



## USO DEL GANADO PARA EL CONTROL DE CUBIERTAS HERBÁCEAS EN EL OLIVAR ECOLÓGICO

Antonio García Fuentes\*, Juan Antonio Torres Cordero, Gemma Siles Colmenero y Luis Ruiz Valenzuela

Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. 23071-Jaén (España)

## USE OF LIVESTOCK TO CONTROL HERBACEOUS COVER IN THE ORGANIC OLIVE GROVE

### Historial del artículo:

Recibido: 03/10/14

Revisado: 11/01/15

Aceptado: 19/09/16

Disponible online: 14/11/2016

### \* Autor para correspondencia:

agarcia@ujaen.es

ISSN: 2340-1672

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

### Palabras clave:

Agroecosistema, biodiversidad, fitocenosis, manejo agroganadero, suelo.

### Keywords:

Agroecosystem, biodiversity, phytocoenoses, agricultural and livestock management, soil.

### RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en un estudio comparativo para diferentes sistemas de control de la cubierta herbácea durante el bienio 2006-2007. Así se analizó la diversidad y composición florística de las cubiertas vegetales, valor pastoral y valores de los parámetros edáficos en cinco fincas bajo tratamientos diferentes: olivar ecológico con ganado ovino durante todo el año (VT), olivar ecológico con ganado ovino en régimen temporal (BS(ov)), olivar ecológico con ganado equino también temporal (BS(eq)), olivar ecológico sin ganado, (BS(sg)) y olivar convencional (BS(conv)). Se comprobó que en ninguno de los tratamientos se produjeron cambios significativos en cuanto a la diversidad florística y a la riqueza específica. Hubo pérdida de cobertura vegetal en suelo en los tratamientos con ovino y aumento de las especies perennes y con roseta basal. Asimismo, se observó un cambio de composición en la flora para las fincas VT y BS(sg), pasando a dominar las gramíneas y disminuyendo la proporción de leguminosas. Igualmente, en la parcela de BS(ov) se produjo un importante descenso de gramíneas, aunque se mantuvieron las leguminosas debido al posible transporte y dispersión de semillas procedentes de otras fincas a través del ganado.

### ABSTRACT

In this paper we present results of a study which has used sheep and horses as a control tool of the herbaceous cover in different organic olive farms. We analyzed the floristic diversity and composition and pastoral value of the herbaceous cover, and soil parameters in five plots with different treatments: sheep grazing throughout the year (VT), sheep grazing on a temporary basis (BS(ov)), horse grazing on a temporary basis (BS(eq)), organic olive groves without grazing (BS(sg)); and non-organic olive groves without grazing (BS(conv)). We found that none of the treatments produced significant changes in terms of plant diversity and species richness. In the treatments with sheep there was a loss of plant cover and increases of perennial species and of plants with basal rosette. In the VT and BS(sg) farms a change was observed in the botanical composition at the family level, with an increase in the proportion of grasses and a decrease in the proportion of legumes. Similarly, in the treatment BS(ov) there was a significant decrease of grasses while legumes remained stable, possibly because of sheep seed transport and dispersion from nearby farms.

## INTRODUCCIÓN

En comparación con las prácticas tradicionales de labranza, la presencia de cubiertas vegetales en cultivos de olivar reduce significativamente la erosión del suelo y la consiguiente pérdida de nutrientes y materia orgánica (Castro *et al.*, 2008; Francia *et al.*, 2006; Gómez *et al.*, 2009a; Gómez *et al.*,

2009b; Gómez-Muñoz *et al.*, 2014). En la actualidad la utilización de cubiertas vegetales espontáneas de arvenses en el cultivo del olivar es una práctica muy extendida porque aporta beneficios netos al sistema (Nieto *et al.*, 2011; Saavedra y Pastor, 2002; Sánchez *et al.*, 2004), realiza una acción protectora del suelo frente el impacto directo de la lluvia (Milgroom *et al.*, 2006), regula la economía hídrica del agroecosistema (Pastor,

2006) y aumenta la biodiversidad en el cultivo, favoreciendo a su vez un mayor grado de sostenibilidad (Pajarón, 2007; Sánchez Escudero, 2004).

Sin embargo, un manejo inadecuado de estas cubiertas vegetales puede suponer desequilibrios en el agroecosistema, especialmente en la competencia por el agua en periodos desfavorables, de ahí que el agricultor deba de establecer pautas precisas para su control (Saavedra y Pastor, 2002).

Según Pajarón (2007) el manejo más extendido en agricultura ecológica es el mantenimiento de cubiertas naturales con posterior incorporación al suelo mediante cultivador. Pero este manejo es caro en cuanto a mano de obra y depende del año climatológico, siendo difícilmente previsible el número de cortes y el momento óptimo de siega. Una siega demasiado temprana en invierno puede provocar un defecto de biomasa en el olivar, e impedir el efecto protector de la cubierta vegetal. Igualmente, una siega tardía provocará que la cubierta vegetal genere una posible competencia por agua y nutrientes con el olivo (Castro *et al.*, 2006).

Una alternativa puesta en práctica por los agricultores es el uso de ganadería ovina y equina para el control de estas cubiertas vegetales espontáneas. Este manejo es ideal en aquellas fincas de olivar ecológico donde la pendiente es elevada (Guzmán y Foraster, 2012). El uso de este tipo de ganadería es una buena herramienta para el control de las cubiertas vegetales en olivares de diferente condición, siendo perfectamente factible la integración ovino-olivar (Fernández Rebollo, 2013).

Existen trabajos realizados en sistemas agrosilvopastorales similares al olivar, donde se estudia el manejo del ganado y los cambios producidos en la cubierta herbácea o en el suelo. García Moreno *et al.* (2013) demostraron en fincas de dehesa del Valle de los Pedroches (Córdoba) que la intensificación del pastoreo está relacionada con la mejora de las propiedades edáficas y con el consiguiente aumento de producción de fruto en la encina, produciendo asimismo un efecto positivo en la vejería del árbol. Igualmente, Ramos *et al.* (2010) demostraron que las precipitaciones anuales afectan a la producción y a la riqueza florística de la cubierta herbácea, mientras que el tipo de manejo influye en mayor medida en la composición florística, en la contribución de las familias y en la diversidad. Concretamente el cultivo no labrado y pastoreado presentó menor diversidad específica y mayor presencia de especies subnitrófilas y nitrófilas que aquellos cultivos de almendros labrados recientemente y no pastoreados.

