1	1	1	2a	1	1	1	1
<i>Leontodon saxatilis</i> subsp. <i>rothii</i>	1	2a	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	2a	2a	1	1	1	.	.	+
<i>Centaurea melitensis</i>	+	.	.	.	+	.	.	+	+	+	+	1	.	.	1	1	1	.	+	+	+	+
<i>Lathyrus cicera</i>	.	.	+	+	.	+	.	+	.	1	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Urospermum picroides</i>	+	.	.	.	.	1	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.	1	1	.	+	+	+
<i>Euphorbia serrata</i>	+	.	.	2a	1	.	.	+	.	1	.	.	+	1	+	.	1	.	.	.	.	+
<i>Papaver rhoeas</i>	+	1	.	+	1	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	+	+	.	.	+



## ANEXO 1. CONTINUACIÓN

Nº inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<i>Onopordum nervosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Cnicus benedictus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Diploaxis virgata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Ornithogalum narbonense</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Medicago orbicularis</i>	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	1	.
<i>Picnemon acarna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Medicago doliata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2a	.	+	.
<i>Calendula arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.
<i>Scorzonera laciniata</i>	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Aegilops neglecta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum sinuatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Muscari neglectum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Andryala integrifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lactuca virosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Roemeria hybrida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Fumaria officinalis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Medicago rigidula</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linaria hirta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Parentucella latifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echinaria capitata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Sherardia arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium tomentosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Hirschfeldia incana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helichrysum stoechas</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Desmazeria rigida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orobanche ramosa subsp. nana</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fumaria densiflora</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reseda phyteuma</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Euphorbia helioscopia</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Xeranthemum inapertum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Minuartia hybrida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rapistrum rugosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium molle</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypocoum pendulinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Torilis nodosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Campanula erinus</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scandix pecten-veneris</i>	.	.	.	.	1	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crucianella angustifolia</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arenaria modesta</i>	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia verbenaca</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asterolinon linum-stellatum</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Adonis microcarpa</i>	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scandix australis</i>	1	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium paniculatum</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Micropyrum tenellum</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pallenis spinosa</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nonea micrantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Camelina microcarpa</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis hispanica</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhagadiolus stellatus</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glaucium corniculatum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trisetum paniceum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atractylis cancellata</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygala monspeliaca</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene gallica</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Andryala laxiflora</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Índices de cobertura: +, pocos individuos o <1%; 1, 1-5%; 2a, 6-10%, 2b, 11-25%; 3, 26-50%; 4, 51-75%; 5, 76-100%. Localidad: Dehesa de Zacatena, PN Tablas de Daimiel. 1: xcoor(UTM) 435884, ycoor(UTM) 4331558, altitud (m) 612; 2: 435769, 4331365, 614; 3: 435725, 4331282, 610; 4: 435728, 4331400, 612; 5: 435755, 4331492, 613; 6: 435840, 4331677, 612; 7: 436810, 4332384, 616; 8: 436854, 4332292, 616; 9: 436806, 4332290, 617; 10: 436715, 4332337, 618; 11: 436314, 4331861, 612; 12: 436214, 4331881, 617; 13: 435980, 4331845, 617; 14: 436102, 4332214, 618; 15: 436268, 4332365, 617; 16: 436304, 4332055, 616; 17: 436466, 4332871, 620; 18: 436554, 4332744, 619; 19: 436574, 4332679, 617; 20: 436658, 4332480, 615; 21: 436577, 4332465, 614; 22: 436535, 4332887, 620.



# VALOR FERTILIZANTE DE REEMPLAZO DEL NITROGENO DEL PURÍN EN UN CULTIVO FORRAJERO INVIERNAL SEGÚN SU FORMA DE APLICACIÓN: EN ABANICO O INYECTADO

Gregorio Salcedo Díaz\*

CIFP La Granja, 39792 Heras - Cantabria

## NITROGEN FERTILIZER REPLACEMENT VALUE CONTAINED IN DAIRY MANURE SLURRY IN A WINTER FORAGE CROP ACCORDING THE APPLICATION METHOD: SPLASH PLATE OR INJECTED

### Historial del artículo:

Recibido: 02/02/2019  
Revisado: 29/03/2019  
Aceptado: 12/05/2019  
Disponible online: 02/09/2019

### \* Autor para correspondencia:

gregoriosalce@ono.com

ISSN: 2340-1672

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

### Palabras clave:

Vacuno de leche, raigrás italiano, eficiencia aparente de nitrógeno (EAN), nitrógeno aparentemente recobrado (NAR), nitrógeno amoniacal.

### RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron estimar el valor fertilizante de reemplazo del nitrógeno contenido en el purín del vacuno lechero para la producción de materia seca (VFRN<sub>MS</sub>) y el consumo de N (VFRNN) respecto al fertilizante nitrato amónico cálcico (NAC 27%), así como las pérdidas de amoníaco cuando se aplica en abanico (Ab) o inyectado (In) en un cultivo forrajero de raigrás italiano tipo alternativo. El experimento se llevó a cabo durante los años 2011 y 2012 con la variedad Agraco-812 a las dosis de N 0, 30, 60 y 90 kg ha<sup>-1</sup>, repartidas en dos momentos. Las diferencias en la producción de materia seca por hectárea con NAC respecto al Ab-In fueron de 1372-939 kg MS ha<sup>-1</sup>; el nitrógeno consumido de 32-22 kg ha<sup>-1</sup>; la eficiencia aparente del N de 25,1-17,2 kg MS kg<sup>-1</sup> N y el nitrógeno aparentemente recobrado de 0,58-0,4, kg N kg<sup>-1</sup> N respectivamente. Las pérdidas de nitrógeno amoniacal fueron un 62,9% menores en inyección que en abanico. El VFRN<sub>MS</sub> y VFRN<sub>N</sub> fue un 20% y 18% superiores en inyección respecto al abanico. Estos porcentajes se incrementaron un 7% y 8% cuando se consideraron las pérdidas de nitrógeno amoniacal.

### Keywords:

Dairy cattle, Italian rye-grass, apparent nitrogen efficiency, nitrogen apparently recovered, amoniacal nitrogen.

### ABSTRACT

The objectives of the present work were to estimate the nitrogen (N) fertilizer replacement value of the N contained in dairy manure slurry from dry matter production (VFRN<sub>MS</sub>) and N consumption (VFRN<sub>N</sub>) with respect to calcium ammonium nitrate fertilizer (CAN 27%), as well as the ammonia losses when applied by splash plate (Sp) or injected (In) in an Italian rye-grass alternative type crop. The experiment was conducted along the years 2011 and 2012 using the Agraco-812 variety of rye-grass (cultivar), with N dosing of 0, 30, 60 and 90 kg ha<sup>-1</sup>, applied at two times. The differences in forage yield per hectare with respect to CAN for Sp-In were 1372-939 Kg MS ha<sup>-1</sup>; in N intake 32-22 Kg ha<sup>-1</sup>; in apparent N efficiency 25.1-17.2 Kg MS Kg<sup>-1</sup> N and in N apparently recovered 0.58-0.4 Kg N Kg<sup>-1</sup> N respectively. N-NH<sub>3</sub> losses were 62.9% lower when using injection instead of splash plate. VFRN<sub>MS</sub> and VFRN<sub>N</sub> were 20% and 18% higher when using injection in comparison to splash plate application. These percentages increased 7% and 8% when N-NH<sub>3</sub> losses were considered.



## INTRODUCCIÓN

La rotación más utilizada en las explotaciones lecheras del norte de España es la formada por maíz (*Zea mays* L.) como cultivo de verano principal y raigrás italiano (*Lolium multiflorum* L.) en invierno. La mayoría de los ganaderos lo aprovechan para ensilado en un solo corte, y una minoría dan un corte para consumo en verde y un segundo como ensilado, o lo utilizan únicamente en verde. Aumentar el número de cortes en un cultivo de corta duración (enero - abril) requiere suministrar fertilizante nitrogenado para aumentar su productividad y garantizar su rentabilidad. La decisión del tipo de fertilizante a emplear es importante para reducir los costes de producción y minimizar las pérdidas de amoníaco, debiéndose también ajustarse a la legislación vigente (ver artículo cuarto del Real Decreto 980/2017).

Las emisiones de amoníaco procedentes de la aplicación de purín contribuyen a la contaminación del aire, a la degradación de los ecosistemas, a la pérdida de nitrógeno reactivo de los sistemas agrícolas (Hafner *et al.*, 2018), y a la eutrofización y acidificación de los suelos (Sintermann *et al.*, 2012). Entre otras, una forma de valorar el contenido de nitrógeno útil del purín fresco del vacuno es a través del cálculo de la recuperación aparente de N (NAR) y el valor fertilizante de reemplazo del N (VFRN). Este último se define como el factor por el cual debe multiplicarse el N del fertilizante orgánico para proporcionar una respuesta equivalente a la obtenida con un fertilizante de referencia (Petersen, 2003), normalmente mineral. Ambos índices pueden ser calculados a partir de su contenido de N amoniacal. El valor fertilizante del N debe contabilizarse en los planes de fertilización por el nitrógeno aparentemente recobrado (NAR) o por su valor fertilizante de reemplazo del N (VFRN). El VFRN se considera una medida de calidad más general que el NAR porque permite comparar los valores de los fertilizantes orgánicos en diferentes condiciones edafoclimáticas.

Experimentos con purines no tratados (Sørensen *et al.*, 2003; Reijs *et al.*, 2007 y Webb *et al.*, 2013) demuestran que el N disponible del purín para el cultivo durante el primer año se encuentra cercano a su porcentaje de amoníaco. Por su parte, Möller y Müller (2012) señalan que el VFRN del purín es similar a su contenido en amoníaco. La eficiencia en el uso del N está influenciada por el método y el momento de aplicación (Hoekstra *et al.*, 2010), por la tasa de aplicación (Misselbrook *et al.*, 2006), y por las condiciones climáticas y edáficas (Dowling *et al.*, 2008; Lalor y Schulte, 2008). Bajas eficiencias de utilización del N del purín se asocian a tasas elevadas de amoníaco volatilizado.

Los objetivos de este experimento fueron analizar la producción y el valor fertilizante de reemplazo del N del purín para un cultivo invernal de raigrás italiano, según el sistema de aplicación, y considerando o no las pérdidas de amoníaco.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Localización

El experimento se desarrolló en la finca de prácticas del CIFP "La Granja", Cantabria (43° 24'N; 3° 45'W y 5 m sobre el nivel del mar) durante los años 2011 y 2012. Las características del suelo fueron: textura franco-arcillo-limosa; pH 6,24; materia orgánica oxidable 2,09%; N 0,14%; C/N 11,2; P (Olsen) 12,5 ppm; Ca 866 ppm; Mg 92 ppm; K 96 ppm; capacidad de intercambio catiónico 18,6 mEq/100 g suelo. La temperatura y pluviometría durante los años de estudio se indican en la Tabla 1.

### Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo a parcelas divididas y tres repeticiones, con unas dimensiones de 2 x 15 m para la parcela elemental. La *parcela principal* consistió en tres tipos y métodos de aplicación de nitrógeno:

**TABLA 1.** Datos meteorológicos durante el crecimiento del cultivo (2011-2012) y la media de temperaturas y precipitaciones en el período 1984-2010.

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología.

	Precipitación (mm)		Temperatura (°C)			
	1984-2010	2011-2012	Media de máximas		Media de las mínimas	
			1984-2010	2011-2012	1984-2010	2011-2012
Enero	54,18	53,67	13,53	13,60	5,76	5,88
Febrero	44,05	45,72	13,91	13,87	5,75	5,70
Marzo	45,58	43,87	15,63	15,74	6,97	6,95
Abril	42,68	42,43	16,57	16,67	8,33	8,41
Mayo	46,01	44,80	19,17	19,20	11,16	11,14
Junio	35,22	34,38	21,52	21,64	13,98	13,94
Julio	27,56	27,47	23,58	23,69	15,96	15,91
Agosto	26,61	25,37	24,33	24,43	16,50	16,44
Septiembre	36,52	35,28	22,76	23,06	14,39	14,42
Octubre	65,05	62,08	20,39	20,73	11,90	11,89
Noviembre	85,11	87,29	16,22	16,39	8,70	8,80
Diciembre	61,41	64,31	14,21	14,30	6,63	6,68

**TABLA 1.** Meteorological data during the growth of the crop (2011-2012) and the average temperature and rainfall in the period 1984-2010.





© Autor

FOTO 1. Equipo de inyección de purín utilizado.

PHOTO 1. Slurry injection equipment used.

i) nitrógeno amónico cálcico (NAC) del 27% aplicado en superficie; ii) purín de vacuno lechero sin localizar y aplicado en la modalidad de abanico y iii) purín inyectado. La *subparcela* consistió en cuatro dosis de N: 0, 30, 60 y 90 kg ha<sup>-1</sup>.

y el 27 septiembre de 2011 a la dosis de 40 kg de semilla por hectárea. Seguidamente, se pasó un rodillo *cultipacker* para nivelar el terreno y minimizar los efectos de la posible contaminación por tierra del forraje en los muestreos y siega final.

## Operaciones de cultivo

La preparación del terreno consistió en dos pases cruzados de fresadora los días 4 y 5 de octubre de 2010 y 22 y 23 de septiembre de 2011. El raigrás fertilizado con NAC recibió además 7, 14 y 21 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 13, 36 y 39 kg/ha de K<sub>2</sub>O como abonado de fondo en los tratamientos 30, 60 y 90 kg N ha<sup>-1</sup> para equilibrar el aporte de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O del purín.

La dosis de N establecida en el experimento se fraccionó en dos aplicaciones los días 11 enero y 4 marzo de 2011 y 20 diciembre y 27 febrero en 2012. El purín aplicado en abanico fue repartido manualmente con una manguera dispuesta en la cuba y proyectado con una inclinación de 45° respecto al suelo. El purín inyectado fue aplicado con un equipo de inyección de 12 salidas y 2,5 m de ancho (Foto 1). Las dosis del purín aplicado en abanico fueron ajustadas previamente según el caudal de salida y el tiempo empleado en aportar cada dosis. El inyectado se ajustó mediante cierres y aperturas de las gomas desde el triturador a la bota del equipo

TABLA 2. Composición química del purín.

TABLE 2. Chemical composition of slurry.

	2011		2012	
	1ª aplicación	2ª aplicación	1ª aplicación	2ª aplicación
MS, %	13,5±0,14	11,9±0,17	6,42±0,16	7,54±0,21
pH	7,03±0,08	7,13±0,021	7,05±0,028	7,20±0,028
N total, g kg MS-1	3,7±0,14	4,0±0,14	3,6±0,14	3,8±0,07
NH <sub>3</sub> , g kg MS-1	1,58±0,04	1,66±0,05	1,58±0,02	1,62±0,06
N orgánico, g kg MS-1	2,12±0,10	2,34±0,08	2,02±0,11	2,23±0,01
P, g kg MS-1	0,63±0,01	0,61±0,07	0,61±0,02	0,61±0,01
K, g kg MS-1	2,16±0,06	2,09±0,02	2,14±0,10	2,12±0,02

Con la colaboración de:

GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

Fundación Biodiversidad



de inyección. Días antes a la aplicación de purín, se tomaron muestras recogidas directamente de la cuba para analizar su contenido en N y así ajustar el volumen de purín a aplicar. La composición química del purín viene señalada la Tabla 2.

El raigrás fue aprovechado los días 2 de febrero, 4 de marzo, 5 de abril y 3 de mayo en 2011 y el 13 de enero, 27 de febrero, 29 de marzo y 26 de abril en 2012, siempre en estado vegetativo maduro. Dentro de cada subparcela y tratamiento se ségó una superficie de 2 x 1 m con una barra guadañadora (BCS, tipo BF80/175) de 1 m de corte a 5 cm del suelo para estimar la biomasa forrajera final por hectárea. Más tarde, todas las parcelas fueron segadas con segadora-acondicionadora Claas Disco 2650 C. Dentro de cada superficie de muestreo se tomaron alícuotas de aproximadamente 1000 g de forraje, de los cuales 100 g sirvieron para determinar la materia seca en estufa a 60 °C durante 48 horas y predecir la materia seca final por hectárea. El resto fue secado igualmente, molido a 1 mm con un molino Retsch y conservado en contenedores de plástico herméticos de 250 ml para análisis posteriores.

## Determinaciones analíticas del purín y del raigrás

La materia seca del purín se determinó tras su secado en estufa a 60 °C durante 48 horas. El N total y amoniacal se determinaron con el Kjeltec™ 2300 de TECATOR sobre material fresco, previamente agitado. La materia seca final del raigrás a 103 °C y el N total se estimó como N-Kjeldahl con el Kjeltec™ 2300 de TECATOR. El contenido de nitratos se determinó en el Laboratorio Agroalimentario de Santander por cromatografía líquida, utilizando una columna de intercambio iónico y un detector de ultravioleta a una longitud de onda de 204 nm, previa extracción en agua caliente tratada con acetonitrilo para eliminar sustancias interferentes.