Sin embargo, no existen trabajos que aborden los cambios en las cubiertas herbáceas en olivares ecológicos bajo diferentes manejos, y existen pocos estudios sobre el uso de ganado como herramienta para el control de la cubierta vegetal en las fincas de olivar ecológico y sus posibles efectos en el agroecosistema, tanto negativos como positivos. Álvarez *et al.* (2007a; 2007b) y García-Fuentes *et al.* (2007;



© J.A. Torres Cordero

Aspecto en primavera del olivar ecológico con ganado ovino en régimen temporal (finca BS(ov)).

Organic olive grove in spring with temporal sheep grazing (treatment BS(ov)).

2008) muestran que los suelos de olivares ecológicos manejados con ganado no presentan carencias a nivel de elementos como el carbono, nitrógeno, fósforo o potasio en suelo, al contrastarlos con suelos laboreados de fincas de olivar o incluso con suelos forestales. Por el contrario, Gómez *et al.* (2009a) sí encuentran ligeras deficiencias de nutrientes en suelo en olivares con ganadería.

Con este trabajo se pretende analizar los cambios en la vegetación herbácea, cobertura, diversidad y calidad del pasto y en la composición química del suelo bajo diferentes manejos. Se muestran los resultados de dos años de experiencias bajo diferentes tratamientos: (a) olivar ecológico con pastoreo permanente de ovino (VS), (b) olivar ecológico con pastoreo temporal de ovino (BS(ov)), (c) olivar ecológico con pastoreo temporal de equino (BS(eq)), (d) olivar ecológico sin pastoreo (BS(sg)) y (e) olivar convencional bajo no laboreo (BS(conv)).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Parcelas de estudio

Se seleccionaron cinco fincas de características agronómicas y abióticas similares, localizadas en Andalucía (sur de España) (Figura 1). Cuatro de ellas se ubican en la localidad de Beas de Segura (Jaén) (BS) y la quinta se encuentra en el término municipal de Villanueva del Trabuco (Málaga) (VT). Desde el punto de vista bioclimático ambas localidades se encuentran bajo un bioclima Pluviestacional Oceánico con un piso bioclimático mesomediterráneo seco-subhúmedo (Valle *et al.*, 2004).

En la finca VT se venía utilizando un control de la cubierta vegetal mediante pastoreo y redileo ovino, mientras que en BS(ov) y BS(sg) el control de la cubierta vegetal se ha realizado mediante segadora manual en los dos años previos a la toma de datos. En BS(eq) el control de la cubierta vegetal se hacía

mediante pastoreo con equino. En BS(conv) el control se ha practicado mediante herbicidas de pre y post-emergencia. Los tratamientos ensayados durante el periodo de estudio fueron los siguientes: pastoreo con ovino todo el año (VT), pastoreo temporal con equino BS(eq), pastoreo temporal con ovino BS(ov), siega mecánica en primavera BS(sg) y aplicación de herbicidas BS(conv). El manejo previo recibido y las características ecológicas y de manejo para cada una de las fincas se recogen en la Tabla 1.

## Variables florísticas estudiadas

De cada una de las fincas se seleccionó una hectárea para realizar la toma de datos. Para el conocimiento de la composición florística de la cubierta vegetal y su evolución se realizaron en Abril del año 2006 diez inventarios fitosociológicos (Braun-Blanquet, 1979) en cada una de las parcelas seleccionadas. Los puntos de muestreo se eligieron al azar en las calles de los árboles y se repitieron en Abril del año siguiente en los mismos lugares del muestreo inicial. El



**FIGURA 1.** Mapa de localización de las fincas de experimentación. (O) Localidad de Villanueva del Trabuco (Málaga) (VT) (●) Localidad de Beas de Segura (Jaén) (BS).

**FIGURE 1.** Location map of experimental farms. (O) Villanueva del Trabuco (Malaga) (VT) (●) Beas de Segura (Jaén) (BS).

Fincas	T <sup>a</sup>	Pp	Suelo	Tratamientos previos al experimento	Tratamientos durante la realización del experimento	Carga ganadera
VT	15,9	625,5	Margas y margocalizas del cuaternario con una capa importante de arcillas en superficie. Cambisol vértico.	Olivar ecológico con control de la cubierta vegetal espontánea mediante ganado ovino durante todo el año. En los tres años previos al estudio siempre se realizó el mismo manejo.	Cultivo ecológico con pastoreo de ovino todo el año que se realiza en calles de olivar hasta que la cubierta tenga una altura media inferior a 5 cm. En los ruedos del olivo se utilizó siega mecánica. El manejo del ganado es mediante pastor eléctrico que se desplaza cuando el pasto ha sido consumido (aproximadamente cada 2-3 días en primavera). El ganado permanece durante el día en las calles del olivar y de noche se recoge en aprisco. No se realizan fertilizaciones ni laboreo.	41 cabezas de ovino ha-año <sup>-1</sup> .
BS(eq)	14,5	612,7	Margas y margocalizas del cuaternario. Cambisol calcáreo.	Olivar ecológico con entradas continuadas de ganado equino en primavera y otoño para control de cubierta vegetal espontánea. Esta técnica se empleó los dos años previos al estudio.	Cultivo ecológico de olivar con pastoreo de ganado equino. El equino pastorea hasta apurar la cubierta vegetal (5-10 cm aproximadamente de altura media), después se retira de la finca. No se realizan fertilizaciones ni laboreo.	1 cabeza/ha pastoreando en los meses de Abril y Mayo cada año.
BS(ov)	14,5	612,7	Margas y margocalizas del cuaternario. Cambisol calcáreo.	Olivar ecológico sin ganado en dos años previos al inicio de la toma de datos. Siega mecánica de la cubierta vegetal espontánea a finales de primavera.	Cultivo ecológico de olivar con pastoreo temporal de ganado ovino en primavera. Éste se retiró cuando la cubierta vegetal tenía altura media inferior a 5 cm. Además del pastoreo se practicó un desbrozado con siega mecánica en Julio. No se realizan fertilizaciones ni laboreo.	5,18 cabezas de ovino ha-año <sup>-1</sup> . En el año 2006 las entradas se realizaron en Abril, Junio y Octubre. En 2007 se realizó una sola entrada en Abril.
BS(sg)	14,5	612,7	Margas y margocalizas del cuaternario. Cambisol calcáreo.	Olivar ecológico sin ganado en los dos años anteriores al inicio de la toma de datos. Siega mecánica de la cubierta vegetal espontánea en primavera (2 pases).	Cultivo ecológico del olivar con cubierta vegetal controlada por siega mecánica. Se realizaron dos siegas durante la primavera con desbrozadora manual de hilos. El material vegetal quedó en el suelo de la finca. No se realizan fertilizaciones ni laboreo.	–
BS(conv)	14,5	612,7	Margas y margocalizas del cuaternario. Cambisol calcáreo.	Olivar convencional sin cubiertas vegetales mediante tratamientos herbicidas en los 10 años previos al experimento.	Cultivo convencional sin cubierta vegetal. Aplicación de herbicidas en otoño (Diurón, 1,8 kg ha <sup>-1</sup> ) y postemergencia en Marzo-Abril (Glifosato, 2 kg ha <sup>-1</sup> ).	–

T<sup>a</sup>: Temperatura media anual (°C). Pp: Precipitación media anual (mm)

**TABLA 1.** Características generales de las fincas experimentales del estudio.

**TABLE 1.** General characteristics of the experimental farms of the study.



© A. García Fuentes

**Pastoreo rotacional de ganado ovino mediante pastor eléctrico en olivar ecológico de Villanueva del Trabuco, Málaga (finca VT).**

Rotational sheep grazing using electric fence in the organic olive grove farm of Villanueva del Trabuco, Málaga (treatment VT).

área inventariada en todos los casos fue de un cuadrado de 2x1m.

El índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) (Shannon y Weaver, 1981) se calculó mediante la siguiente fórmula:

En la valoración de la calidad de las cubiertas herbáceas se han considerado las siguientes variables florísticas: composición florística, formas vitales o biotipos dominantes, riqueza específica, índice de diversidad de Shannon, valor pastoral, porcentaje de suelo desnudo y contribución específica de leguminosas y gramíneas.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Donde  $S$  es la riqueza específica por inventario y  $p_i$  es la abundancia relativa de la especie  $i$ .

Para la determinación de los taxones y el estudio de los biotipos de las especies vegetales nos hemos basado en la obra de Flora Vascular de Andalucía Oriental (Blanca *et al.*, 2011). En el estudio de las formas vitales hemos diferenciando solo dos tipos de especies: terófiticas (Ter) para las especies anuales y (Hem) para todas aquellas bianuales o perennes, independientemente de que sean hemicriptófitos, caméfitos, geófitos o fanerófitos. El valor se expresa en tanto por ciento de presencia en el inventario. Se descartan las especies con índice "+" de Braun-Blanquet y se tiene en cuenta el porcentaje de suelo desnudo en cada inventario.

Para la determinación del valor pastoral ( $V_p$ ) se siguió la metodología de Daget y Poissonet (1972) y su desarrollo aplicado a los inventarios fitosociológicos (Barrantes *et al.* 2004):

$$V_p = 0,2 \sum C_s * I_s$$

Para cada uno de estos inventarios fitosociológicos se calculó la riqueza específica ( $S$ ), correspondiéndose con el número total de especies por inventario.

Donde  $C_s$  es la contribución específica o abundancia de cada una de las especies vegetales en el inventario, en porcentaje.  $I_s$  es el índice de calidad forrajera de cada una de las especies, que varía de 0 a 5, y que se ha obtenido por comparación con especies similares de  $I_s$  conocido, por apreciaciones personales y por consultas a los ganaderos propietarios de las fincas de estudio. Los valores de este índice de calidad se presentan en el Anexo 1. Para cada tratamiento y año se obtiene un valor único de  $V_p$ .

Como medida adicional de la calidad y equilibrio de la composición florística de las cubiertas se usó el valor de la contribución específica para las leguminosas (*Fabaceae*) presentes en los inventarios levantados (Cs(leg)) y para las gramíneas (*Poaceae*) (Cs(gra)). Se seleccionaron estas dos familias botánicas por ser las más abundantes, aportar mayor valor pascícola y tener mejores adaptaciones al pastoreo (Machado y Milera, 2009).

Como medida de calidad de la cubierta vegetal, también se ha tenido en cuenta el porcentaje de suelo desnudo (SD) en la misma, estimada en los muestreos fitosociológicos realizados.

## Variables edáficas estudiadas

Se tomaron muestras de suelo al inicio y final de los experimentos en los mismos puntos donde se realizaron los inventarios fitosociológicos.

Para ello se extrajo un kg de tierra con barrena manual sobre los 40 primeros cm de suelo, eliminando restos de la cubierta vegetal existente. Las muestras fueron llevadas a analizar al Laboratorio del IFAPA (Centro Alameda del Obispo, Córdoba). Las variables edáficas estudiadas fueron CIC (Capacidad de intercambio catiónico),  $Ca^{2+}$  (Calcio de cambio),  $Mg^{2+}$  (Magnesio de cambio),  $Na^+$  (Sodio de cambio),  $K^+$  (Potasio de cambio), P (Fósforo asimilable), MOO (materia orgánica oxidable), N (Nitrógeno orgánico), C/N (relación carbono-nitrógeno) y  $SO_4^{2-}$  (Sulfatos extracto acuoso 1/5).

## Análisis estadísticos

Los análisis de las diferentes variables florísticas y edáficas se realizaron por separado. Se aplicó un modelo mixto lineal generalizado tomando como variable respuesta cada una de las variables estudiadas, como efectos fijos se usaron la finca y el tiempo (medidas repetidas), y como efecto aleatorio las diferentes parcelas muestreadas en cada finca. La distribución se ajustó para cada caso, utilizándose una distribución Gamma (enlace recíproco) o una distribución Poisson (enlace Log). Para aquellas variables que cumplían la condición de normalidad se usó una distribución Normal con enlace de identidad. Para la variable Cs(gra) se realizó una transformación de los datos  $\sqrt{x}$  para alcanzar una distribución Normal.