## Cálculos

### a. Valor fertilizante de reemplazo

La materia seca del raigrás de cada aprovechamiento y su contenido en N fueron acumulados cada año para estimar el N consumido con fertilizante ( $NC_f$ ) o purín ( $NC_p$ ) por hectárea según la ecuación:

$$N \text{ consumido } (NC_{f \text{ ó } p}) \text{ kg ha}^{-1} = \Sigma (MS, \text{ kg ha}^{-1} \times N \text{ del forraje, kg kg}^{-1} MS \text{ y aprovechamiento})$$

Las relaciones entre el rendimiento de MS, el consumo de N y la tasa de fertilizante nitrogenado mineral aplicado por año fueron ajustadas a un modelo cuadrático:

$$Y(N) = a + bN + cN^2, \quad N < d$$

$$Y(N) = Y_{\text{máx}}, \quad N \geq d$$

donde  $Y$  es el rendimiento de MS ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) o de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ );  $a$  es el intercepto (rendimiento de MS o de N a 0  $\text{kg ha}^{-1}$  de

fertilizante nitrogenado mineral);  $b$  y  $c$  son los coeficientes lineales y cuadráticos, respectivamente;  $d$  es el punto de unión de la curva, es decir, la tasa de N de fertilizante por encima de la cual se obtiene un rendimiento máximo de MS o consumo de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Se calcula como:

$$d = \frac{-b}{2c}$$

$Y_{\text{máx}}$  es el valor máximo de la variable respuesta ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), calculándose como:

$$Y_{\text{máx}} = a - \frac{b^2}{4c}$$

El N aparentemente recobrado con fertilizante mineral ( $NAR_f$ ) o con purín ( $NAR_p$ ) en cada tratamiento se estimó a partir de las ecuaciones:

$$NAR_f (\text{kg}^{-1} \text{ kg}) = (NC \text{ con } f - NC \text{ sin } f) / N_f$$

$$NAR_p (\text{kg}^{-1} \text{ kg}) = (NC \text{ con } p - NC \text{ sin } p) / N_p$$

La eficiencia aparente del N con fertilizante mineral ( $EAN_f$ ) o con purín ( $EAN_p$ ) para la materia seca fue calculada como:

$$EAN_{MS \text{ f ó } p} (\text{kg MS kg}^{-1} N) = (MS \text{ con } f \text{ ó } p - MS \text{ sin } f \text{ ó } p) / N \text{ f ó } p$$

El valor fertilizante de reemplazo del N ( $VFRN$ ) se calculó a partir del N recuperado con purín en relación al N mineral y su expresión está basada en la producción de materia seca ( $VFRN_{MS}$ ) o en el consumo de N ( $VFRN_N$ ), ambos en  $\text{kg kg}^{-1}$  según las expresiones:

$$VFRN_{MS} = NA_{f=MSp} / NA_p$$

$$VFRN_N = NA_{f=NCp} / NA_p$$

donde:  $NA_{f=MSp}$  es el N mineral requerido para obtener una producción de materia seca equivalente al tratamiento con purín ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y  $NA_{f=NCp}$  es el fertilizante mineral N requerido para obtener una absorción de N equivalente a la del tratamiento con purín ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), y  $NA_p$  es el N total aplicado como purín ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). El  $NA_{f=NCp}$  para cada réplica de tratamiento de purín fue estimado usando la curva de respuesta específica de N de cada año. Finalmente se estimó el  $VFRN_{MS}$  y el  $VFRN_N$  del purín después de restar las pérdidas de N amoniacal debidas al sistema de aplicación.

### b. Pérdidas de N amoniacal

Las pérdidas amoniacales del purín dentro de cada método de aplicación se estimaron con los modelos ALFAM (Søgaard et al., 2002) y ALFAM2 actualizado (Hafner et al., 2018). Estos modelos describen la acumulación de amoniacal volatilizado,  $N(t)$ , con el tiempo,  $t$ , desde el inicio del experimento. Los inputs del modelo vienen señalados en la Tabla 3. La cantidad de N es adimensional, puesto que expresa el N amoniacal perdido como la fracción de N aplicado:

$$N(t) = \frac{\text{Pérdida de NH}_3 \text{ sobre el tiempo } t \left( \text{kg} \frac{N}{\text{ha}} \right)}{\text{Purín aplicado} \left( \frac{\text{ton}}{\text{ha}} \right) \times \text{contenido de N del purín} \left( \text{kg} \frac{N}{\text{ton purín}} \right)}$$

## Análisis estadístico

Los resultados de la producción de forraje y nitrógeno total por hectárea fueron sometidos a análisis de la varianza (ANOVA) con el programa SPSS v 15.0 (SPSS, 2006), ajustando el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \delta_{ijk}$$

siendo  $\mu$ : media general;  $B_k$ : bloque 1, 2 y 3;  $\alpha_i$ : parcela mayor (purín convencional, purín inyectado y nitrato);  $\varepsilon_{ik}$ : error experimental de las parcelas grandes;  $\beta_j$ : parcela menor (0, 30, 60 y 90 kg N ha<sup>-1</sup>);  $\alpha\beta_{ij}$ : interacción y  $\delta_{ijk}$ : error experimental. Las diferencias entre las medias se realizaron con el test de Tukey al 5 %.

## RESULTADOS

### Producción de forraje y consumo de nitrógeno

Los parámetros de la regresión no lineal que explican el rendimiento de materia seca (MS) y el consumo de N son función del fertilizante nitrogenado mineral aplicado (Tabla 4). Los valores de  $a$  para las producciones de MS y N sin fertilizante fueron similares entre años, con medias de 3977-91,3 en 2011 y 3762-92,7 kg ha<sup>-1</sup> en 2012 respectivamente. Los valores  $d$  para la producción de MS y para el N consumido fueron altos, indicando un consumo residual del fertilizante N aplicado después de cada aprovechamiento. Los coeficientes de determi-

nación para la producción de materia seca y del consumo de nitrógeno fueron similares entre años. Las relaciones entre el N aplicado, el N consumido y la producción de materia seca acumulada se presentan en la Figura 1. Los rendimientos de MS y la absorción de N a las dosis equivalentes de N con purín fueron inferiores a los estimados con fertilizante mineral (Tabla 5). La producción de materia seca y el consumo de nitrógeno fueron un 9,1% y 8,6% superiores con purín inyectado respecto al aplicado con abanico ( $P < 0,05$ ).

### Pérdidas de N amoniacal del purín

Las pérdidas de N amoniacal del purín estimadas por el método ALFAM y ALFAM2, fueron del 40,5% y 15% como valor medio en el conjunto de tratamientos para las aplicaciones en abanico e inyección respectivamente. Estos porcentajes representaron pérdidas de 10,2 y 3,8 kg de N amoniacal por hectárea.

### Nitrógeno aparentemente recuperado (NAR) y eficiencia aparente del nitrógeno (EAN<sub>MS</sub>)

El NAR del purín fue menor cuando se aplicó con abanico ( $P < 0,05$ ), intermedio con la inyección y mayor con nitrato amónico cálcico, independientemente de si se contabilizaran o no las pérdidas de N amoniacal del purín (Tabla 5). El NAR no fue diferente entre dosis de N cuando se aplicó purín en abanico, y sí mayor ( $P < 0,05$ ) en inyección a la dosis de 30 kg N ha<sup>-1</sup> que a las dosis de 60 y 90 kg N ha<sup>-1</sup> (Figura 2).

**TABLA 3.** Variables requeridas por el modelo ALFAM.

Aplicaciones	2011		2012	
	1ª	2ª	1ª	2ª
<b>Fechas aplicación</b>	<b>11 Enero</b>	<b>5 Marzo</b>	<b>13 Enero</b>	<b>28 Febrero</b>
Suelo (seco/húmedo)			Húmedo	
Temperatura aire, °C	13,9	9,9	11,9	8,5
Velocidad viento, m s <sup>-1</sup>	1,4	3,27	5,8	3,6
Tipo de purín	Vacuno lechero			
Purín, t/ha	4-8-12	4-8-12	4-8-12	4-8-12
MS, g 100 g <sup>-1</sup>	135±1,4	121±0,7	63,1±0,42	75,4±1,62
N, g 1000 g <sup>-1</sup>	3,7±0,14	4,0±0,14	3,6±0,14	3,8±0,07
NH3, g 1000 g <sup>-1</sup>	1,58	1,66	1,58	1,62
Técnica de medición	Técnicas de medición de balance de masa micro-meteorológica			

**TABLA 3.** Variables required by the ALFAM model.

**TABLA 4.** Valores de los parámetros de la regresión cuadrática que explican el rendimiento de materia seca (MS) y la absorción de N en función de la tasa de aplicación de fertilizante mineral N para cada año.

Año	Producción de materia seca						Consumo de N					
	a	b	c	d	Ymax	R2	a	b	c	d	Ymax	R2
2011	3977	47,6	-0,182	131	7089	0,99	91,3	1,27	-0,005	127	172	0,99
2012	3762	59,5	-0,265	112	7102	0,99	92,7	1,37	-0,005	137	185	0,98

**TABLA 4.** Parameter values of the quadratic regression explaining the yield of dry matter (DM) and the absorption of N as a function of the application rate of mineral N fertilizer N for each year.

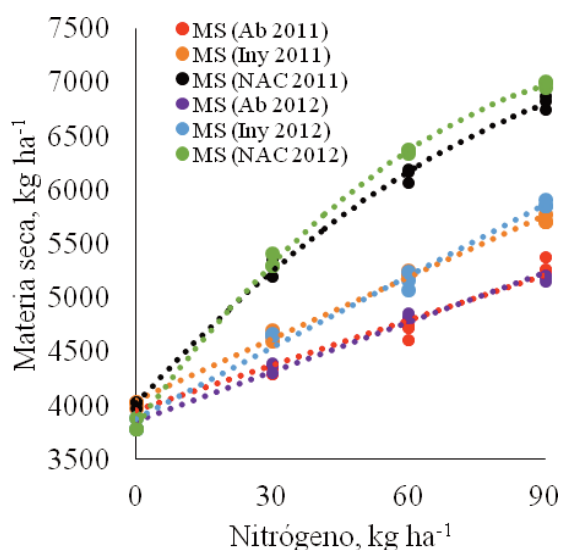
$a$  = producción de materia seca a 0 kg ha<sup>-1</sup> de NAC.

$d$  = punto de unión de las curvas (tasa de fertilizante mineral N por encima de la cual se obtiene el rendimiento máximo de MS o la captación de N)

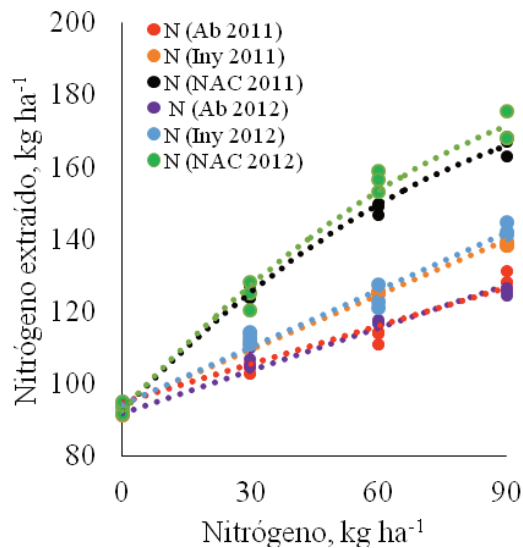
Ymax = máxima producción de materia seca o máximo consumo de N

Con la colaboración de:

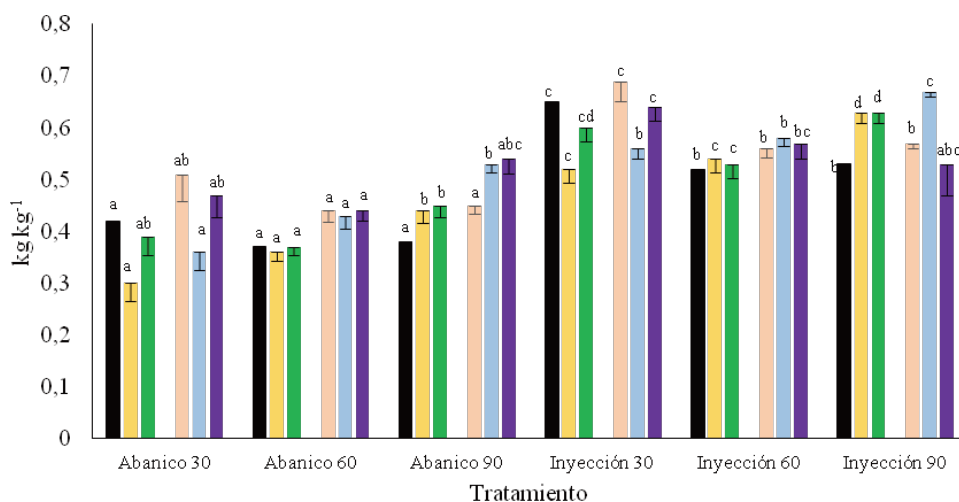




**FIGURA 1.** Relaciones entre el N aplicado, N consumido y producción de materia seca entre años para aplicación en abanico (Ab), inyección (Iny) y nitrato amónico cálcico (NAC).



**FIGURE 1.** Existing relations between applied N, consumed N and dry matter yield between years for slurry application with splash plate (Ab), shallow injection (Iny) and mineral fertilization with calcium ammonium nitrate.



**FIGURA 2.** Nitrógeno aparentemente recuperado (NAR); valor fertilizante de reemplazo del N para la producción de materia seca con o sin pérdida de N amoniacal (VF<sub>NMS</sub> y VF<sub>NMS-NH3</sub>); valor fertilizante de reemplazo del consumo de N para el N con o sin pérdida de N amoniacal (VF<sub>N-NH3</sub>). Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

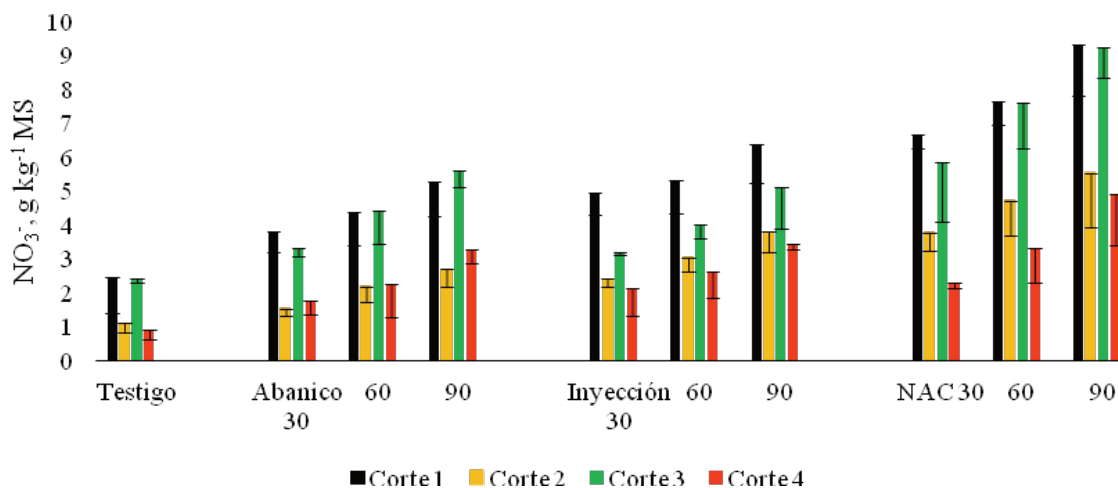
**FIGURE 2.** Nitrogen apparently recovered (NAR); N fertilizer replacement value for dry matter production with or without loss of N-NH<sub>3</sub> (VF<sub>NMS</sub> and VF<sub>NMS-NH3</sub>); N fertilizer replacement value for N with or without loss of N-NH<sub>3</sub> (VF<sub>N-NH3</sub>). Different letters indicate significant differences (P<0.05).

**TABLA 5.** Producción de forraje, N, contenido de nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y eficiencias aparentes del N.

	Método			Dosis				Significación		
	Abanico	Inyección	NAC	0	30	60	90	Sistema	Dosis	S*D
MS	4779a	5212b	6151c	3912a	4768b	5399c	5795d	***	***	***
N	116a	126b	148c	93a	114b	130c	145d	***	***	***
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,37a	3,95a	5,91b	1,74a	3,54b	4,32b	5,37b	***	***	**
Sin considerar las pérdidas de NH <sub>3</sub> del purín										
NAR	0,39a	0,57b	0,97c	-	0,72b	0,63a	0,58a	***	***	***
EANMS	14,4a	22,3b	39,5c	-	28,5b	24,7a	22,9a	***	***	***
Considerando las pérdidas de NH <sub>3</sub> del purín										
NAR	0,47a	0,61b	0,97c	-	0,76b	0,66a	0,62a	***	***	*
EANMS	17,3a	23,8b	39,5c	-	30b	26,4a	24,4a	***	***	***

**TABLA 5.** Forage production, N, nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) content and N apparent efficiencies.

MS: materia seca (kg ha<sup>-1</sup>); N: nitrógeno consumido (kg ha<sup>-1</sup>); NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: forraje: g kg<sup>-1</sup> MS; NAR: nitrógeno aparentemente recuperado (kg kg<sup>-1</sup>); EANMS: eficiencia aparente del N (kg MS kg<sup>-1</sup> N aplicado); Letras diferentes dentro de la misma fila y para cada efecto señalan valores que difieren significativamente (P<0,05).