En todos los casos, tras aplicar el modelo estadístico, se revisó la distribución de residuales. Los efectos se consideraron significativos a un nivel de probabilidad del 5%. Se realizaron comparaciones múltiples por parejas mediante el método secuencial de Sidak, estableciéndose diferencias entre los distintos niveles con  $p < 0,05$ . Se ha utilizado el programa IBM SPSS Statistics (ver. 22 para Windows) para la elaboración de estos análisis.

Los análisis multivariantes se han realizado con el programa Ginkgo (Cáceres *et al.*, 2003). Se elaboró un análisis de componentes principales (PCA) utilizando la información mostrada en la Tabla 2 (variables florísticas) y la Tabla 4 (parámetros edáficos) correspondiente a la variación a lo largo del tiempo de cada una de las fincas (letras mayúsculas), transformando estos datos a variables categóricas. Para cada tratamiento se asignó el valor "-1" en el caso de que la variable descendiera de forma significativa, valor "1" en el caso de que ascendiera significativamente y "0" en el caso de que no se produjeran cambios significativos para esa variable a lo largo del periodo de estudio. En paralelo al PCA se realizó un análisis de clasificación tipo Fuzzy C-means (FZM) para comprobar las posibles similitudes (agrupamientos) entre las fincas en función de los datos categóricos mencionados. Para elegir el número de grupos se utilizaron los valores de los coeficientes "silueta". Sobre este análisis de clasificación se representó el PCA. Asimismo, para conocer las variables con mayor influencia en cada uno de los grupos creados mediante el FZM se aplicó un análisis de fidelidad de especies en el clúster (Chytrý *et al.*, 2006), realizado igualmente con el programa Ginkgo.

## RESULTADOS

### Variación de las variables florísticas de las cubiertas vegetales

Los resultados del modelo lineal generalizado aplicado a las variables estudiadas relacionadas con la flora se presentan en la Tabla 2.

En general, para las variables S y H' no hay cambios durante la duración del experimento para ninguna de las fincas. Los valores más altos de S se dan para ambos años en el tratamiento de equino. El valor medio de H' es similar en todas las fincas, salvo para BS(conv).

Las fincas VT y BS(sg) presentan grandes cambios en el segundo año respecto a Cs(leg), siendo este descenso muy drástico en esta última finca.

Un detalle más pormenorizado de estos cambios en la flora se muestra en la Tabla 3. En la finca VT las leguminosas presentes el primer año (*Medicago polymorpha* L., *M. doliata* Carming. y *M. orbicularis* (L.) Bartal.) disminuyen su grado de presencia en el segundo año, o desaparecen como *M. orbicularis*. En el caso de BS(sg) *Medicago minima* (L.) L. reduce su presencia en un 46,15% al segundo año. En la finca BS(eq) se produce también un fuerte descenso en el porcentaje de presencia de *M. minima* (35,72%), pero no llega a presentar cambios significativos la variable Cs(leg) ( $F=3,41$ ; g.l.=1;  $p=0,069$ ).

En BS(ov) aparecen dos nuevas leguminosas perennes como *Medicago sativa* L. y *Anthyllis vulneraria* L. subsp. *maura* (Beck.) Maire. Aunque no se dan cambios significativos en

## Variable respuesta

S	Finca	2006	2007
H'	VT	21,70 ± 0,73 A b	19,20 ± 0,53 A bc
	BS(eq)	25,30 ± 1,02 A a	24,70 ± 1,21 A a
	BS(ov)	20,70 ± 0,77 A b	22,10 ± 0,50 A ab
	BS(sg)	19,50 ± 1,08 A b	17,70 ± 0,82 A c
	BS(conv)	2,30 ± 0,33 A c	2,90 ± 0,48 A d
Cs(leg)	VT	38,28 ± 8,57 A ab	2,40 ± 0,40 B c
	BS(eq)	59,22 ± 6,88 A a	37,76 ± 7,45 A a
	BS(ov)	27,60 ± 4,34 A b	32,25 ± 4,27 A a
	BS(sg)	60,88 ± 8,53 A a	6,94 ± 1,97 B b
	BS(conv)	0,23 ± 0,23 c	-
Cs(gra)	VT	52,85 ± 10,52 A a	78,45 ± 4,77 B a
	BS(eq)	6,50 ± 2,07 A c	26,48 ± 7,06 B b
	BS(ov)	53,88 ± 6,77 A a	9,47 ± 3,12 B b
	BS(sg)	15,37 ± 3,67 A b	66,29 ± 2,82 B a
	BS(conv)	-	-
SD	VT	0,20 ± 0,20 A c	7,50 ± 3,18 B d
	BS(eq)	15,50 ± 2,63 A b	18,50 ± 2,36 A c
	BS(ov)	14,00 ± 2,77 A b	31,00 ± 1,94 B b
	BS(sg)	18,00 ± 5,38 A b	23,50 ± 2,79 A bc
	BS(conv)	94,30 ± 0,64 A a	93,40 ± 1,32 A a
Ter	VT	97,43 ± 0,75 A a	81,41 ± 4,78 B a
	BS(eq)	71,09 ± 4,48 A b	68,43 ± 4,45 A ab
	BS(ov)	82,20 ± 3,21 A a	40,44 ± 3,91 B b
	BS(sg)	78,82 ± 6,64 A a	74,30 ± 3,37 B a
	BS(conv)	4,11 ± 0,61 A c	3,37 ± 0,66 A c
Hem	VT	2,31 ± 0,79 A a	11,04 ± 2,62 B b
	BS(eq)	4,69 ± 2,93 A a	8,73 ± 3,43 A bc
	BS(ov)	1,31 ± 0,56 A a	21,52 ± 2,83 B a
	BS(sg)	0,24 ± 0,24 A a	0,77 ± 0,77 A cd
	BS(conv)	1,41 ± 0,52 A a	3,20 ± 1,62 A bd
Vp	VT	1274,50	1110,00
	BS(eq)	769,93	708,17
	BS(ov)	1104,68	447,36
	BS(sg)	825,96	490,85

Abreviaturas: (VT) Olivar ecológico con ganado ovino permanente, [BS(eq)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante ganado equino temporal, [BS(ov)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante ganado ovino temporal, [BS(sg)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante siega mecánica, [BS(conv)] Olivar convencional, (S) Riqueza específica, (H') Índice de diversidad de Shannon, (Cs(leg)) Contribución específica de leguminosas, (Cs(gra)) Contribución específica de gramíneas, (SD) Suelo desnudo, (Ter) Porcentaje de terófitos, (Hem) Porcentaje de bianuales y perennes, (Vp) Valor pastoral (UF/ha/año).