**FIGURA 3.** Variaciones en la concentración de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) en el forraje para los diferentes tratamientos y número de corte.

**FIGURE 3.** Variations in nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) concentration in the forage for the different treatments and number of cut.

El nitrógeno aparentemente recobrado con el fertilizante químico fue un 59,8% y 41,2% mayor ( $P < 0,05$ ) que en abanico e inyección respectivamente. En general, el NAR no mostró cambios significativos para aplicaciones en abanico ( $R^2=0,03$ );  $-0,002$  kg por kg de N aplicado en inyección ( $R^2=0,36$ ) y  $-0,004$  kg con nitrato amónico cálcico ( $R^2=0,63$ ). Igualmente, el NAR se redujo  $0,007$  kg por unidad porcentual de amoníaco perdido ( $R^2=0,57$ ).

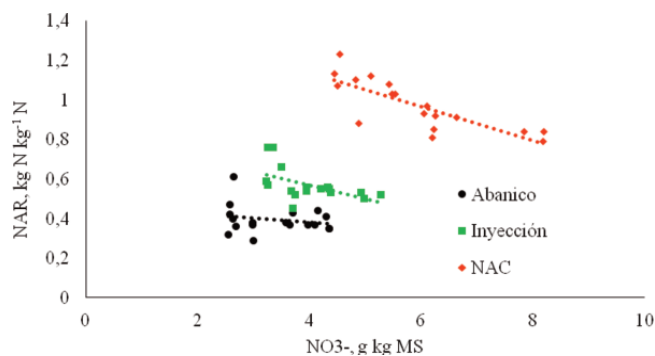
Las concentraciones de nitratos del forraje fueron un 47% superiores como valor medio de conjunto entre tratamientos en los cortes previamente fertilizados (Figura 3), observándose relaciones significativas entre el contenido de nitratos del raigrás y el NAR de  $R^2=0,33$  equivalentes a  $3,12$  g  $\text{NO}_3^-$  kg<sup>-1</sup> NAR (Figura 4).

### Valor fertilizante de reemplazo del purín

La eficiencia aparente del nitrógeno para la materia seca ( $EAN_{MS}$ ) sin considerar las pérdidas de N amoniacal del purín, fue diferente según el método de aplicación y la dosis de nitrógeno (Tabla 5). En este caso, fue un 63,5% inferior en abanico y un 43,5% en inyección respecto al fertilizante mineral. Independientemente del N aplicado, la  $EAN_{MS}$  fue  $2,9$  kg MS kg<sup>-1</sup> de N inferior cuando se contabilizaron las pérdidas de N amoniacal en abanico y  $1,5$  kg inferior en inyección (Tabla 5).

El valor fertilizante de reemplazo del purín para la producción de materia seca ( $VFRN_{MS}$ ) y el consumo de nitrógeno ( $VFRN_N$ ) sin considerar las pérdidas de amoníaco, fueron de 35,1% y 30,5% superiores en inyección respecto a las aplicaciones en abanico (Tabla 6). Independientemente de si se contabilizan o no las pérdidas de N-NH<sub>3</sub>, el  $VFRN_{MS}$  para los sistemas en abanico e inyección fue similar a las dosis de 30 y 60 kg N ha<sup>-1</sup> pero diferente la de 90 kg (Figura 2), con rangos variables de  $0,30$  kg kg<sup>-1</sup> con 30 kg de N en abanico a  $0,63$  kg kg<sup>-1</sup> en inyección y 90 kg N ha<sup>-1</sup>. Por otro lado, el  $VFRN_N$  fue diferente entre tratamientos (Tabla 6) con mínimos de  $0,37$  kg kg<sup>-1</sup> en

La concentración de nitratos del forraje aumentó con la dosis de fertilizante nitrogenado (Tabla 5), con valores medios de  $4,14 \pm 1,5$  (d.t.) g kg<sup>-1</sup> MS, mínimos de  $1,09 \pm 0,27$  g sin nitrógeno en el segundo aprovechamiento y máximos de  $9,3 \pm 1,5$  con nitrato amónico cálcico a la dosis de 90 kg N por hectárea en el primer corte (Figura 3). El raigrás fertilizado con NAC del 27% concentró un 42,9% más de nitratos que en abanico y un 33,1% más que en inyección ( $P < 0,05$ ), sin diferencias significativas entre los dos sistemas de aplicación de purín. En conjunto, los contenidos de nitratos del forraje incrementaron  $0,036$  g por kilo de N aplicado ( $R^2=0,45$   $P < 0,001$ );  $0,027$  g ( $R^2=0,89$   $P < 0,001$ ) en abanico;  $0,023$  g ( $R^2=0,82$   $P < 0,001$ ) en inyección y  $0,042$  g ( $R^2=0,75$   $P < 0,001$ ) con nitrato amónico cálcico. Tras la aplicación de nitrógeno, las concentraciones de nitratos del forraje aumentaron un 47% como valor medio respecto al siguiente aprovechamiento (Figura 3), observándose relaciones significativas entre el contenido de nitrato y el NAR de  $R^2=0,33$  equivalentes a  $3,12$  g  $\text{NO}_3^-$  kg<sup>-1</sup> NAR.



**FIGURA 4.** Relación entre la concentración de nitrato del forraje y el nitrógeno aparentemente recobrado.

**FIGURE 4.** Relationship between the forage nitrate concentration and the nitrogen apparently recovered.



TABLA 6. Valor fertilizante nitrogenado de reemplazo del purín.

	Método		Dosis		Significación			
	Abanico	Inyección	30	60	90	Sistema	Dosis	S*D
Sin considerar las pérdidas de N-NH <sub>3</sub> del purín								
VFRNMS, kg kg <sup>-1</sup>	0,37	0,57	0,41a	0,45a	0,53b	***	***	ns
VFRNN, kg kg <sup>-1</sup>	0,41	0,59	0,49ab	0,45a	0,54b	***	***	ns
Considerando las pérdidas de N-NH <sub>3</sub> del purín								
VFRNMS, kg kg <sup>-1</sup>	0,44	0,60	0,46a	0,51a	0,60b	***	***	ns
VFRNN, kg kg <sup>-1</sup>	0,49	0,58	0,56	0,51	0,54	***	ns	ns

MS: materia seca (kg ha<sup>-1</sup>); N: nitrógeno consumido (kg ha<sup>-1</sup>); NO<sub>3</sub>- forraje: g kg<sup>-1</sup>; MS; NAR: nitrógeno aparentemente recobrado (kg kg<sup>-1</sup>); EANMS: eficiencia aparente del N (kg MS kg<sup>-1</sup> N aplicado); Letras diferentes dentro de la misma fila y para cada efecto señalan valores que difieren significativamente (P<0,05).

abanico a la dosis de 60 kg N ha<sup>-1</sup> y máximos de 0,63 kg en inyección con 90 kg N por hectárea (Figura 3) sin contabilizar las pérdidas de N amoniacal del purín.

## DISCUSIÓN

### Producción de materia seca y N consumido

Los rendimientos anuales de materia seca y nitrógeno a las dosis de 30 kg N mineral ha<sup>-1</sup>, 90 kg de N de purín aplicado en abanico o 60 kg de N en inyección, fueron similares a los señalados en un experimento previo por Salcedo (2011), 5165 kg MS y 134 kg N ha<sup>-1</sup>, también con la variedad Agraco-812 y fertilizando con 45 kg de N mineral en fondo y aprovechado para ensilado en un solo corte.

Las diferencias de producción entre el purín inyectado o esparcido en abanico fueron de 540 kg de materia seca y 10 kg de N ha<sup>-1</sup>, imputables en parte a la menor pérdida de N amoniacal, 3,8 kg ha<sup>-1</sup>, en el primero que en el segundo, 10,2 kg ha<sup>-1</sup>, según las estimaciones realizadas con el modelo ALFAM (Søgaard *et al.*, 2002). Los trabajos de Lalor *et al.* (2011) también obtuvieron diferencias significativas en la producción de hierba con aplicadores de purín de bajas emisiones (zapatas traseras), respecto a la aplicación con plato o abanico, sin considerar las pérdidas de N amoniacal. Hoekstra *et al.* (2010), también apreciaron diferencias significativas entre sistemas de aplicación de purín después del primer corte en praderas, con rendimientos medios de 3,4 t MS ha<sup>-1</sup> sin purín hasta 4,3 t en abanico, 4,5 con zapatas traseras y 4,9 t con mangueras colgantes, sin efectos residuales en los siguientes aprovechamientos de primavera. Por el contrario, Rodhe y Rammer (2002) no apreciaron diferencias de rendimiento entre aplicaciones de purín inyectado o en abanico. Incluso Rahman *et al.* (2001) y Mattila *et al.* (2003) señalaron respuestas de producción inferiores en inyección respecto a las aplicaciones en superficie. Esta diversidad de resultados podría estar relacionada con la variabilidad existente en aspectos tales como el clima, la textura de los suelos, su contenido en N, la dilución del purín, o los equipos de inyección, entre otros factores.

TABLE 6. Nitrogen fertilizer replacement value of slurry.

### Nitrógeno aparentemente recobrado y eficiencia aparente del N

Coincidiendo con los resultados de Kayser *et al.* (2015), el NAR en este trabajo fue mayor con abono mineral que con purín, reduciéndose la diferencia al incrementar la dosis de nitrógeno, y no superando 0,75 kg N kg<sup>-1</sup> para el fertilizante mineral o 0,67 kg N kg<sup>-1</sup> para el purín inyectado. Por su parte, Schils y Kok (2003) en praderas de Holanda obtuvieron valores superiores a 0,79 kg N kg<sup>-1</sup> para el nitrato amónico cálcico, mientras que con purín inyectado su rango de valores fue de 0,45 a 0,76 y con aplicaciones en abanico de 0,29 a 0,61.

Lalor *et al.* (2011) obtuvieron en praderas diferencias de 0,09 kg de nitrógeno aparentemente recobrado a favor del purín aplicado con zapatas traseras respecto al abanico. Las escasas diferencias de NAR para los sistemas de plato y de zapatas traseras señaladas por estos autores respecto a los valores para inyección del presente experimento, son atribuidas a una mayor exposición del purín al aire con el sistema de zapatas traseras, lo que puede incrementar las emisiones de N amoniacal (Huijsmans *et al.*, 2001), produciendo consecuentemente un menor NAR. Las pérdidas de N amoniacal simuladas con el modelo ALFAM para el sistema de zapatas traseras en las mismas condiciones de nuestro experimento fueron del 20,3% y del 15,1% para la inyección, lo que pudiera explicar la menor diferencia de NAR en los métodos de aplicación analizados por Lalor *et al.* (2011).

De Boer (2013) recomienda mejorar las estimaciones de las emisiones N amoniacal mediante su complementación con el cálculo del nitrógeno aparentemente recobrado. Los valores de emisión del N amoniacal estimados por el modelo ALFAM del presente experimento fueron del 40,5% en abanico y del 15% en inyección, similares a 49% y 13% respectivamente, señalados por de Boer (2013) en Holanda para los mismos sistemas de aplicación. Los factores de emisión del N amoniacal pueden ser estimados con mayor precisión cuando las diferencias de emisión entre los sistemas de aplicación de purín se comparan con las diferencias de NAR (de Boer, 2013). La diferencia de NAR en inyección respecto al abanico del presente experimento fue de 17,8 unidades porcentuales, mientras que el porcentaje de N amoniacal respecto al N total fue del 42,6%,

similar al 40,5% del N amoniacal perdido en la aplicación en abanico. Sin embargo, otros factores como la inmovilización temporal de N amoniacal del purín en el suelo (Burger y Venterea, 2008), lixiviados (Schröder *et al.*, 2010) o emitido en forma gaseosa como amoniaco (Velthof *et al.*, 1997) deben también considerarse.

Los resultados de NAR del presente trabajo se sitúan en el rango señalado por Schils y Kok (2003) de 0,44 kg en inyección y 0,30 kg en abanico; de 0,15 a 0,62 kg en praderas para los sistemas de plato y zapatas traseras (Hoekstra *et al.*, 2010), y de 0,23 a 0,5 kg en inyección y 0,23 a 0,45 con plato (Mattila *et al.*, 2003), también en praderas.

Coincidiendo con Flores *et al.* (2015), la eficiencia aparente del N ( $EAN_{MS}$ ) disminuyó al aumentar el aporte de N, independientemente del tipo de fertilizante. Sin embargo, nuestros resultados para aplicaciones con abanico e inyección fueron superiores a los indicados por Flores *et al.* (2015) de 12,2 y 10,3 kg MS kg<sup>-1</sup> N respectivamente, en la asociación de raigrás italiano con trébol. Factores como su menor contenido de N del purín 1,41 g kg<sup>-1</sup> respecto a 3,78±0,18 g kg<sup>-1</sup> del presente experimento, o bien alguna posible interacción con el N fijado por las leguminosas, pudieran explicar estas diferencias. Del mismo modo, las eficiencias del fertilizante mineral en nuestro experimento, 19,6 kg MS kg<sup>-1</sup> N, fueron superiores a las indicadas por Flores *et al.* (2015): 12,4 kg MS kg<sup>-1</sup> nitrógeno.

## Valor fertilizante de reemplazo

Los valores medios del valor fertilizante de reemplazo para la materia seca ( $VFRN_{MS}$ ) y para el nitrógeno ( $VFRN_N$ ) para aplicaciones con abanico e inyección fueron de 0,37-0,57 y 0,41-0,59 kg kg<sup>-1</sup> N respectivamente. De igual forma a lo descrito por Kayser *et al.* (2015), el mayor NAR del purín inyectado respecto al abanico explica su mayor  $VFRN_N$ , imputable a la menor pérdida de N amoniacal. Sin embargo, nuestro  $VFRN_N$  fue menor al de 0,79 kg kg<sup>-1</sup> señalado por Kayser *et al.* (2015). Por su parte, Schröder *et al.* (2007) indicaron que la menor pérdida de N amoniacal en inyección no compensa los daños mecánicos causados por el disco del equipo de aplicación. Pese a este inconveniente, Schröder *et al.* (2010) establecieron valores más moderados de 0,6 kg respecto a los señalados por Kayser *et al.* (2015) para aplicaciones en inyección.

La diferencia de 0,20 kg kg<sup>-1</sup> para  $VFRN_{MS}$  y de 0,18 kg kg<sup>-1</sup> el  $VFRN_N$  con purín inyectado respecto al aplicado en abanico puede tener su origen en la menor pérdida de N amoniacal. Los resultados aquí obtenidos son superiores a los señalados por Lalor *et al.* (2011) de 0,10 y 0,10 kg kg<sup>-1</sup> en el primer aprovechamiento de la pradera con aplicador de zapatas traseras y abanico respectivamente (0,06 y 0,05 kg kg<sup>-1</sup> para el experimento completo). El  $VFRN_{MS}$  para las asociaciones de raigrás italiano y trébol señalado por Flores *et al.*, (2015) fue

0,62 kg/kg<sup>-1</sup>, sin diferencias entre las dosis empleadas de 50 o 100 kg N ha<sup>-1</sup> similares al de 0,63 kg kg<sup>-1</sup> del presente trabajo con inyección y 90 kg N ha<sup>-1</sup>. Estas observaciones difieren de las de Schröder *et al.*, (2007), que señalaron aumentos desde el 51-53% del  $VFRN_{MS}$  cuando el purín se aplica por primera vez, a aproximadamente el 70% después de 7-10 aplicaciones anuales.

## Contenido de nitratos en el forraje

La mayor disponibilidad del N en el nitrato amónico cálcico pudo ser la causa de la mayor concentración de nitratos en el forraje. Marschner (1998) señala que las plantas preferentemente absorben el nitrógeno en forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) o de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Con frecuencia, el nitrato aumenta con el nivel de fertilización nitrogenada (Wretschmer, 1958), y disminuye cuando las plantas maduran (Crawford, 1961). La concentración media de nitrato en planta observado en los diferentes tratamientos fue 4,14±1,5 g kg<sup>-1</sup> MS, inferior a las señaladas por Nichol (2007), quien considera que concentraciones inferiores a 10 g NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg MS no son problemáticas para el ganado. Este autor señala que valores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> superiores a 20 g kg<sup>-1</sup>MS podrían resultar tóxicas para los animales. Según Nichol *et al.* (2003), la intoxicación por nitrato puede aparecer en vacas secas alimentadas con forrajes de invierno. La misma se produce como consecuencia de la conversión del nitrato en nitrito (NO<sub>2</sub>) por los microbios del rumen a una velocidad más alta que la de formación de amoniaco (Nichol, 2007).

## CONCLUSIONES

La mayor producción de materia seca, de nitrógeno, la eficiencia aparente del N, el N aparentemente recuperado y la concentración de nitrato en el forraje fueron superiores con abono mineral. La menor pérdida de amoniaco del purín se registró en el sistema de aplicación localizada por inyección, presentando las mejores eficiencias en la utilización del N comparados con el método del abanico. El N del purín aplicado en inyección puede reemplazar el 59% del N mineral en raigrás italiano.

## AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio Agroalimentario de Santander y en especial a Marceliano Sarmiento por los análisis de nitratos.

## BIBLIOGRAFÍA

BURGER M. Y VENTEREA R. (2008). Nitrogen immobilization and mineralization kinetics of cattle, hog, and turkey manure applied to soil. *Soil Science Society of America Journal*, 72, 1570-1579.

- CRAWFORD R.F., KENNEDY W.K. Y JOHNSON W.C. (1961). Some factors that affect nitrate accumulation in forages. *Agronomy Journal*, 53 (3), 159-162.
- De BOER H. (2013). Accurate estimation of ammonia emissions after manure application: an interdisciplinary approach. Informe disponible en red. <https://www.foodlog.nl/files/achtergrond/DeBoer2.pdf>. Consulta: 15 agosto 2018
- DOWLING C., CURRAN T. Y LANIGAN, G (2008) The effect of application technique and climate conditions on ammonia emissions from cattle slurry. *Proceedings of the Agricultural Research Forum*, Tullamore, p.5
- FLORES-CALVETE G., VALLADARES-ALONSO J., PEREIRA-CRESPO S., RECH-ZAFRA C., DAGNAC T., DIAZ-DIAZ N., AGUION-SANDA A., VEIGA-LÓPEZ M. Y BOTANA-FERNÁNDEZ A. (2015). Productividad y composición nutricional de un cultivo invernal de raigrás italiano y leguminosas anuales con diferentes tratamientos de fertilización nitrogenada. *AFRIGA*, AÑO XXI, Nº 120, 94-111.
- HAFNER S., PACHOLSKI A., BITTMAN S., BURCHILL W., BUS-SINK W., CHANTIGNY M., CAROZZI M., GÉNERMONT S., HÄNI C., HANSEN M., HUIJSMANS J., HUNT D., KUPPER T., LANIGAN G., LOUBET B., MISSELBROOK T., MEISINGER J., NEFTEL A., NYORD T., PEDERSEN S., SINTERMANN J., THOMPSON R., VERMEULEN B., VESTERGAARD A., VOYLOKOV P., WILLIAMS J. Y SOMMER S. (2018). The ALFAM2 database on ammonia emission from field-applied manure: Description and illustrative analysis. *Agricultural and Forest Meteorology*, 258, 66-79.
- HOEKSTRA N., LALOR S., RICHARDS K., O'HEA N., LANIGAN G., DYCKMANS J., SCHULTE R. Y SCHMIDT O. (2010). Slurry 15NH<sub>4</sub>-N recovery in herbage and soil: effects of application method and timing. *Plant Soil*, 330, 357-368.
- HUIJSMANS J.F.M., HOL J.M.G. Y HENDRIKS M.M.W. (2001). Effect of application technique, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to grassland. *Netherlands Journal Agricultural Science*, 49 (4), 323-342.
- KAYSER M., BREITSAMETER L., BENKE M. Y ISSELSTEIN J. (2015). Nitrate leaching is not controlled by the slurry application technique in productive grassland on organic-sandy soil. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 35 (1), 213-223.
- LALOR S., SCHRÖDER J., LANTINGA E., OENEMA O., KIRWAN L. Y SCHULTE R. (2011). Nitrogen fertilizer replacement value of cattle slurry in grassland as affected by method and timing of application *Journal of Environmental Quality*, 40 (2), 362-373.
- LALOR S.T. Y SCHULTE R. P. (2008) Low-ammonia-emission application methods can increase the opportunity for application of cattle slurry to grassland in spring in Ireland. *Grass and Forage Science*, 63, 531-544.
- MARSCHNER, H. (1998). Mineral Nutrition of higher plants. Academic Press, San Diego, 889 p.
- MATTILA P.K., JOKI-TOKOLA E. Y TANNI R. (2003). Effect of treatment and application technique of cattle slurry on its utilization by ley: II. Recovery of nitrogen and composition of herbage yield. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 65, 231-242.
- MISSELBROOK T.H., GILHESPY S.L. Y YAMULK, S. (2006). Influence of application rate and method on nitrogen losses from slurry applied to grassland. En: Petersen, S.O (ed.) *Proceedings of 12<sup>th</sup> RAMIRAN International Conference, "Technology for Recycling of Manure and Organic Residues in a Whole-Farm Perspective"*. DIAS Report No. 123, Vol II, Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele, 11-13 September 2006. pp. 281-283.
- MÖLLER K. Y MÜLLER T. (2012). Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Engineering in Life Sciences*, 12, 242-57.
- NICHOL W., WESTWOOD C., DUMBLETON A. Y AMYES, J. (2003). Brassica wintering for dairy cows: overcoming the challenges. pp. 154-172. In: *Proceedings of the South Island Dairy Event (SIDE)*, Canterbury, New Zealand. South Island Dairy Event, Canterbury, New Zealand.
- NICHOL W.W. (2007). Nutritional disorders of ruminants caused by consumption of pasture and fodder crops. pp 133-149. En: *Pastures and supplements for grazing livestock*. Ed. Rattray, P.V.
- PETERSEN J. (2003). Nitrogen fertilizer replacement value of sewage sludge, composted household waste and farmyard manure. *Journal of Agricultural Science*, 140, 169-82.
- RAHMAN S., CHEN Y., ZHANG Q., TESSIER S. Y BAIDOO S. (2001). Performance of a liquid manure injector in a soil bin and on established forages. *Canadian Biosystems Engineering*, 43, 233-240.
- REIJS J.W., SONNEVELD M.P.W., SØRENSEN P., SCHILS R.L.M., GROOT J.C.J. Y LANTINGA E.A. (2007). Effects of different diets on utilization of nitrogen from cattle slurry applied to grassland on a sandy soil in The Netherlands. *Agriculture Ecosystems Environment*, 118, 65-79.
- RODHE L., Y RAMMER. C. (2002). Application of slurry to ley by band spreading and injection methods. *Biosystems Engineering*, 83, 107-118.

- SALCEDO G. (2011). Producción, contenido en principios nutritivos y composición en ácidos grasos del cultivo de *Lolium multiflorum* solo o asociado a *Trifolium*. *Pastos*, 41 (2), 191-209.
- SCHILS R. Y KOK I. (2003). Effects of cattle slurry manure management on grass yield. *Netherlands Journal Agricultural Science*, 51-1/2.
- SCHRÖDER J.J., UENK D. Y HILHORST G.J. (2007). Long-term nitrogen fertilizer replacement value of cattle manures applied to cut grassland. *Plant Soil*, 299, 83-99.
- SCHRÖDER J.J., ASSINCK F.B.T., UENK D. Y VELTHOF G.L. (2010). Nitrate leaching from cut grassland as affected by the substitution of slurry with nitrogen mineral fertilizer on two soil types. *Grass Forage Science*, 65, 49-57.
- SINTERMANN J., NEFTELA., AMMANN C., HÄNI C., HENSEN A., LOUBET B. Y FLECHARD C.R. (2012). Are ammonia emissions from field-applied slurry substantially over-estimated in European emission inventories?. *Biogeosciences*, 9, 1611-1632.
- SØGAARD H.T., SOMMER S.G., HUTCHINGS N.J., HUIJMANS J.F.Y NICHOLSON F. (2002). Ammonia volatilization from field applied animal slurry - the ALFAM model. *Atmospheric Environment*, 36 (20), 3309-3319.
- SØRENSEN P., WEISBJERG M.R.Y LUND P., (2003). Dietary effects on the composition and plant utilization of nitrogen in dairy cattle manure. *Journal Agricultural Science*, 141, 79-91.
- SPSS. (2006). SPSS for Windows, version 15.0 Ed, SPSS Inc., Chicago (USA).
- VELTHOF G.L., OENEMA, O., POSTMA R. Y VAN BEUSICHEM M.L. (1997). Effects of type and amount of applied nitrogen fertilizer on nitrous oxide fluxes from intensively managed grassland. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 46, 257-267.
- WEBB J., SØRENSEN P., VELTHOF G., AMON B., PINTO M., RODHE L., SALOMON E., HUTCHINGS N., BURCZYK P. Y REID J. (2013). An assessment of the variation of manure nitrogen efficiency throughout Europe and an appraisal of means to increase manure-N efficiency. *Advances in Agronomy*, 119, 371-442.
- WRETSCHMER A.E. (1958). Nitrate Accumulation in Everglades Forages. *Agronomy Journal*, 50 (6), 314-316.



## EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ZINC SOBRE EL CULTIVO DE TRITICALE DE DOBLE APTITUD

Angélica Rivera Martín<sup>\*1</sup>, Nuno Pinheiro<sup>2</sup>, Teodoro García White<sup>1</sup> y María José Poblaciones Suárez-Bárcena<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Avda. Adolfo Suárez s/n, 06007. Badajoz (España)

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Elvas (Portugal)

### EFFECT OF ZINC APPLICATION ON DOUBLE APTITUDE TRITICALE CROP

#### Historial del artículo:

Recibido: 02/02/2019

Revisado: 09/07/2019

Aceptado: 10/07/2019

Disponible online: 02/09/2019

#### \* Autor para correspondencia:

angelicarm@unex.es

ISSN: 2340-1672

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

#### Palabras clave:

Sulfato de zinc, *Triticosecale*, biofortificación agronómica, calidad forrajera.

#### RESUMEN

El zinc (Zn) es un mineral esencial cuya deficiencia origina en el ganado numerosas alteraciones. A pesar de su importancia, se estima que la región mediterránea es deficiente en Zn. La biofortificación agronómica se ha mostrado como una técnica muy eficaz en el aumento de la concentración de Zn en las plantas. En la alimentación animal, el triticale de doble aptitud es un cereal muy interesante que puede ser aprovechado en invierno y tras su rebrote al final de campaña, supliendo las épocas de carestía típicas de las dehesas extremeñas: el invierno y el verano. Para estudiar la eficiencia de la biofortificación agronómica en el triticale de doble aptitud, se ha diseñado un experimento en parcelas subdivididas. En la parcela principal se han estudiado los tratamientos con Zn: no aplicación de Zn (Control), aplicación al suelo de 50 kg ha<sup>-1</sup> de ZnSO<sub>4</sub> (Suelo), aplicación foliar de 8 kg ha<sup>-1</sup> de ZnSO<sub>4</sub> durante el ahijado (Foliar), y aplicación combinada (Suelo+Foliar). En las subparcelas se ha considerado el aprovechamiento estival, con o sin corte invernal, para poder estudiar tanto la productividad como la acumulación de Zn y así determinar qué tratamiento es el más adecuado. En invierno se observó un aumento no significativo en el rendimiento del tratamiento Suelo, aplicado tanto aislado como junto con la aplicación foliar. En el rendimiento final, los tratamientos Suelo y Suelo+Foliar fueron de media un 15% más productivos que el Control. La concentración de Zn en el corte invernal fue más de cinco veces superior tanto en el tratamiento Foliar como en Suelo+Foliar, llegando a más de 160 mg Zn kg<sup>-1</sup>, siendo el aumento de sólo 1,5 veces en primavera, insuficiente para suplir las carencias en la dieta del ganado. Estos resultados sugieren la necesidad de estudiar nuevas dosis y momentos de aplicación para aumentar la efectividad de la biofortificación en este cultivo.

**Keywords:**

Zinc sulphate, *Triticosecale*, agronomic biofortification, forage quality.

**ABSTRACT**

Zinc (Zn) is an essential mineral and its deficiency causes numerous alterations in livestock. The Mediterranean region is estimated to be deficient in Zn. Agronomic biofortification by Zn fertilization has been shown to be a very effective technique for increasing Zn concentration in plants. Double aptitude triticale is a very interesting cereal for animal feed because it can be used in winter and at the end of the crop season, matching the forage scarce seasons of the Extremadura dehesas, winter and summer. An experiment was designed using subdivided plots to study the efficiency of agronomic biofortification in double aptitude triticale crops. In the main plot, treatments regarding Zn fertilization were considered: no application of Zn (Control), soil application of 50 kg ha<sup>-1</sup> of ZnSO<sub>4</sub> (Soil), foliar application of 8 kg ha<sup>-1</sup> of ZnSO<sub>4</sub> during tillering (Foliar), and the previous two combined (Soil+Foliar). As subplot the summer harvest with or without winter cut were considered. The aim was to study both productivity and Zn accumulation, determining which treatment is the most appropriate. In winter, a non-significant increase in the yield of the Soil treatment was observed, applied both isolated and combined with the foliar application. For the whole season, the Soil and Soil+Foliar treatments were on average 15% more productive than the Control treatment. Zinc concentration in the winter cut was more than five times higher in both Foliar and Soil+Foliar treatments, reaching more than 160 mg Zn kg<sup>-1</sup>. This increase was only 1.5 times in spring, insufficient to make up for deficiencies in livestock diets. Winter harvesting had negative influences both on the final yield and on the accumulation of Zn in the summer cut. New doses and moments of application should be studied to increase the effectiveness of biofortification in this crop.

**INTRODUCCIÓN**

El zinc (Zn) es un nutriente esencial necesario para las plantas, animales y seres humanos. Su deficiencia puede causar serios problemas en los cultivos, ya que se encuentra implicado en procesos fisiológicos y bioquímicos como la fotosíntesis, la síntesis de proteínas, función antioxidante, polinización, crecimiento, mecanismos de regulación y defensa contra enfermedades (Cakmak et al., 1989; Brown et al., 2004). En humanos puede dar lugar a numerosas enfermedades, como depresión del sistema inmune, cardiopatías, asma, retraso del crecimiento, infertilidad, llegando incluso a la muerte en los casos más graves (Leveson y Morris, 2011). En animales la deficiencia en Zn produce inapetencia severa, falta de crecimiento y perjuicios en la función reproductiva, entre otras afecciones (Mufarrege y Aguilar, 2001; Rosa et al., 2008).

Su entrada en la cadena alimentaria está directamente relacionada con la disponibilidad de Zn en el suelo, siendo el Zn el micronutriente con deficiencia más extendida en las tierras agrícolas de todo el mundo, especialmente en suelos cultivados con cereales (Cakmak, 2008). Cuando los cultivos crecen en suelos con baja disponibilidad de Zn, como ocurre en diferentes partes de España (Alloway, 2008), sufren su deficiencia mostrando no sólo un bajo rendimiento sino también bajas concentraciones de Zn en sus partes comestibles (Cakmak et al., 2010; Zou et al., 2012; Gomez-Coronado et al., 2016; 2018).

La biofortificación agronómica se ha constatado como una técnica eficiente para aumentar el contenido de Zn en las plantas,

basada principalmente en la aplicación de fertilizantes con altos contenidos en los micronutrientes que se quieren incrementar. La aplicación de sulfato de zinc al suelo aumenta los rendimientos del cultivo, y la aplicación foliar aumenta más eficazmente el contenido de Zn en la parte comestible de la planta (Cakmak et al., 2010; Zou et al., 2012). La aplicación conjunta suelo-foliar se considera la más eficaz, al incrementar el rendimiento del cultivo y su contenido en Zn (Cakmak et al., 2010; Gómez-Coronado et al. 2016).

Para que los programas de biofortificación sean efectivos y cumplan con su función de incrementar los niveles de Zn en el organismo, éstos deben ser llevados a cabo sobre cultivos que den lugar a productos de consumo diario o muy frecuente. En el caso de la alimentación animal se trataría de cultivos forrajeros o de grano si van a formar parte de formulaciones en piensos compuestos. En este sentido, se hace muy interesante el estudio del triticale (*x Triticosecale* Wittmack). En el caso concreto de la dehesa, destaca el triticale de doble aptitud, que se caracteriza por poder ser pastoreado o segado en invierno y su rebrote nuevamente aprovechado al final de su ciclo. Si además se consigue que los contenidos en Zn de este forraje invernal y de primavera obtenido después del rebrote sean adecuados, se podría proporcionar una herramienta de lucha contra la deficiencia en Zn muy interesante y duradera a lo largo del año.

Con estos antecedentes, se ha diseñado este ensayo con el objetivo de estudiar la eficiencia de la biofortificación agronómica con zinc en el triticale de doble aptitud, y su efecto en el

Con la colaboración de:







© María José Poblaciones

Rebrote del Triticale. Izquierda/Derecha: Con/Sin corte invernal

rendimiento de la biomasa invernal y estival, así como en los parámetros fundamentales de calidad.

## MATERIAL Y METODOS

El ensayo se llevó a cabo durante la campaña agrícola 2017-2018, en una parcela perteneciente a los campos de prácticas de la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura, en el término municipal de Badajoz (38° 53' 57"N y 6° 58' 4"O), con clima Mediterráneo Subtropical, en condiciones de secano. La precipitación total alcanzó los 477 mm, similares a los valores medios de la zona, aunque con un otoño-invierno bastante más seco de lo esperado, concentrándose el 60% de la precipitación anual en los meses comprendidos entre marzo y mayo, lo que favoreció el buen desarrollo del cultivo. El suelo, clasificado como tipo *Xerofluvent oxiácuico* (USDA, 1999), presentó una textura franco-arcillosa, pH ligeramente ácido (6,4), bajo contenido en materia orgánica (1,31%), Zn asimilable o DTPA (0,38 mg Zn kg<sup>-1</sup>) y conductividad eléctrica muy ligeramente salina (1 321,4 μS cm<sup>-1</sup>), pero con contenidos normales en nitrógeno total (0,12%) y potasio

asimilable (0,82 meq K/100g), y un contenido muy alto en magnesio intercambiable (3,72 meq Mg /100 g).