**TABLA 2.** Medias y error estándar para cada una de las variables relacionadas con la flora en cada finca/tratamiento y año. Letras mayúsculas en filas se corresponden a la variación de cada finca en el tiempo. Letras minúsculas en columnas a la comparación entre medias de las fincas en ese año. Letras distintas en filas y en columnas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Para la variable valor pastoral no se realizan comparaciones estadísticas por disponer de una sola repetición por finca y año.

**TABLE 2.** Means and standard error for the variables related to the flora for each property/treatment and year. Capital letters in rows correspond to the variation of each property over time. Lowercase letters in columns show the comparison between means of the properties in that year. Different letters in rows and columns indicate significant differences ( $P < 0,05$ ). For the variable pastoral value there are no statistical comparisons as there is only one repetition for each property and year.

Cs(leg), sí se produce un aumento significativo de las especies perennes en esta finca, como se comenta más adelante.

En el primer año BS(sg) y BS(eq) tenían los mayores valores en cuanto a porcentaje de leguminosas en sus cubiertas (Tabla 2). Al final del experimento, los de mayor proporción fueron los tratamientos BS(eq) y BS(ov).

En cuanto al porcentaje de gramíneas en las cubiertas vegetales, los resultados indican que hubo cambios en todas las fincas salvo en BS(conv), donde no se encontraron gramíneas en la duración del experimento. En VT, BS(eq) y BS(sg) aumentó el porcentaje de forma considerable. Por el contrario, en BS(ov) se produjo un fuerte descenso de la presencia de gramíneas.

En la Tabla 3 comprobamos que en el conjunto de gramíneas que aumentan considerablemente en VT destaca principalmente *Bromus diandrus* Roth., y en menor medida *Hordeum murinum* L. subsp. *leporinum* (Link) Arcang., *Lolium rigidum* Gaudin y *Avena sterilis* L. En BS(eq) el aumento de gramíneas se encuentra también protagonizado principalmente por *Bromus diandrus*. Finalmente, para BS(sg) hay un aumento importante de *Trachynia distachya* (L.) Link y *Aegilops geniculata* Roth., y en este tratamiento la especie *Bromus diandrus* reduce su porcentaje de presencia.

En BS(ov) el descenso significativo de Cs(gra) está protagonizado por la especie *Bromus diandrus* Roth., al mismo tiempo se observa un aumento de *Plantago lanceolata* L., el cual eleva su presencia un 16,42%.

Los mayores valores de Cs(gra) fueron para los tratamientos VT y BS(ov) al inicio de los experimentos. En el año 2007 los mayores valores de presencia de gramíneas en las cubiertas los tuvieron las fincas VT y BS(sg).

En cuanto a la cobertura de suelo desnudo (SD; Tabla 2), se produjeron cambios en los tratamientos VT y BS(ov), aumentando de forma notable en esta última finca, llegándose a doblar la superficie de suelo desnudo. No obstante, el mayor porcentaje de cobertura vegetal se mantuvo en la finca VT en ambos años. Los mayores valores de suelo desnudo se presentaron obviamente en la finca BS(conv).

La presencia de terófitos en las cubiertas vegetales sufrió cambios significativos para los tratamientos VT y BS(ov) y para la BS(sg). Estas tres fincas presentaban al inicio de las experiencias los mayores porcentajes de terófitos. En el año 2007, VT y BS(sg) siguieron teniendo los mayores índices de terófitos, pero hubo descensos muy importantes en BS(ov).

En cuanto a la presencia de especies perennes en las cubiertas vegetales se comprueba que al finalizar la toma de datos en 2007 se producen aumentos en las fincas con control de

Especies	T/H	2006					2007				
		VT	BS(eq)	BS(ov)	BS(sg)	BS(conv)	VT	BS(eq)	BS(ov)	BS(sg)	BS(conv)
<i>Lolium rigidum</i>	T	9,54	0,39	0,30	1,99		<b>12,08</b>		0,65	0,54	
<i>Bromus diandrus</i>	T	6,82		<b>54,81</b>	<b>10,44</b>		<b>16,42</b>	<b>19,81</b>	8,50	6,81	
<i>Medicago minima</i>	T		<b>61,70</b>	<b>21,80</b>	<b>52,68</b>			<b>25,98</b>	<b>27,80</b>	6,53	
<i>Scorpiurus muricatus</i>	T		0,39		0,99	0,13		0,33	0,27		
<i>Avena sterilis</i>	T	0,82	1,18				3,14	0,32			
<i>Medicago doliata</i>	T	0,55	3,93	0,61	1,74						
<i>Coronilla scorpioides</i>	T		0,39	2,12				0,32	0,65		
<i>Silene vulgaris</i>	H		0,39				0,24		0,33		0,10
<i>Trifolium stellatum</i>	T		3,14	0,91				<b>11,69</b>	4,58		
<i>Medicago polymorpha</i>	T	<b>31,09</b>		0,61			1,69				
<i>Cerastium glomeratum</i>	T	1,36					0,24		0,33		
<i>Scandix pecten-veneris</i>	T	0,27					0,24	0,32			
<i>Taraxacum obovatum</i>	H		4,72	0,30					0,99		
<i>Bromus madritensis madritensis</i>	T		2,36		0,25					0,54	
<i>Polygala monspeliaca</i>	T			0,61				0,32		0,54	
<i>Aegilops geniculata</i>	T				3,48			2,6		<b>19,6</b>	
<i>Leontodon longirostris</i>	T				1,49			8,12	0,65		
<i>Minuartia hybrida</i>	T					0,13		0,32			0,10
<i>Hordeum murinum leporinum</i>	T	<b>41,72</b>					<b>47,34</b>				
<i>Medicago orbicularis</i>	T	2,18			1,49						
<i>Crepis vesicaria</i>	H	1,36					8,45				
<i>Carduus pycnocephalus</i>	H	0,27					0,97				
<i>Bromus sterilis</i>	T		3,14		0,50						
<i>Sherardia arvensis</i>	T		0,79					2,27			
<i>Lathyrus cicera</i>	T		0,39						0,33		
<i>Plantago lanceolata</i>	H			0,91					<b>17,33</b>		
<i>Vicia benghalensis</i>	T			0,91					0,65		
<i>Medicago truncatula</i>	T				4,72					0,27	
<i>Dactylis glomerata hispanica</i>	H				0,25				0,33		
<i>Anthyllis vulneraria maura</i>	H							0,32	0,33		
<i>Galium tricornutum</i>	T					0,81					0,82
<i>Asparagus acutifolius</i>	H					0,67					1,03
<i>Reseda lutea lutea</i>	H					0,67					0,72
<i>Vaccaria hispanica</i>	T					0,27					0,21
<i>Convolvulus arvensis</i>	H					0,13					0,31
<i>Medicago rigidula</i>	T						0,24			0,27	
<i>Trachynia distachya</i>	T							2,27		<b>39,20</b>	
<i>Geranium dissectum</i>	T	1,64									
<i>Torilis arvensis neglecta</i>	T	1,64									
<i>Senecio vulgaris</i>	T	0,27									
<i>Anacyclus clavatus</i>	T	0,27									
<i>Calendula arvensis</i>	T		0,79								
<i>Avena barbata barbata</i>	T		0,39								
<i>Echinaria capitata</i>	T		0,39								
<i>Trifolium hirtum</i>	T			2,12							
<i>Parentucellia latifolia</i>	T				1,74						
<i>Hippocrepis ciliata</i>	T				0,25						
<i>Hirschfeldia incana</i>	T					0,27					
<i>Rumex pulcher woodsii</i>	H						0,97				
<i>Trifolium tomentosum</i>	T						0,48				
<i>Micropyrum tenellum aristatum</i>	T							2,60			
<i>Vicia lutea lutea</i>	T							1,95			
<i>Rhagadiolus stellatus</i>	T							0,65			
<i>Filago lutescens</i>	T							0,65			
<i>Valerianella coronata</i>	T							0,32			
<i>Vulpia unilateralis</i>	T							0,32			
<i>Lagoecia cuminoides</i>	T							0,32			
<i>Medicago sativa</i>	H								2,62		
<i>Plantago sempervirens</i>	H								1,96		
<i>Linum tenue</i>	H								0,33		
<i>Bellis perennis</i>	H								0,33		
<i>Aegilops triuncialis</i>	T									0,82	
<i>Linum strictum</i>	T									0,27	
<i>Anarrhinum bellidifolium</i>	H									0,27	
<i>Bituminaria bituminosa</i>	H									0,27	
<i>Cynodon dactylon</i>	H									0,27	
<i>Daucus carota</i>	H										0,10
<i>Euphorbia serrata</i>	H										0,10

Abreviaturas: (VT) Olivar ecológico con ganado ovino permanente, [BS(eq)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante ganado equino temporal, [BS(ov)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante ganado ovino temporal, [BS(sg)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante siega mecánica, [BS(conv)] Olivar convencional.

**TABLA 3.** Listado de especies detectadas en las fincas de estudio para los años 2006-2007. Se han descartado los taxones con valores inferiores a 1 en el índice de Braun-Blanquet. Para cada taxon se indica su contribución específica (Cs) media en cada finca. La columna T/H indica si se trata de un terófito (T) o de una especie bianual o perenne (H). Los números en negrita señalan los valores de Cs mayores al 10%

**TABLE 3.** List of species detected in the study properties for the years 2006-2007, discarding taxa with values less than 1 in the Braun-Blanquet index. For each taxon the mean specific contribution (Cs) values in each property are indicated. The T/H column indicates if the taxon is a terophyte (T) or biannual or perennial (H). Numbers in bold are Cs values above 10%.

cubierta mediante ganado ovino, siendo muy importante este incremento en la finca BS(ov). Asimismo, los mayores valores de presencia de perennes se dan en estas fincas. En VT el aumento de las especies perennes se debe fundamentalmente a la presencia de *Crepis vesicaria* L. subsp. *taraxacifolia* (Thuill.) Thell. En BS(ov) destaca el taxon *Plantago lanceolata* (Tabla 3).

En cuanto al valor pastoral de las fincas (Tabla 2) destacar que todas las fincas muestran una tendencia a la baja en este valor, produciéndose un descenso considerable del valor pastoral de las cubiertas vegetales en las parcelas de BS(ov) y BS(sg).

## Parámetros edáficos en las diferentes fincas de estudio

En la Tabla 4 se muestran los resultados para las diferentes variables edáficas estudiadas.

En los contrastes por pares de año en cada finca se observan algunos cambios significativos. La variable CIC sólo experimenta cambios para la finca BS(conv), que incrementa de manera importante su valor. La variable  $Mg^{2+}$  incrementa sus contenidos para las fincas sin ganado. El  $Na^+$  aumenta en las fincas con ovino permanente, con equino y en olivar convencional, se mantiene sin cambios en ovino temporal y disminuye en la finca sin ganado. El P se mantiene en las fincas de manejo ecológico pero disminuye de manera importante en la finca de olivar convencional. El N sólo aumenta en la finca que mantiene el ganado de manera permanente. El pH disminuye ligeramente en la finca con ganado equino y aumenta en la finca de manejo temporal con ovino y en la de manejo convencional. La relación C/N aumenta para la finca manejada con equino, y disminuye para BS(sg). La conductividad aumenta para todas las fincas salvo para VT. Finalmente, los sulfatos disminuyen en todas las fincas.

Analizando en detalle ahora los contrastes entre fincas en cada año, destaca VT al presentar los mayores valores de N y  $K^+$  en todo momento. Para el fósforo, VT también es el tratamiento con el valor más elevado, seguido de cerca por BS(conv) aunque solo para el año 2006.