El material vegetal utilizado fue el triticale cv. Bondadoso de ciclo medio-corto. Las labores preparatorias consistieron en un pase cruzado de grada de disco y un pase de rotovator. Previo a la siembra, se realizó un abonado de fondo N-P-K (15/15/15) a una dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup> en todas las parcelas del ensayo. La siembra se realizó el 31 de octubre con una sembradora de chorrillo de seis botas separadas 20 cm, aplicando una dosis de 350 semillas m<sup>-2</sup>, y tratándose posteriormente con herbicida en pre-emergencia.

Se planteó un ensayo para analizar el efecto de la fertilización con Zn sobre su acumulación tanto en el primer aprovechamiento del triticale, el invernal, como en su rebrote, segado en primavera. Para ello se eligió un diseño experimental de parcelas subdivididas con cuatro repeticiones y un total de 32 parcelas. La parcela principal fue el factor "aplicación de Zn", con cuatro tratamientos: (i) no aplicación de Zn (Control); (ii) aplicación al suelo de 50 kg de ZnSO<sub>4</sub>-7H<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (Suelo); (iii) aplicación foliar de dos dosis de 4 kg de ZnSO<sub>4</sub>-7H<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, una al inicio de

Con la colaboración de:



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



Fundación Biodiversidad



ahijamiento (EC-20 según Zadoks et al., 1974) y otra en pleno ahijamiento (EC-25) (Foliar); y (iv) la aplicación conjunta de los dos tratamientos anteriores (Suelo+Foliar). Estas concentraciones han demostrado ser eficaces para trigo harinero en ensayos previos en la misma zona (Gómez-Coronado et al., 2016).

En la subparcela se estudió el factor “aprovechamiento invernal”: con y sin aprovechamiento del forraje al final de ahijado (EC-30) para cada uno de los tratamientos de la parcela principal. La unidad experimental estaba constituida por parcelas de 1,5 m de ancho y 5 m de longitud. El tratamiento de Zn al suelo se aplicó junto con la fertilización de fondo del cultivo y su posterior incorporación al suelo antes de la siembra. Los tratamientos foliares de Zn se efectuaron disueltos en 800 L ha<sup>-1</sup>, aplicados a última hora del día y siguiendo la metodología descrita por Cakmak et al. (2010).

El aprovechamiento invernal se hizo con una segadora manual cuando la planta se encontraba en el estadio EC-30 y a una altura de corte de la planta de entre dos y tres centímetros sobre el nivel del suelo. El segundo aprovechamiento del forraje en primavera se realizó cuando el grano se encontraba en estado lechoso-pastoso. Tras el aprovechamiento invernal se aplicó un abono de cobertera con 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrato amónico cálcico (NAC al 27%).

Con el fin de determinar el valor agronómico y la calidad de cada una de las muestras, se realizaron las siguientes determinaciones: rendimiento de la biomasa forrajera invernal y estival, sumándole en los casos que corresponde el corte invernal; contenido en proteína (%) por el método Kjeldhal y concentración de Zn del forraje mediante digestión ácida siguiendo el método propuesto por Zhao et al. (1994) en vaso cerrado asistida por microondas (Mars X, CEM Corp, Matthews, EEUU). La concentración total de Zn en las muestras digeridas fue determinada utilizando un espectroscopio de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) (Agilent Technologies, Santa Clara, EE.UU.), operando en modo gas hidrógeno. Todos los resultados fueron referidos al contenido en materia seca.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza de modelo factorial con dos factores fijos (aplicación de Zn y aprovechamiento invernal del forraje) y sus interacciones, y test de Mínima Diferencia Significativa en caso de diferencias significativas en el ANOVA, tras comprobar las hipótesis de normalidad y homocedasticidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Corte de invierno (Tabla 1)

El contenido inicial de Zn disponible en el suelo, 0,38 mg Zn kg<sup>-1</sup>, fue inferior al nivel mínimo para producir cultivos con una adecuada concentración de Zn (Sims y Johnson,

1991), considerándose por tanto adecuado implantar un programa de biofortificación. Una vez cosechado el cultivo, se observó un aumento significativo en aquellas parcelas en las que se aplicaron los tratamientos al suelo, pasando de 0,42 mg Zn-DTPA kg<sup>-1</sup> en la parcela control a 1,4 mg Zn-DTPA kg<sup>-1</sup> en ambos tratamientos, con o sin aplicación foliar. Queda aún por determinar la persistencia de esta aplicación, no existiendo uniformidad entre autores: desde 4 a 6 años (Cakmak et al. 2010) a 13 años (Brennan, 2001). Posteriores campañas clarificarán la duración del efecto de esta aplicación inicial en nuestras condiciones edafoclimáticas.

**TABLA 1.** Efecto (media ± error estándar) de la aplicación de Zn sobre el Zn-DTPA en el suelo, el contenido en proteína (%) y la concentración de Zn en el forraje invernal de triticale.

**TABLE 1.** Effect of Zinc application (mean ± standard error) on soil Zn-DTPA, protein content (%) and Zn concentration in triticale winter forage.

Aplicación de Zinc	Zn-DTPA suelo (mg kg <sup>-1</sup> )	Proteína (%)	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
Control	0,42 ± 0,08 b	30,3 ± 0,6 bc	30,8 ± 1,3 b
Foliar	0,46 ± 0,09 b	31,8 ± 1,0 a	161,1 ± 7,9 a
Suelo	1,40 ± 0,08 a	29,9 ± 0,7 bc	35,6 ± 0,4 b
Suelo+Foliar	1,41 ± 0,09 a	31,3 ± 0,3 ab	166,9 ± 17,3 a

\*Letras diferentes en cada tratamiento indican la existencia de diferencias significativas a P < 0,05 de acuerdo con la MDS.

La aplicación de Zn influyó significativamente sobre su acumulación en el forraje (P<0,001) y sobre el contenido proteico de éste (P<0,05). El rendimiento productivo no varió con los tratamientos de Zn (media de 1 120 kg ha<sup>-1</sup>), siendo algo inferior a los valores encontrados por Cruz et al. (2011) y Llera y Cruz (2012), en torno a los 1 500-2 000 kg ha<sup>-1</sup>, pudiendo ser debido al régimen de lluvias del año de estudio, con un otoño-invierno más seco de lo normal. La aplicación foliar de Zn influyó positivamente sobre el contenido en proteína que pasó de 30,3% en el tratamiento control a más de 31,2% y 31,8% en los tratamientos Suelo+Foliar y Foliar, respectivamente. En cuanto a la concentración de Zn en el forraje, el incremento respecto al tratamiento control fue de 5,2 veces en el tratamiento Foliar y de 5,4 veces en el combinado Suelo+Foliar. Estos incrementos fueron muy superiores a los encontrados en grano por Gómez-Coronado et al. (2016) en trigo harinero y por Poblaciones y Rengel (2017) en guisante, no habiéndose encontrado referencias en forrajes para nuestras condiciones agroecológicas. Estos resultados parecen poner de manifiesto la gran capacidad de acumulación de Zn de esta especie forrajera en su fase de crecimiento vegetativo, ya que tanto las concentraciones encontradas en el tratamiento control como los incrementos encontrados con los tratamientos foliares son muy elevados.

### Corte de primavera (Tabla 2)

El rendimiento productivo final (P<0,05) y la concentración de Zn en el forraje de primavera (P<0,001) se vieron influidas por los tratamientos con Zn y por la realización o no de



corte invernal ( $P < 0,01$  y  $P < 0,05$ , respectivamente), mientras que el contenido proteico sólo varió con los tratamientos con Zn ( $P < 0,001$ ).

El rendimiento de biomasa total se vio reducido en  $2\,400\text{ kg ha}^{-1}$  al aprovecharlo invernalmente. Este descenso responde a la interrupción del desarrollo vegetativo con el corte al final del ahijado, debiendo el cultivo producir un nuevo rebrote. A pesar de esta reducción en el rendimiento, los resultados obtenidos son muy superiores a los de la media de la zona, como los obtenidos por Rodrigo (2011), comprendidos entre  $6\,600\text{ kg ha}^{-1}$  y  $11\,788\text{ kg ha}^{-1}$  de forraje de primavera en ensayos de variedades de triticale con dos aprovechamientos, o los  $11\,600\text{ kg ha}^{-1}$  alcanzados por Llera, et al. (2012) en ensayos de triticale de doble aptitud en un año lluvioso. Nuestros mejores resultados son posiblemente debidos a la abundante precipitación primaveral, por encima de la media en  $180\text{ mm}$ , y la mayor potencialidad de los triticales cuanto mayor es la pluviometría en el periodo de crecimiento y desarrollo (Peltonen-Sainio y Järvinen, 1995; Rodrigo, 2011). Sin embargo, la pérdida de parte del rendimiento primaveral con el corte invernal, estimada en este estudio en un 15%, es muy interesante en la dehesa ya que proporciona alimento al ganado en una época de falta de pasto.

**TABLA 2.** Efecto (media  $\pm$  error estándar) del corte invernal y de la aplicación de Zn sobre del rendimiento de biomasa, contenido de proteína y de Zn del forraje de primavera de triticale.

**TABLE 2.** Effect (mean  $\pm$  standard error) of winter cutting and Zn application on biomass yield, protein and Zn content of triticale spring forage.

Tratamiento	Rendimiento (kg MS ha <sup>-1</sup> )	Proteína (%)	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
<b>Corte invernal</b>			
Sin corte	16 188 $\pm$ 634 a	7,7 $\pm$ 0,4 a	17,4 $\pm$ 1,6 a
Con corte	13 815 $\pm$ 544 b	7,3 $\pm$ 0,5 a	15,2 $\pm$ 1,5 b
<b>Aplicación de Zn</b>			
Control	14 095 $\pm$ 571 bc	7,6 $\pm$ 0,2 b	10,8 $\pm$ 0,5 d
Foliar	13 467 $\pm$ 1 016 c	8,7 $\pm$ 0,4 a	22,4 $\pm$ 1,0 a
Suelo	16 088 $\pm$ 601 ab	6,8 $\pm$ 0,2 c	14,7 $\pm$ 1,5 c
Suelo+Foliar	16 357 $\pm$ 1211 a	6,7 $\pm$ 0,3 c	17,3 $\pm$ 1,7 b

\*Letras diferentes en cada tratamiento indican la existencia de diferencias significativas a  $P < 0,05$  de acuerdo con la MDS.

El contenido en proteína del forraje se vio positivamente influido por la aplicación foliar de Zn, aunque la aplicación conjunta Suelo+Foliar no tuvo efecto positivo en la acumulación de la misma. Resultados parecidos se han obtenido por Poblaciones y Rengel (2017) en grano de guisante.



Triticale poco después del corte invernal. Izquierda/Derecha: Con/Sin corte invernal

Con la colaboración de:



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



Fundación Biodiversidad

La concentración de Zn en el forraje de triticale en el tratamiento control, con  $10,8 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ , fue tres veces inferior al obtenido en el aprovechamiento invernal, lo que se puede deber al efecto de dilución por los altos rendimientos obtenidos. Esta concentración no llega al mínimo establecido por Mortimer et al. (1999) como adecuada para la alimentación de las especies ganaderas ( $30 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ), por lo que podemos concluir que el ganado que se alimente con este triticale en invierno cubre sus necesidades, pero en primavera necesitaría alguna suplementación extra de Zn. La realización de un aprovechamiento invernal disminuye significativamente la acumulación de Zn, de  $17,4$  a  $15,2 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ , ambas cantidades claramente insuficientes. Respecto a los tratamientos con Zn, todos aumentaron significativamente la acumulación de Zn en el forraje, siendo la aplicación foliar la más efectiva de todas, seguida de la combinación Suelo+Foliar. Aunque tratamientos que aumenten en  $10 \text{ mg}$  de Zn por kg de la parte comestible de la planta se consideren exitosos (Cakmak et al., 2010), el contenido alcanzado fue aún insuficiente. Es probable que la aplicación de los dos tratamientos foliares antes del aprovechamiento invernal sea demasiado prematura para obtener una buena absorción y acumulación en el forraje del Zn aplicado. Se estima que lo más adecuado para que la acumulación de Zn sea más efectiva sería aplicar una dosis foliar antes del primer aprovechamiento y otra mucho después, en el estado de encañado después del rebrote.

## CONCLUSIONES

Mientras que en el corte invernal las concentraciones de Zn encontradas en el forraje sin biofortificar fueron adecuadas, la aplicación foliar incrementó en cinco veces dichas concentraciones. La aplicación de Zn al suelo aumentó de forma no significativa el rendimiento del forraje en primavera, viéndose reducido cuando hubo corte invernal. El tratamiento foliar aumentó sólo 1,5 veces la concentración de Zn en el forraje, no llegando a contenidos suficientes para las necesidades nutricionales del ganado. Se deben estudiar nuevas dosis y momentos de aplicación para aumentar la efectividad de la biofortificación en este cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

La asistencia de Angélica Rivera a la LVIII Reunión Científica de la Sociedad Española de Pastos (SEP) fue financiada gracias a las ayudas a los Grupos de Investigación (Decreto 14/2018 de 6 de febrero) financiadas por el Gobierno de Extremadura (Consejería de Ciencia, Tecnología e Innovación) y por los fondos FEDER.

## BIBLIOGRAFÍA

ALLOWAY B.J. (2008) *Zinc in soils and crop nutrition*. International Zn Association. Bruselas y Paris.

BRENNAN R.F. (2001) The effect of zinc fertilizer on take-all and the grain yield of wheat grown on zinc-deficient soils of the Esperance region, Western Australia. *Fertilization Research*, 31, 215–219.

BROWN K.M., RIVERA J.A., BHUTTA Z.A., GIBSON R.S., KING J.C., LÖNNERDAL B., LONNERDAL B., RUEL M.T., SANDTROM B., WASANTWISUT E. Y HOTZ C. (2004) International zinc nutrition consultative group (IZINCG) technical document 1. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food Nutrition Bulletin*, 25, 99–203.

CAKMAK I., MARSCHNER H. Y BANGERTH F. (1989) Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and level of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Experimental Botany*, 40(3), 405–412.

CAKMAK I. (2008) Enrichment of cereal grains with Zinc: agronomic or genetic biofortification?. *Plant and Soil*, 302, 1–17.

CAKMAK I., KALAYCI M., KAYA Y., TORUN A.A., AYDIN N., WANG Y., ET AL. (2010) Biofortification and Localization of Zinc in Wheat Grain. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58, 9092–9102.

CRUZ V., RIVERA-MARTÍN A.M. Y LLERA F. (2011) El triticale de doble aptitud: Un nuevo cultivo forrajero para la ganadería extensiva. *Tierras*, 180, 62-67.

GOMEZ-CORONADO F., POBLACIONES M.J., ALMEIDA A. Y CAKMAK I. (2016) Zinc (Zn) concentration of bread wheat grown under Mediterranean conditions as affected by genotype and soil/foliar Zn application. *Plant and Soil*, 401, 331-346.

GOMEZ-CORONADO F., ALMEIDA A.S., SANTAMARIA O., CAKMAK I. Y POBLACIONES M.J. (2018) Potential of advanced breeding lines of bread-making wheat to accumulate grain minerals (Ca, Fe, Mg and Zn) and low phytates under Mediterranean conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 1-12.

LEVENSON C.W. Y MORRIS D. (2011) Zinc and neurogenesis: making new neurons from development to adulthood. *Advances in Nutrition*, 2, 96–100.

LLERA F. Y CRUZ V. (2012) El triticale: una interesante alternativa forrajera. *Agricultura*, 955, 656-699.

LLERA F., DE SANTIAGO A., RIVERA-MARTÍN A., GALLEGO R.A., Y CRUZ V. (2012) Curvas de dilución de la proteína en un triticale de doble aptitud: influencia de



- la densidad de siembra, la dosis de nitrógeno y el número de cortes. En: Canals, R.M. *et al.* (Eds) *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción*, pp. 417-423. Pamplona, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- MORTIMER R.G., DARGATZ D.A., Y CORAH L.R. (1999) Forage Analyses from Cow-Calf Herds in 23 States. US-DAAPHIS:VS, Centers for Epidemiology and Animal Health. Fort Collins, CO. N303.499.
- MUFARREGE D.J. Y AGUILAR D.E. (2001) Suplementación con Zinc de los bovinos para carne en la provincia de Corrientes (Argentina). E.E.A. INTA Mercedes, Corrientes, Noticias y Comentarios, 348.
- PELTONEN-SAINIO P. Y JARVINEN P. (1995) Seeding rate effects on tillering, grain yield, and yield components of oat at high latitude. *Field Crops Research*, 40, 49-56.
- POBLACIONES M.J. Y RENGEL Z. (2017) Soil and foliar zinc biofortification in field pea (*Pisum sativum* L.): Grain accumulation and bioavailability in raw and cooked grains. *Food Chemistry*, 212, 427 - 433.
- RODRIGO S. (2011) *Dinámica productiva de forrajes de diferentes cultivares de triticales y avenas cómo suplemento de los pastos de dehesa y pastizales del S.O. de la península ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. Escuela de Ingenierías Agrarias. Badajoz.
- ROSA D.E., FAZZIO L.E., PICCO S.J., FURNUS C.C. Y MATIOLI G.A. (2008) Metabolismo y deficiencia de zinc en bovinos. Laboratorio de nutrición mineral y fisiología reproductiva. Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- SIMS J.T. Y JOHNSON G.V. (1991) Micronutrient soil tests. En: Mortvedt J.J., Cox F.R., Shuman L.M. and Welch R.M. (Eds) *Micronutrients in Agriculture: Second Edition*. Soil Science Society of America Book Series, 12, pp. 427-476. Wisconsin, USA: Inc. Madison.
- USDA-NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE (1999), *Soil Taxonomy* 2ª ed. Washington, DC, EEUU.
- ZADOKS J.C., CHANG T.T. Y KONZAK C.F. (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.
- ZHAO F.J., Y MCGRATH S.P. (1994) Extractable sulphate and organic sulphur in soils and their availability to plants. *Plant and Soil*, 164, 243-250.
- ZOU C.Q., ZHANG Y.Q., RASHID A., RAM H., SAVASLI E., ARISOY R.Z., ET AL. (2012) Biofortification of wheat with zinc through zinc fertilization in seven countries. *Plant and Soil*, 361, 119-130.