Los mayores valores de  $Ca^{2+}$  se dan en VT y BS(eq). En cambio, el tratamiento de ovino temporal presenta los menores valores de este elemento en suelo.

Los valores de  $Mg^{2+}$  son los más altos en los tratamientos VT y BS(ov) y en BS(conv), pero solo al inicio de la toma de datos. Al finalizar la toma de datos solo la finca BS(conv) tiene el mayor valor de este parámetro.

Los mayores valores de  $Na^+$  los presentaba BS(sg) en el primer año. En el año 2007 parecen igualarse todos los tratamientos en cuanto a este nutriente.

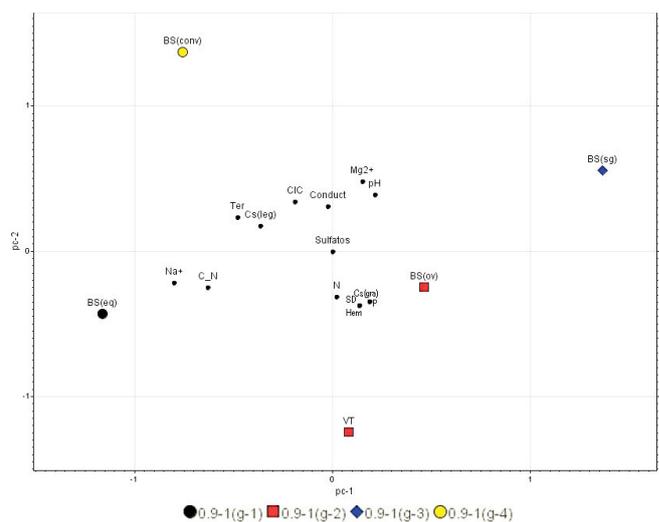
BS(sg), BS(ov) y BS(eq) tienen los mayores valores en la relación C/N en el primer año. En el segundo año solo BS(ov) y BS(eq) mantienen la supremacía. En cuanto a la materia orgánica, VT es la de mayor valor en ambos años de muestreo. La finca con menores valores es BS(conv).

En los carbonatos destacan BS(ov) y BS(sg) en ambos años. Para los sulfatos BS(eq) tiene el mayor valor en el primer año pero en el segundo parecen igualarse todos los tratamientos, salvo BS(conv) que sigue siendo el de menor valor.

En la conductividad destacan VT y BS(eq), que se mantienen altos al segundo año, junto con BS(ov). En el valor del pH todas las fincas presentan datos parecidos. La finca con mayor valor de CIC es VT para ambos años de medición.

Finalmente, en la Figura 2 se representa un análisis de componentes principales realizado a partir de la transformación en valores categóricos según los cambios producidos en las variables florísticas y edáficas a lo largo del tiempo. En él comprobamos que las fincas manejadas con ovino tienen variaciones muy similares según este PCA basado en un agrupamiento FZM (90,99% de varianza acumulada para los tres primeros ejes). El resto de los tratamientos no tienen similitudes entre ellos en función de las variaciones habidas en el tiempo.

En la Tabla 5, donde se exponen las variables que más influencia tienen para el agrupamiento de los diferentes tratamientos, se comprueba que en el caso de BS(conv) influye la



**FIGURA 2.** Agrupaciones de las diferentes fincas/tratamientos según análisis de componentes principales (PCA) de las variables florísticas y edáficas estudiadas. En la leyenda se muestra la probabilidad asignada a cada grupo generado a través del análisis Fuzzy-C-means.

**FIGURE 2.** Grouping of different properties/treatments according to a principal component analysis (PCA) of the floristic and soil variables studied. The probability assigned to each group generated through Fuzzy C-means clustering is presented in the legend.