## ANÁLISIS DEL USO GANADERO EN LA RED NATURA 2000 DE EUSKADI

Nerea Mandaluniz Astigarraga<sup>\*1</sup>, Sorkunde Mendarte Azkue<sup>2</sup>, Francisco Javier Pérez Pérez<sup>3</sup>, Amelia Ortubai Fuentes<sup>3</sup>, Carlos Garbisu Crespo<sup>2</sup>, Roberto Jabier Ruiz Santos<sup>1</sup> e Isabel Albizu Beitia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> NEIKER-Tecnalia, Dpto. Producción Animal, Campus Agroalimentario de Arkaute, E-01080 Vitoria-Gasteiz (España)

<sup>2</sup> NEIKER-Tecnalia, Dpto. Conservación de Recursos Naturales, Parque Tecnológico de Bizkaia, Parcela 812. C/ Berreaga 1. E-48160 Derio (España)

<sup>3</sup> HAZI, Área de Medio Natural y SIG, Campus Agroalimentario de Arkaute, E-01080 Vitoria-Gasteiz (España)

## ANALYSIS OF LIVESTOCK USE IN THE NATURA 2000 NETWORK OF EUSKADI

### Historial del artículo:

Recibido: 02/02/2019

Revisado: 04/04/2019

Aceptado: 10/04/2019

Disponible online: 02/09/2019

### \* Autor para correspondencia:

nmandaluniz@neiker.eus

ISSN: 2340-1672

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

### Palabras clave:

Conservación, ganadería extensiva, hábitats pascícolas, dinámica de talleres, planes de gestión de pastos de montaña.

### RESUMEN

El proyecto LIFE OREKA MENDIAN tiene como objetivo sentar bases para una gestión sostenible de los hábitats pascícolas de montaña. Uno de los objetivos del proyecto es recopilar, integrar y cartografiar información disponible sobre el uso ganadero. Para ello se ha llevado a cabo una dinámica de talleres con ganaderos, guardas y técnicos en los que se han realizado encuestas semiestructuradas. Asimismo, en los talleres se ha recogido información sobre manejos tradicionales que se han ido abandonando y limitaciones y necesidades detectadas por los ganaderos en cada zona de pastoreo, entre otros.

En el presente trabajo se exponen los resultados del uso ganadero. La información recopilada muestra que: (i) el “ganado autorizado” para acceder a los pastos de montaña de Euskadi ha crecido durante la última década en un 13%, debido al incremento de ganado mayor (56% de ganado equino y 22% de ganado vacuno); (ii) cuando se comparan los datos de “ganado autorizado” con los de el “ganado real”, se observa un desfase del 11%, con un mayor número de animales “autorizados”, siendo este desfase más marcado en el caso del ganado mayor (20% en vacuno y 25% en equino); (iii) los meses de máxima actividad ganadera van de mayo a octubre, lo cual coincide con los meses de mayor producción pascícola; y, (iv) el “balance AU anual” o grado de aprovechamiento ganadero es de un 48%.

Finalmente, la dinámica de trabajo de los talleres ha servido para recoger el testimonio del uso ganadero real, espacial y temporal, información fundamental para sentar bases técnicas para la gestión sostenible de los pastos de montaña y que no se recoge por la administración. La participación activa de los propietarios y ganaderos usuarios de estos ecosistemas, es una garantía para la correcta implantación de los planes de gestión que se desarrollen.

Finalmente, la dinámica de trabajo de los talleres ha servido para recoger el testimonio del uso ganadero real, espacial y temporal, información fundamental para sentar bases técnicas para la gestión sostenible de los pastos de montaña y que no se recoge por la administración. La participación activa de los propietarios y ganaderos usuarios de estos ecosistemas, es una garantía para la correcta implantación de los planes de gestión que se desarrollen.



**Keywords:**

nature conservation, extensive livestock, pasture habitats, workshops, mountain pasture management plans.

**ABSTRACT**

The project LIFE OREKA MENDIAN aims to lay the groundwork for sustainable management of mountain pastures. One of the main objectives of the project has been to compile, integrate and map the livestock utilization of these pastures. In order to collect all this information, a series of workshops were scheduled with farmers, forest rangers and technicians. A semi-structured survey was conducted to record information about livestock utilization.

The information collected shows that: (i) this last decade (2006 vs. 2016-18) "authorized livestock" to access the mountain pastures has increased 13%, due mainly to the increase of large herbivores (+ 56% mares and + 22% cows); (ii) there is 11% more "authorized livestock" than "real livestock" and this mismatch is greater for large herbivores, mares and cows; (iii) peak livestock grazing activity range from May to October, which coincides with the maximum pasture yield, and (iv) the "annual AU balance" or livestock use is 48%.

Finally, the dynamic of workshops has allowed collecting information about real spatial and temporal livestock use, which is technically useful for a sustainable management of these mountain pastures. The active participation of farmers serves also as a guarantee for the correct implementation of the management plans that will be developed.

**INTRODUCCIÓN**

El proyecto LIFE OREKA MENDIAN (LIFE15 NAT/ES/000805) tiene como objetivo sentar las bases necesarias para lograr una gestión de los pastos de montaña que garantice la conservación de sus hábitats y especies (<http://www.lifeorekamen-dian.eu/>).

El Informe sobre el Estado de la Naturaleza en la UE (Comisión Europea 2015) identifica la agricultura como una de las dos principales presiones sobre la naturaleza en Europa, señalando específicamente el abandono de sistemas de pastoreo y el pastoreo insuficiente como las causas de que en prados naturales y seminaturales (junto con los humedales) exista la mayor proporción de hábitats en estado desfavorable-malo y, además, esto vaya empeorando. Se trata de hábitats dependientes del uso ganadero extensivo para su correcto funcionamiento ecológico, necesitando de este uso para su conservación y control de la matorralización (Osoro *et al.*, 2000), proceso que supone un grave problema en algunos de los hábitat protegidos por la Directiva Europea. Todo esto depende de la interacción vegetación - animal - manejo, una simbiosis dinámica con efectos directos en el rendimiento animal y en la dinámica vegetal (Osoro, 1995).

Como ya se puso en evidencia en el trabajo realizado por un grupo de expertos de distintas regiones del norte de España (Busqué *et al.*, 2016), los pastos de montaña del norte peninsular y la ganadería asociada comparten unas características y problemáticas similares. De acuerdo a trabajos que recopila este documento, los pastos de montaña son ecosistemas cuyo uso se ha basado en el pastoreo extensivo, con condiciones ecológicas y culturales similares (Montserrat y Fillat, 1990).

Actualmente también comparten una dinámica de abandono del pastoreo, que trae consigo una pérdida del patrimonio cultural, una creciente matorralización y problemas asociados como el embastecimiento del pasto, mayor incidencia de incendios, etc. Entre las lagunas detectadas en la base de datos recopilada, Busqué *et al.* (2016) citan, dentro de los aspectos socioeconómicos, la necesidad de sistematizar la medición de la evolución de los censos ganaderos y la falta de estudios técnico-económicos de las explotaciones y de su periodo de pastoreo en montaña. Estas mismas carencias se han vuelto a detectar en el proyecto LIFE OREKA MENDIAN, considerándose necesarias para sentar las bases de una gestión sostenible de los hábitats pascícolas de montaña.

El presente trabajo abarca las 15 Zonas Especiales de Conservación (ZEC) de la Comunidad Autónoma Vasca (CAV) pertenecientes a la Red Natura 2000. La falta de uso ganadero hace que estos espacios, tradicionalmente utilizados por ganadería extensiva, se encuentren en algunas localizaciones en un estado de conservación "desfavorable", con elevada cobertura de matorral, presencia de especies vegetales invasoras y un mayor riesgo de incendios, tal y como se recoge en los Planes de Gestión publicados de estas ZEC.

Dentro del objetivo de LIFE OREKA MENDIAN de sentar las bases necesarias para lograr una gestión sostenible de los pastos de montaña, se busca lograr un equilibrio entre su producción y la demanda de utilización por parte ganadera. Previo a plantear acciones de recuperación y conservación de estas comunidades de montaña, es necesario analizar las bases de datos disponibles en lo referente a producción pascícola, ganado que usa los pastos (momentos y unidades de uso), actuaciones agro-forestales realizadas hasta el momento

e infraestructuras ganaderas existentes, tal y como se recoge en los Planes de Gestión previos. Tratando de recopilar toda esta información, se detectó que faltaba información real y actualizada sobre el uso ganadero espacio-temporal, unidades de gestión de pastoreo, etc. Esta falta de información dificulta sentar bases para una gestión sostenible de estos hábitats pascícolas de montaña (actuaciones, ajuste de oferta forrajera respecto a carga ganadera, etc.). Debido a ello, el objetivo del presente trabajo fue la recopilación de información referente al uso ganadero real (espacial y temporal) de las ZEC y la definición de las distintas zonas de pastoreo (unidades de gestión), las actuaciones agro-forestales realizadas hasta el momento y las infraestructuras ganaderas existentes.

Finalmente, con el objetivo de unificar toda esta información recopilada se elaboró una base de datos georeferenciada denominada SIGPASTOS. Esta herramienta, desarrollada por HAZI Fundazioa, relaciona datos alfanuméricos con su representación en el territorio. Su objetivo es aportar información relevante para la toma de decisiones relacionadas con la gestión de hábitats pascícolas. Para ello reúne información diversa, como límites administrativos, características del medio físico (altitud, orientación, pendiente, litología, etc.), vegetación, especies amenazadas o aspectos específicos del proyecto, como ganado autorizado, calendario y zonas de pastoreo para cada especie animal, y un balance entre la oferta y la demanda estimadas de pastos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las 15 ZEC de la CAV (Figura 1), que junto con las ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves), ocupan un 20% del territorio Vasco. Se trata de espacios seleccionados por su especial relación con la ganadería extensiva. Todos ellos son zonas montañosas que se enmarcan en el piso bioclimático montano, salvo la ZEC Jaizkibel. Este espacio, que sí muestra rasgos montañosos con un relieve abrupto y destacado en su contexto geográfico, se ubica en la costa y sus cimas se mantienen en el límite superior del piso colino. El rango altitudinal de la zona de estudio, por tanto, parte del nivel del mar hasta cimas superiores a los 1.500 m, como el monte Aitxuri en la ZEC Aizkorri-Aratz. En el contexto del País Vasco, son espacios relativamente extensos, con una superficie media de 8.300 ha, pero con una amplia variación, desde las 20.226 ha de la ZEC Gorbeia hasta las 1.365 ha de la ZEC Pagoeta. Ocho de estos espacios, además de integrarse en la Red Natura 2000, son también Parques Naturales.

Con el objetivo de determinar la evolución temporal del ganado que accede a pastos de montaña en cada ZEC, se recopiló información de los últimos 10-12 años. Para ello se consultó la información disponible sobre datos de “ganado autorizado 2006” y los datos disponibles más recientes que se denominaron “ganado autorizado actual- 2016/2018”. Dado que

el registro de tal información es una competencia municipal relacionada con las ayudas de la Política Agraria Comunitaria (PAC), dichos datos fueron facilitados por las Diputaciones Forales (DDFF), centralizando los datos de cada Ayuntamiento o Junta Administrativa. De esta forma se recopilaron datos del “ganado autorizado” para los años 2006 y 2016/18.

En segundo lugar, para abordar el objetivo de conocer el “uso ganadero real actual” de cada ZEC, se realizaron reuniones con usuarios, propietarios y gestores. Para ello se realizaron 3 tipos de dinámicas de recogida de información, mediante: (i) centros de gestión o entidades públicas que conocían a los usuarios, número de animales y zonas y calendarios de pastoreo, (ii) talleres a los que acudían los ganaderos y propietarios de cada unidad de pastoreo, realizando una entrevista individual a cada uno de ellos (Foto 1), y (iii) guardas de las ZEC.



© Autor

**FOTO 1.** Dinámica de talleres llevada a cabo con ganaderos para recoger información de uso de ganado real, unidades de gestión (UG), infraestructuras disponibles y necesidades de cada UG.

**IMAGE 1.** Workshop dynamics with farmers to collect information on real livestock use, management units (UG), infrastructures and needs of each UG.

Para apoyar la recogida de información se diseñó una encuesta semiestructurada que se completó a lo largo de los años 2017-18 (ver Anexo1). En las encuestas se recogió información sobre: i) datos generales de la explotación, especie animal y número de cabezas, ii) manejo del ganado y calendario de pastoreo, tanto temporal como espacial, para definir las unidades de gestión (UG) de cada ZEC, iii) infraestructuras existentes, iv) gestión histórica de las zonas de pastoreo, v) actuaciones realizadas durante los últimos 10 años, así como vi) opinión y sugerencias o necesidades detectadas por los usuarios. La información se completó mediante cartografía sobre zonas reales de pastoreo -unidades de gestión-, infraestructuras disponibles e infraestructuras requeridas por los ganaderos entrevistados (Foto 1).

Toda la información de uso ganadero recopilada se traspasó a unidades animales (AU). El cálculo de las AU se realizó en base al sistema de equivalencias de ganado propuestas por Mandaluniz et al. (2004) y considerando las características de gestión de los distintos tipos y clases de animales. Siguiendo



**FIGURA 1.** Localización de las 15 ZEC de la Comunidad Autónoma Vasca y zonas bioclimáticas asignadas (atlántica, centro y mediterránea).

**FIGURE 1.** Location of each ZEC in the Basque Autonomous Community and the bioclimatic zone assigned to each one (Atlantic, central and Mediterranean).

las indicaciones de Mandaluniz *et al.* (2004), se consideraron las siguientes equivalencias: una oveja=0,13 AU, una vaca=0,87 AU y una yegua=0,89 AU.

Posteriormente se definieron los parámetros de (i) ganado “autorizado 2006”: el ganado autorizado el año 2006 según información recogida en las DDFF; (ii) ganado “autorizado actual” (entre los años 2016 y 2018): el ganado autorizado más reciente, varió entre los años 2016-2018 dependiendo de cada Ayuntamiento o Junta Administrativa, y recogida en las DDFF; y (iii) ganado “real actual”: el ganado que pasta actualmente en las ZEC, información recogida en las encuestas de los talleres 2017.

En tercer lugar, se estimó la producción de hierba u oferta de pasto. Para ello, tras la reclasificación de los tipos de vegetación del sistema EUNIS (European Environment Agency para la clasificación de hábitats) descrita por Davies y Moss (2002) y revisado el año 2017, se definieron 26 categorías pascícolas, que a su vez se adjudicaron a 3 zonas bioclimáticas de Euskadi (Figura 1). A cada categoría pascícola se le asignó un dato de producción obtenido de forma empírica (mediante el uso de jaulas de exclusión) en trabajos previos realizados por NEIKER en las zonas de estudio. En el caso de no disponer de datos empíricos, se estimaron mediante la aplicación de factores de corrección de la superficie pastable en hábitats arbustivos y

roquedos y/o diferencias entre zonas bioclimáticas, basados en la serie de datos más completa, correspondiente a la de la zona central de la ZEC de Gorbeia (Albizu, 2003) y datos de la zona mediterránea (Albizu *et al.*, 2009 y Albizu *et al.*, 2016), así como datos actuales de Sierra Salvada (Plan de Gestión, 2017) y datos de la Diputación Foral de Álava (2009).

Finalmente se definieron los siguientes parámetros:

1. *Unidad animal (AU)*: considerando como “animal tipo” el establecido por la *Society for Range Management* (1974), una vaca de 454 kg con ternero y produciendo 4,5 litros leche al día. La Unidad Animal (AU) es la cantidad de hierba ingerida por este animal que corresponde a 12 kg de MS/día (Materia Seca/día).
2. “*AU potencial*” como el número máximo admisible de animales por unidad de superficie y año, teniendo en cuenta la oferta de pasto establecida, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$AU_{potencial} = \frac{Oferta\ forrajera\ (Kg\ MS/año)}{Ingesta\ AU\ (12\ Kg\ MS/a) \times (365\ d/año)}$$

3. “*balance de AU anual*” como la diferencia entre AU potenciales y AU real actual, expresado en valor relativo como un porcentaje de aprovechamiento del ganado.

Toda esta información se integró en un Sistema de Clasificación de Datos georreferenciados para la gestión en los pastos de montaña y diseñado desde el proyecto LIFE OREKA MENDIAN, denominado SIGPASTOS. Esta herramienta está destinada a los gestores de estos espacios y hábitats naturales, y toda la información recopilada servirá para definir las bases técnicas para la elaboración de planes de gestión y conservación de los hábitats pascícolas (PCGHP). La herramienta SIGPASTOS recoge información georreferenciada sobre límites administrativos (municipios, juntas administrativas, montes de utilidad pública), medio físico (altitud, orientación, pendiente, litología), figuras de protección (ZEC, parques naturales, zonificación de parques naturales), vegetación (mapa de vegetación EUNIS, hábitats de interés comunitario, estado de conservación, especies amenazadas), ganado autorizado (cabezas de ganado y unidades animales por especie y año), ganado real (cabezas de ganado y unidades animales por especie y mes para 2017), estimación de la oferta, demanda y balance de la producción de pastos, patrimonio cultural (elementos catalogados), equipamientos ganaderos (puntos de agua, pasos canadienses, cierres, mangas, etc.), y actuaciones del proyecto (nuevos equipamientos, desbroces, etc.).

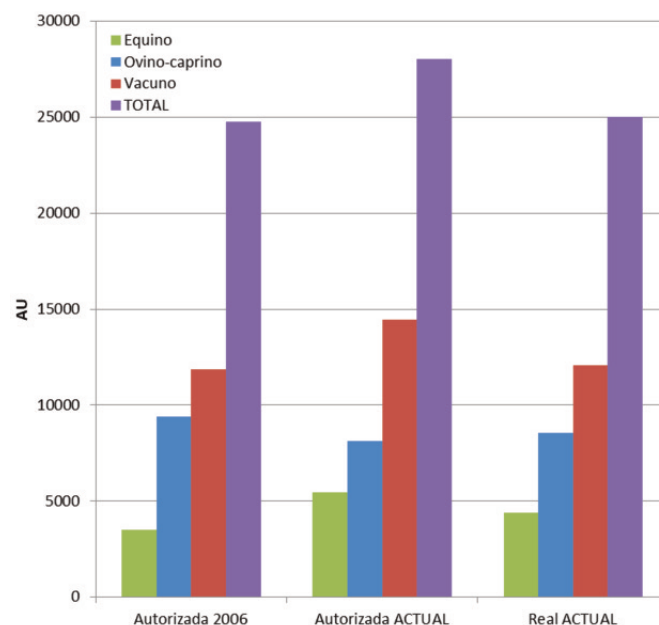
Para el presente estudio, la información recopilada se trabajó por unidad de gestión (UG) y los datos que se presentan se refieren a las medias generales de las distintas UG integrantes de las 15 ZEC.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto al territorio estudiado, las 15 ZEC ocupan 124.628 ha, lo cual representa el 16,5% del territorio de Euskadi (figura 1). Con la información recogida en los talleres se definieron un total de 134 UG. Las diferencias en los criterios empleados en la delimitación de las UG (límites municipales y administrativos, naturales, socioculturales, entre otros) resultaron en tamaños y números de UG diferentes según ZEC y territorio histórico. Así, se obtuvo una media de 8,9 UG por cada ZEC, con un mínimo de 2 y un máximo de 19 UG por ZEC. Por otro lado, las variaciones en términos de superficie son relevantes. La UG más pequeña definida por el uso ganadero fue de 36 ha y la más grande de 5.493 ha, con un tamaño promedio de  $649 \pm 718$  (d.t.) ha.

La información recogida de los últimos 10-12 años muestra que el ganado autorizado para acceder a los pastos de montaña de Euskadi se ha visto incrementado en un 13%. Esta tendencia difiere de la tendencia generalizada que se menciona en el Informe de la Comisión Europea (2015) sobre el declive del uso ganadero de los pastos de montaña como causa principal del

estado “desfavorable” de los prados naturales y seminaturales. En cualquier caso, al comparar los datos de ganado “*autorizado actual*” con el ganado “*real actual*” de las encuestas, se ve que hay un desfase del 11%, con un mayor número de animales en el ganado “*autorizado actual*” frente al “*real actual*” (Figura 2).

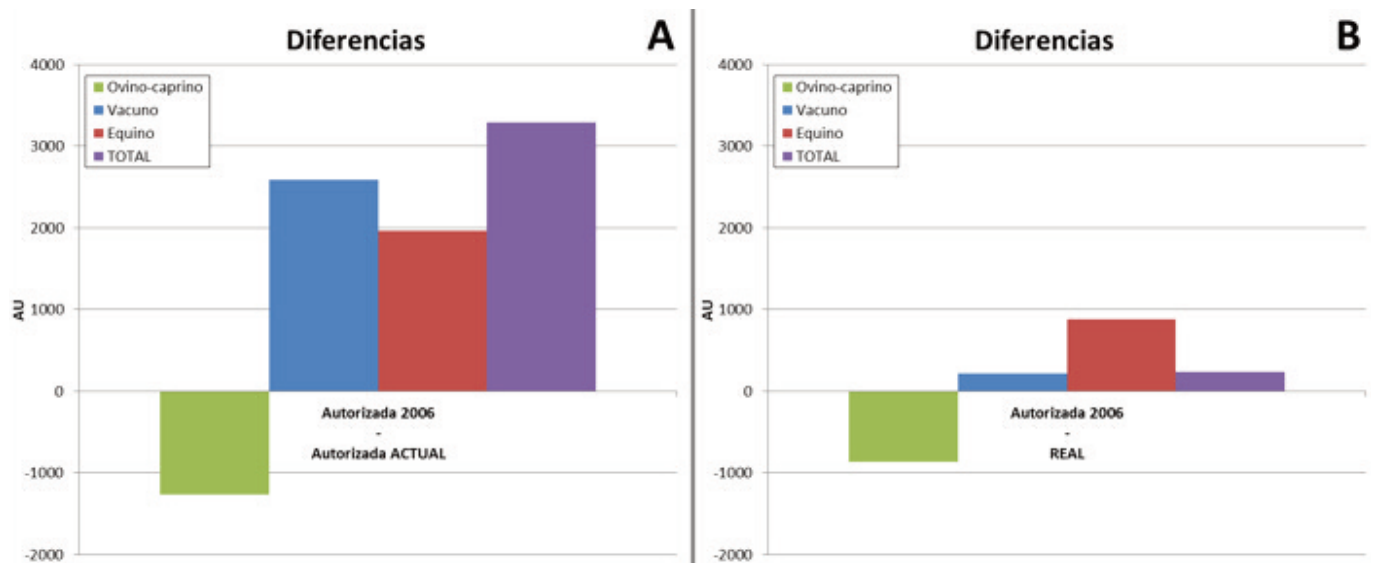


**FIGURA 2.** Evolución temporal (2006 vs. actual) de “ganado autorizado” y la cabaña ganadera “real actual” que pastorea en las ZEC de Euskadi. Valores totales, expresados en Unidades Animales.

**FIGURE 2.** Evolution of “authorized livestock” (2006 vs. current) and “current real livestock” (2017). Total values expressed in Animal Units.

En el transcurso de los talleres, entrevistas con gestores y con administraciones públicas, se han detectado múltiples causas que explican esta diferencia, si bien no es posible determinar una causa predominante. En primer lugar, parte de la diferencia puede deberse al desfase del año de la recogida de datos, ya que el dato de ganado “autorizado actual” se recogió entre 2016 y 2018, mientras que el “real actual” se recogió en las encuestas realizadas en 2017. También existen diferencias en el registro de la información de ganado autorizado según la administración implicada (DDFF, Ayuntamientos y Juntas Administrativas), lo que introduce variaciones tanto al alza como a la baja en la cifra autorizada. Por otro lado, el ganado puede emplear zonas colindantes al ámbito autorizado, fuera de las ZEC, lo que no se ha considerado en SIGPASTOS; en este caso el ganado autorizado resulta superior al real. Por último, los propietarios pueden solicitar autorización para subir ganado a los montes comunales y posteriormente no ejercerla o hacerlo parcialmente, atendiendo a criterios de gestión de la explotación o por incidencias sanitarias, como por ejemplo el brote de tricomoniasis bovina registrado en 2018. En cualquier caso, es importante conocer la existencia de este desfase para poder





**FIGURA 3.** Diferencia entre A) ganado “autorizado 2006” vs. “autorizado actual” y B) ganado “autorizado actual” vs. ganado “real actual” por especie animal (ovino+caprino, vacuno, equino y total de especies) en las 15 ZEC. Valores absolutos de variación, expresados en Unidades Animales (UA).

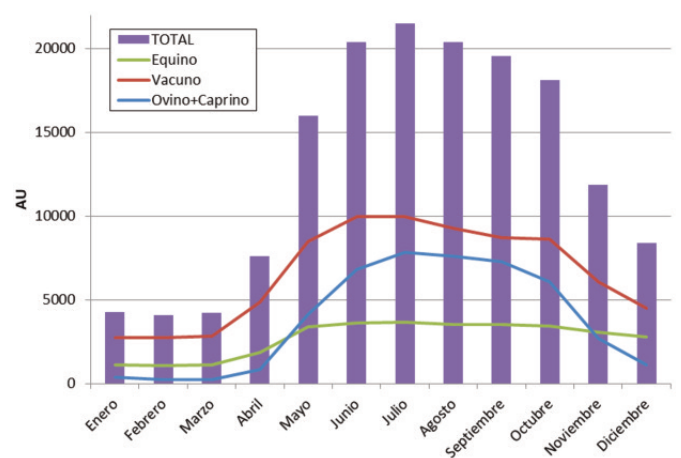
**FIGURE 3.** Difference between A) “authorized 2006” vs. “current authorized” livestock and B) “current authorized” vs. “current real” livestock (sheep+goat, cattle, mare and total livestock). Total variation values expressed in Animal Units (AU).

ajustar lo máximo posible a la realidad los “balances de AU anuales” de cada UG.

En la actualidad este desajuste es negativo, siendo el ganado “autorizado actual” mayor que el “real actual”, lo que indica que no todas las solicitudes que se aprueban para el acceso de animales a los pastos de montaña se llevan a cabo. Además, cuando se analiza por especie ganadera, los datos muestran que la diferencia es más marcada en el caso del ganado mayor (vacuno -19,6% y equino -24,6%) (Figura 3B). En el ganado menor (ovino+caprino), en cambio, el desajuste es bastante menor (+4,7%) y positivo a favor del ganado “real actual”, lo que en este caso indica que casi todas las solicitudes aprobadas suben los rebaños a los pastos de montaña. Esta es una información que no se había recogido nunca por ninguna entidad y es necesaria para poder realizar unos buenos ajustes de oferta forrajera y demanda ganadera de cada unidad de pastoreo.

Por otro lado, las diferencias entre los datos de “ganado autorizado” de 2006 y actual son marcadas para cada una de las especies ganaderas. Así, durante esta última década se ha producido un incremento de ganado mayor (en 2.592 AU, +56%, para equino y en 1.963 AU, +22%, para vacuno) y una reducción de los pequeños rumiantes de 1.265 AU (-13%) (Figura 3A). Estos cambios censales y el distinto comportamiento en pastoreo de cada especie ganadera, condicionarán la evolución de la vegetación en las unidades de pastoreo y, en definitiva, el estado de conservación de los hábitats pascícolas de interés comunitario. La recogida y análisis de estos registros de uso ganadero en relación con datos de la estructura y diversidad de los hábitats es de gran interés para ajustar el mejor aprovechamiento a cada escenario pastoreado.

En relación al aprovechamiento mensual de los pastos por el ganado, los meses de máxima actividad en estos ecosistemas de montaña son los comprendidos entre mayo y octubre (Figura 4), coincidiendo con los meses de más producción de hierba de estos hábitats (Albizu, 2003). Este resultado pone de manifiesto una clara sincronización entre la oferta de recursos forrajeros y el aprovechamiento ganadero, clave en la sostenibilidad de estos agroecosistemas. Sin embargo, se observan diferencias en los calendarios de pastoreo de cada especie ganadera (Figura 4). Así, de abril a diciembre es el periodo de mayor presencia del ganado mayor, aunque hay un porcentaje importante que permanece



**FIGURA 4.** Evolución mensual del uso ganadero “real actual” (durante el año 2017) por especie ganadera (vacuno, equino y ovino+caprino) y suma de especies. Valores totales expresados en Unidades Animales.

**FIGURE 4.** Monthly evolution of “current real livestock” (2017) of cattle, mare and sheep+goats. Total values expressed in Animal Units (AU).

prácticamente todo el año en el monte (29,6% del equino y 27,7% del vacuno). El ganado menor, en estas zonas de estudio utiliza los pastos de montaña entre los meses de mayo-diciembre, con una retirada invernal que coincide con el periodo de partos y ordeño de las ovejas (Oregui y Ruiz, 2002).

Respecto al “*balance de AU anual*”, a nivel general en las 15 ZEC se observa que el aprovechamiento ganadero es de un  $58 \pm 29\%$ , quedando este valor dentro o próximo al rango de distintos trabajos consultados: 20%-60% de la producción total en pastoreo moderado e intenso (Milchunas y Laurenth, 1993); 25%-50% en pastos de puerto del Pirineo (García-González y Marinas, 2008); y, 40-60% en pastos de montaña de zonas húmedas (Bourboze, 1994). La correcta interpretación de este balance en una aproximación a la conservación de los hábitats se ha de contextualizar en cada ZEC, y tiene sentido cuando se realiza a nivel de UG, no en términos generales, ya que hay mucha variación en la demanda de UG.

Por otro lado, en los talleres se recogió información sobre manejos tradicionales y limitaciones y necesidades detectadas por los ganaderos en cada zona de pastoreo. Entre los manejos tradicionales, en diversos talleres se mencionaron distintos aspectos de la cultura de pastoreo: sorteos de helecho para cama del ganado que ya no se realizan, lotes de leña que mantenían los bosques más abiertos y que cada vez son más residuales, realización de quemas controladas, arreglo de cierres en trabajo mancomunado, existencia de bueyes que pasaban el día en el monte y se retiraban por la noche a las cuadras, troceo del tojo (*Ulex spp*) para alimento de las vacas en invierno, etc. Además, y coincidiendo con los datos recogidos en la Figura 2, los ganaderos que participaron en los talleres recalcan la desaparición de buena parte de la ganadería, principalmente ovino y caprino, así como la pérdida de la figura del pastor que dirige los rebaños.

Entre las limitaciones, en los talleres se identificaron UG donde apenas accedía el ganado por falta de agua, necesidad de arreglar cierres para controlar el acceso del ganado a determinadas zonas y pistas de acceso a ciertas UG, problemas diversos con la fauna salvaje, necesidades de infraestructuras en zonas puntuales (manga de manejo, paso canadiense, etc.), falta de corredores que comuniquen distintas UG, etc. Además, los ganaderos consideraron que la prohibición de tener los animales en el monte durante el invierno es perjudicial no solo para ellos, sino también para la conservación de los hábitats pascícolas. Esto podría explicarse por la mayor actividad ramoneadora del ganado en estos periodos en los que la disponibilidad de hierba es casi nula (Mandaluniz *et al.*, 2010).

Entre las necesidades, lo primero que se solicitaba eran desbroces mecánicos, pero la dinámica de talleres de trabajo

puso en evidencia distintas realidades en las UG; así, algunos ganaderos consideran necesaria la presencia de ganado menor, sobre todo caprino que es más ramoneador, mientras que otros ganaderos solicitaban habilitar zonas de internada para sus animales. Asimismo, se identificaron ideas interesantes como la necesidad de hacer cortafuegos en determinadas UG, el adhesionamiento del monte para uso ganadero, etc. Por otro lado, estructuralmente en diversas zonas de pastoreo se identificó la necesidad de una organización en asociaciones para la gestión de estas necesidades.

Finalmente, con toda la información georreferenciada en la herramienta SIGPASTOS, se diseñaron fichas resumen de la situación para cada ZEC (Anexo II) y cada UG (Anexo III). Como se observa en el Anexo II, en las fichas de ZEC se detalla información sobre aspectos físicos, vegetales, de uso ganadero y acerca de los hábitats de interés comunitario, tales como AU real actual, su evolución desde las AU autorizadas en 2006, su distribución actual a lo largo del año, etc. En las fichas de las UG (Anexo III), además, se detalla información sobre la evolución de la vegetación durante los últimos 10 años, los criterios de gestión que se proponen y las propuestas de actuación.

## CONCLUSIONES

La información recopilada muestra que durante la última década el “*ganado autorizado*” para acceder a los pastos de montaña de Euskadi ha crecido en un 13%, debido al incremento de ganado mayor (56% de ganado equino y 22% de ganado vacuno). En segundo lugar, cuando se comparan los datos de “*ganado autorizado*” con el “*ganado real*”, se observa un desfase del 11%, con un mayor número de animales en el “*ganado autorizado*”, y este desajuste es más marcado en el caso del ganado mayor (vacuno 19,6% y equino 24,6%). Esta es una información que no se había recogido nunca por ninguna entidad y es necesaria para poder realizar unos buenos ajustes de oferta forrajera y demanda ganadera de cada unidad de pastoreo. De acuerdo a estos resultados, los ajustes que se realizan en base a la información de “*ganado autorizado*” sobreestiman el uso ganadero real de estos pastos de montaña, lo que puede tener consecuencias directas sobre las actuaciones propuestas y la conservación de los hábitats. En tercer lugar, los meses de máxima actividad de pastoreo en estos ecosistemas de montaña coinciden con los meses de producción de estos hábitats. En cuarto lugar, el “*balance AU anual*” es de un 58%, quedando este valor dentro del rango referido en distintos trabajos de ordenación y conservación de hábitats pascícolas.

Finalmente, la dinámica de trabajo de los talleres ha servido para recoger información sobre manejos tradicionales, limitaciones y necesidades de los ganaderos, así como para

registrar el testimonio del uso ganadero real, tanto espacial como temporal. Esta información resulta fundamental para sentar bases técnicas para lograr una gestión sostenible de los pastos de montaña y que no es recogida por la administración. La participación activa en los talleres hace partícipe a los propietarios de los terrenos y a los ganaderos usuarios de estos ecosistemas, como garantía para la correcta implantación de los planes de gestión que se desarrollen.




## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el programa europeo LIFE (LIFE15 NAT/ES/000805) y el Gobierno Vasco. Nuestro más sincero agradecimiento a los técnicos, guardas y ganaderos que han participado activamente en los distintos talleres.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBIZU I. (2003) Estudio de la Estructura y Productividad de los Pastos de Montaña: Pautas para el Uso Sostenible en el área del Gorbeia. Tesis Doctoral UPV/EHU.
- ALBIZU I., MENDARTE S. E IBARRA A. (2009) Seguimiento de una red de control de la productividad de los pastos comunales de la zona mediterránea del Territorio Histórico de Álava. Informe técnico de la Diputación Foral de Álava.
- ALBIZU I., MENDARTE S. Y ELORRIETA J.A. (2016) Estudio de la capacidad productiva de los hábitats pascícolas de Sierra Salvada. Año 2016. Informe técnico de la Antigua Hermandad de Ayala y Sierra Salvada.
- BOURBOZE A. (1994) Nutrición y alimentación. En: Curso Superior de Producción animal (10 enero-25 marzo 1994). Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos e Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
- BUSQUÉ J., GARCÍA R., CELAYA R., ALBIZU I., ALDAI N., ALDAZ J., SESMA F.J., SOLA D. Y OSORO K. (2016) Integración de trabajos de investigación para la gestión sostenible de los pastos de montaña del norte peninsular. *Innovación sostenible en pastos: hacia una agricultura en respuesta al cambio climático*. En: Báez M.D., Campo L., Pereira S., Bande M.J. y Lopez J.E. (Eds.). pp: 325-330.
- COMISIÓN EUROPEA (2015) Informe de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Estado de la naturaleza en la Unión Europea. Informe sobre el estado y las tendencias de los tipos de hábitats y las especies regulados por las Directivas de Aves y de Hábitats durante el período 2007-2012 exigido en virtud del artículo 17 de la Directiva de Hábitats y del artículo 12 de la Directiva de Aves. Bruselas 20/5/2015.
- DAVIES C.E. Y MOSS D. (2002) EUNIS Habitat Classification. 2001 Work programme. Final Report. EEA-ETCNC. Centre for Ecology & Hydrology-NERC. Monks Wood. [<http://eunis.eea.europa.eu/>]
- GARCÍA-GONZÁLEZ R. Y MARINAS A. (2008) Bases ecológicas para la ordenación de territorios pastorales. En: Fillat F., García- González R., Gómez D. y Reiné R. (Eds.) *Pastos del Pirineo*.: CSIC. Premios Félix de Azar. Diputación de Huesca, pp 253.
- MANDALUNIZ N., IGARZABAL A., RUIZ R. Y OREGUI L.M. (2004) Consideraciones sobre el concepto de carga ganadera en los sistemas extensivos y silvopastorales. En: B. GarcíaCriado, A. García-Ciudad, B. Vazquez de Aldama, I. Zabalgoeazcoa eds. *Pastos y Ganadería Extensiva*. XLIV Reunión Científica de la S.E.E.P., Salamanca. 371-375.
- MANDALUNIZ N., ALDEZABAL A., OREGUI L.M. (2011) Diet selection of beef cattle on Atlantic grassland-heathland mosaic: Are heathers more preferred than expected? *Livestock Science* 138: 49-55.
- MILCHUNAS D.G. Y LAUENROTH W.K. (1993) Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs*, 63: 327-366.
- MONTSERRAT P. Y FILLAT F. (1990) The systems of grassland management in Spain. En: Breymer A. (Ed) *Managed grasslands*, pp. 37-70. Amsterdam, Países Bajos: Elsevier.
- OREGUI L.M. Y RUIZ R. (2002) El papel del pastoreo en la explotación del ganado ovino lechero en zonas húmedas de montaña. *Ovis*, 81: 11-23.
- OSORO K. (1995) Conocimientos básicos para el manejo eficiente de sistemas de producción animal en pastoreo. *Bovis*, 66: 13-35.
- OSORO K., CELAYA R., MARTÍNEZ A. Y ZORITA E. (2000) Pastoreo de las comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: Producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, 30 (1): 3-50.

**ANEXO I.** Encuesta para recoger información de uso ganadero espacio-temporal.

**ENCUESTA USO GANADERO PASTOS MONTAÑA- LIFE OREKA MENDIAN**

Z.E.C. \_\_\_\_\_ UNIDAD PASTOREO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

**1.- IDENTIFICACIÓN GANADERO Y EXPLOTACION**

NOMBRE \_\_\_\_\_  
 DIRECCION \_\_\_\_\_  
 DNI/CIF \_\_\_\_\_ COD. EXP. \_\_\_\_\_ EDAD \_\_\_\_\_ RELEVO Si  No   
 RAZA GANADO \_\_\_\_\_ ASOCIACIONISMO \_\_\_\_\_ A.T.P. Si  No   
 MOVIL \_\_\_\_\_ EMAIL \_\_\_\_\_ SUPF.NO COMUNAL \_\_\_\_\_  
 CUADRA/INSTALACIONES Si  No  CAPACIDAD \_\_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_  
 COMENTARIOS \_\_\_\_\_

**2.- CENSO GANADO**

	VACUNO	OVINO	CAPRINO	EQUINO
TOTAL EXPLOTACION				
SOLICITADO PASTO				
GANADO SUBE MONTE				

COMENTARIOS \_\_\_\_\_

**3.- ZONA PASTOREO**

FECHAS ESTANCIA PASTO \_\_\_\_\_ FECHAS INVERNADA \_\_\_\_\_

VACUNO	Estancia Zona	E F M A M Y JN JL A S O N D														
		E	F	M	A	M	Y	JN	JL	A	S	O	N	D		
OVINO	Estancia															
	Zona															
CAPRINO	Estancia															
	Zona															
EQUINO	Estancia															
	Zona															

COMENTARIOS \_\_\_\_\_






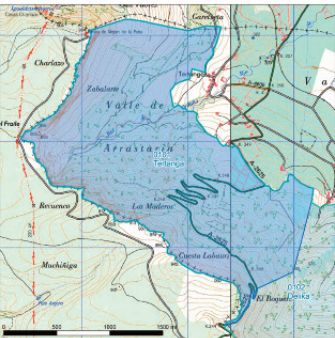
**OBJETIVO ENCUESTA**

- conocer el relevo generacional de las explotaciones y la profesionalidad (ATP) de las ganaderías que acceden a pastos de montaña
- Instalaciones / capacidad para invernar el ganado y superficie disponible no pasto montaña
  - Identificar las distintas zonas de pastoreo (unidad de pastoreo)
  - Censo de ganado que accede a pasto de montaña
- Fecha de entrada de ganado (subida) y de salida (bajada) de dichas zonas
  - Cambio de zona de ganado y fechas
  - Manejo de las distintas especies de ganado
- Comentarios de deficiencias, necesidades, varios.....

**ANEXO II.** Ficha resumen de la situación para cada ZEC (salida del SIGPASTOS).



**ES2120002 Aizkorri-Aratz**



**Aspectos descriptivos**

Superficie 15.937 Ha  
 Superficie en UG 8.233 Ha  
 Proporción en UG 52 %

**ALTITUD PENDIENTE**

Mínima 311 < 30% 38 %  
 Media 931 30 - 50% 39 %  
 Máxima 1.433 > 50% 23 %

**ORIENTACIÓN LITOLOGÍA**

Norte 41 % Carbonatada 57 %  
 Sur 59 % Silíceas 43 %  
 Todos los vientos 0 % Otras 0 %

**Vegetación y hábitats**

Hábitat pascícolas de Interés comunitario 24 % 1.943 ha  
 Pastos 18 % 1.492 ha  
 Matorral 13 % 1.088 ha  
 Helicófilo 5 % 420 ha  
 Argomjal 2 % 190 ha  
 Otros objeto de control 1 % 76 ha  
 Arbolado 62 % 5.066 ha  
 Otros 7 % 590 ha

**Uso ganadero**

AU\* real (anual) 1.686 AU\*  
 Variación autorizada 10 últimos años:  
 Ovino ↓  
 Vacuno ↑↑  
 Equino ↑↑↑  
 Caprino ↑↑↑  
 Carga total ↑↑

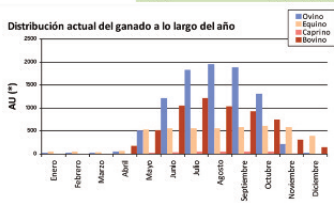
**Balanza**

Producción (total) 12.297.910 Kg MS/año  
 Productividad (por Ha) 1.494 Kg MS/ha/año  
 Producción arbolado 51 %  
 AU\* potencial 2.809 AU\*  
 Balance 25 - 50 %

**Recogido en la candidatura**

TIPO 1: Desbroces mecánicos y/o manuales de matorral o helicófilo: 75 ha de arbolado en los linderos de Urbión, lo más próximo posible a los cercos de los trampales y 75 ha en Sant Esteban y Mendio. 50 ha en Oñati, 50 ha en Oñati y 50 ha en Oñati. Diciembre: 50 ha de arbolado en los linderos sur de la Sierra de Etxe-Urdia (20 ha mecanizado y 10 ha de forma manual). TIPO 2: Instalación de 2 abroedores, puntos de sol y cascadas en las áreas desbrozadas. TIPO 3: Descompactación del suelo en zonas de abroedores instalados en Arria-Urdia, Puzo colares y Burguendin. TIPO 5: Cercos (600 m) de exclusión del ganado en Txurruakortu y Arria. TIPO 6: Cercos perimetrales temporales (300 m) y arbolado en los trampales de Urbión, especialmente en los que incluyen poblaciones reintroducidas de Merlangia y Arria. TIPO 8: Eliminación de Crataegus arborescens. TIPO 10: Seguimiento mediante colares GPS de rebrotes de robles.

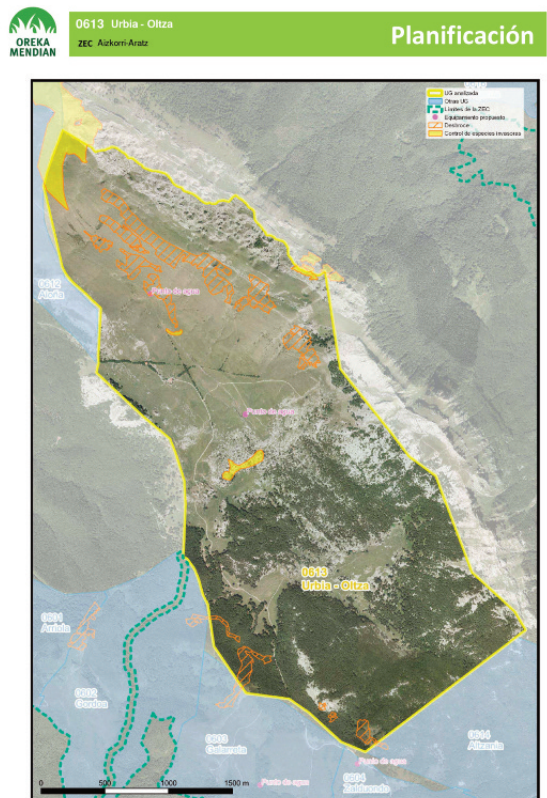
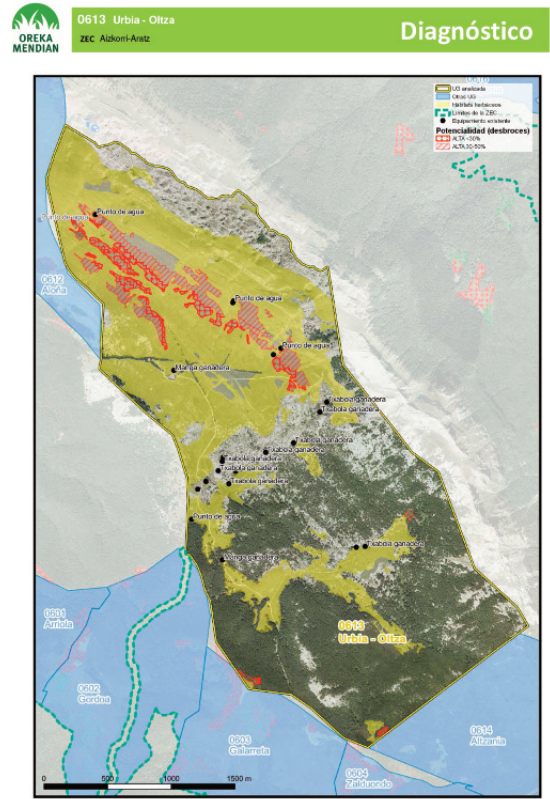
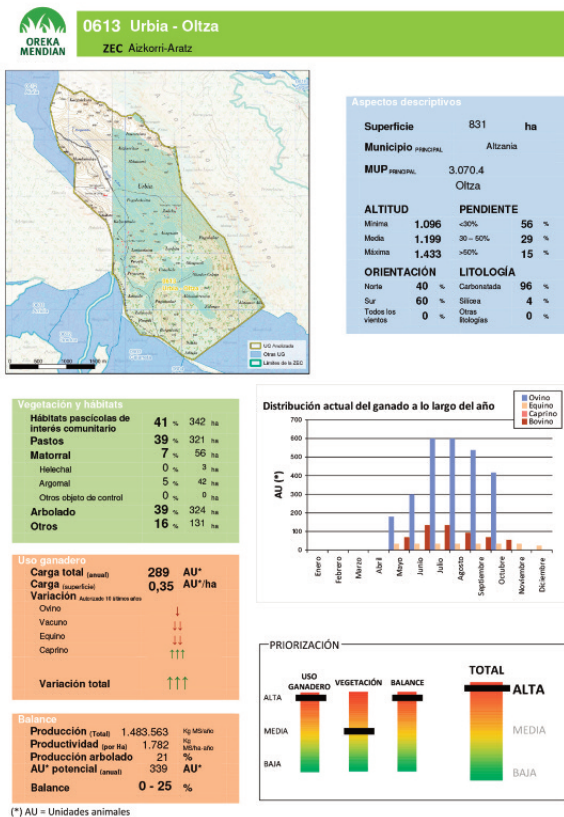
**Distribución actual del ganado a lo largo del año**



(\*) AU = Unidades animales



**ANEXO III.** Ficha resumen de la situación de cada UG (salida del SIGPASTOS).



# 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. El envío de un trabajo a PASTOS implica que sus autores no han enviado simultáneamente el mismo original a otra revista para su publicación.

## 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 escribirán utilizando el programa Word de Microsoft Office. 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.

## 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 (rreine@unizar.es).

## PROCESO DE REVISIÓN DE LOS ORIGINALES

Los editores principales enviarán los originales recibidos a uno de los editores asociados del área al que corresponda el trabajo. El editor asociado asignará la evaluación a un mínimo de dos revisores anónimos externos y expertos en la temática.

## 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 300 palabras para artículos científicos y notas de investigación, y 450 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 y nunca insertadas como imagen desde otro programa. Se situarán al final del texto, 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. Se traducirá al segundo idioma inmediatamente debajo del título en idioma original.

## 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. 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.

## 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. Se recomienda 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.

1. Si el nombre/s del autor/es no forma parte del texto se citarán solamente los apellidos, sin iniciales, 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://pastosextramadura.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 l 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).

### 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<sup>-1</sup>. 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/s<sup>2</sup> o m s<sup>-2</sup>, son expresiones correctas, pero m/s/s, es incorrecta. *Ejemplo 2:* m kg/(s<sup>3</sup> A) o m kg s<sup>-3</sup> A<sup>-1</sup>, son expresiones correctas, pero m kg/s<sup>3</sup>A y m kg/s<sup>3</sup> A, son incorrectas.

### 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/m<sup>3</sup>) 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.

### 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 aparecen en el texto.