Variable respuesta	Finca	2006	2007	Variable respuesta	Finca	2006	2007
CIC (meq/100g)	VT	30,47 ± 1,03 A a	27,60 ± 0,72 A a	MOO (%)	VT	3,51 ± 1,57 A a	3,97 ± 0,17 A a
	BS(eq)	24,86 ± 1,06 A a	22,62 ± 1,05 A a		BS(eq)	2,55 ± 1,10 A b	2,76 ± 0,11 A b
	BS(ov)	12,47 ± 0,66 A b	12,21 ± 0,77 A b		BS(ov)	2,33 ± 0,19 A b	2,38 ± 0,20 A bc
	BS(sg)	14,92 ± 0,98 A b	15,00 ± 0,96 A b		BS(sg)	2,07 ± 0,16 A b	2,09 ± 0,22 A cd
	BS(conv)	19,36 ± 2,01 A b	23,63 ± 1,73 B a		BS(conv)	1,52 ± 0,17 A c	1,57 ± 0,13 A d
Ca <sup>2+</sup> (meq/100g)	VT	25,79 ± 1,02 A a	23,12 ± 0,78 A a	N (%)	VT	0,18 ± 0,00 A a	0,21 ± 0,00 B a
	BS(eq)	22,44 ± 1,22 A a	20,32 ± 1,03 A ab		BS(eq)	0,13 ± 0,00 A ab	0,13 ± 0,00 A b
	BS(ov)	7,77 ± 0,72 A c	7,37 ± 0,73 A d		BS(ov)	0,11 ± 0,00 A b	0,11 ± 0,01 A b
	BS(sg)	12,51 ± 0,94 A b	11,78 ± 0,82 A c		BS(sg)	0,10 ± 0,00 A b	0,11 ± 0,01 A b
	BS(conv)	14,25 ± 1,53 A b	16,61 ± 1,47 A b		BS(conv)	0,08 ± 0,00 A b	0,08 ± 0,01 A b
Mg <sup>2+</sup> (meq/100g)	VT	2,76 ± 0,27 A ab	2,53 ± 0,14 A c	pH	VT	8,45 ± 0,18 A a	8,40 ± 0,01 A a
	BS(eq)	1,78 ± 0,39 A b	1,48 ± 0,10 A d		BS(eq)	8,63 ± 0,02 A a	8,52 ± 0,02 B a
	BS(ov)	3,90 ± 0,21 A a	3,98 ± 0,45 A b		BS(ov)	8,45 ± 0,02 A a	8,53 ± 0,02 B a
	BS(sg)	1,70 ± 0,15 A b	2,35 ± 1,67 B c		BS(sg)	8,54 ± 0,02 A a	8,54 ± 0,02 A a
	BS(conv)	3,96 ± 0,39 A a	5,31 ± 0,39 B a		BS(conv)	8,44 ± 0,05 A a	8,56 ± 0,04 B a
Na <sup>+</sup> (meq/100g)	VT	0,23 ± 0,00 A c	0,33 ± 0,01 B a	C/N	VT	11,10 ± 0,22 A b	10,85 ± 0,39 A b
	BS(eq)	0,20 ± 0,00 A c	0,34 ± 0,00 B a		BS(eq)	11,29 ± 0,14 A ab	12,31 ± 0,19 B a
	BS(ov)	0,32 ± 0,00 A b	0,34 ± 0,01 A a		BS(ov)	12,16 ± 0,24 A a	12,61 ± 0,39 A a
	BS(sg)	0,41 ± 0,03 A a	0,35 ± 0,0 B a		BS(sg)	12,21 ± 0,30 A a	11,04 ± 0,33 B b
	BS(conv)	0,33 ± 0,00 A b	0,38 ± 0,01 B a		BS(conv)	10,68 ± 0,27 A b	10,79 ± 0,23 A b
K <sup>+</sup> (meq/100g)	VT	1,59 ± 0,11 A a	1,61 ± 0,07 A a	CE (mmhos/cm)	VT	0,16 ± 0,01 A a	0,15 ± 0,00 A ac
	BS(eq)	0,43 ± 0,03 A c	0,48 ± 0,37 A b		BS(eq)	0,12 ± 0,00 A ab	0,21 ± 0,01 B a
	BS(ov)	0,48 ± 0,04 A c	0,50 ± 0,08 A b		BS(ov)	0,10 ± 0,00 A b	0,16 ± 0,01 B ab
	BS(sg)	0,43 ± 0,08 A c	0,52 ± 0,18 A b		BS(sg)	0,10 ± 0,00 A b	0,12 ± 0,00 B bc
	BS(conv)	0,85 ± 0,16 A b	0,72 ± 0,60 A b		BS(conv)	0,10 ± 0,00 A b	0,13 ± 0,00 B bc
Carbonatos (%)	VT	37,79 ± 1,38 A b	42,46 ± 0,58 A bc	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	VT	0,74 ± 0,02 A b	0,61 ± 0,05 B a
	BS(eq)	35,53 ± 3,86 A b	37,74 ± 3,19 A c		BS(eq)	0,88 ± 0,03 A a	0,53 ± 0,03 B a
	BS(ov)	60,11 ± 2,80 A a	55,71 ± 3,48 A ab		BS(ov)	0,66 ± 0,04 A b	0,49 ± 0,02 B a
	BS(sg)	70,88 ± 2,41 A a	64,94 ± 2,85 A a		BS(sg)	0,66 ± 0,02 A b	0,48 ± 0,06 B a
	BS(conv)	30,92 ± 3,18 A b	33,87 ± 4,14 A c		BS(conv)	0,53 ± 0,01 A c	0,32 ± 0,01 B b
P (ppm)	VT	9,99 ± 1,06 A a	12,53 ± 1,63 A a				
	BS(eq)	4,21 ± 0,39 A b	3,55 ± 0,33 A b				
	BS(ov)	4,71 ± 0,89 A b	3,55 ± 0,77 A b				
	BS(sg)	4,18 ± 0,27 A b	3,42 ± 1,44 A b				
	BS(conv)	8,43 ± 1,69 A a	2,53 ± 0,35 B b				

Abreviaturas: (VT) Olivar ecológico con ganado ovino permanente. [BS(eq)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante ganado equino temporal. [BS(ov)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante ganado ovino temporal. [BS(sg)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante siega mecánica. [BS(conv)] Olivar convencional. CIC (Capacidad de intercambio catiónico). Ca (Calcio de cambio). Mg (Magnesio de cambio). Na (Sodio de cambio). K (Potasio de cambio). P (Fósforo asimilable). MOO (materia orgánica oxidable). N (Nitrógeno orgánico). C/N (relación carbono-nitrógeno). CE (Conductividad eléctrica). SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (Sulfatos extracto acuoso 1/5).

**TABLA 4.** Medias y error estándar para cada una de las variables edáficas en cada finca/tratamiento y año. Letras mayúsculas en filas se corresponden con la variación en el tiempo para cada finca. Letras minúsculas en columnas a la comparación entre medias de las fincas en ese año. Letras distintas en filas y en columnas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

variación al alza de las medias en las variables CIC, Mg<sup>2+</sup> y pH. Para BS(eq) las variables que más influyen son la relación C/N y el Na<sup>+</sup>. En el agrupamiento de las fincas VT y BS(ov) son sobre todo variables florísticas SD y Hem las que tienen el mayor peso. En menor medida influye la variación al alza en N ocurrida en VT. Para BS(sg) es el aumento de Mg<sup>2+</sup> la variable que tiene mayor incidencia a la hora de establecer esta discriminación.

## DISCUSIÓN

Los resultados indican que las parcelas con cubiertas herbáceas, con o sin tratamiento ganadero, poseen valores de riqueza específica y de diversidad vegetal mayores que el tratamiento con manejo convencional, resultados parecidos a los obtenidos por Mas y Verdú (2005) en cultivos de mandarina y comparando calles con herbicida y calles con cubierta segada. Asimismo, destacamos que estas variables tienen mayores valores medios en fincas manejadas con ganado, si

**TABLE 4.** Means and standard errors for each of the soil variables for each property/treatment and year. Capital letters in rows correspond to the variation in time for each property. Lowercase letters in columns correspond to the comparison means for each property in that year. Different letters in rows and columns indicate significant differences ( $P < 0,05$ ).

bien sería necesario un mayor tiempo de análisis para confirmar estas tendencias. Es en la composición florística donde se han producido alteraciones más notables en el tiempo estudiado, así como en la cobertura del suelo, y de manera desigual para los diferentes fincas-tratamientos.

Así en las fincas con manejo con ovino, especialmente el realizado con altas cargas en primavera, se ha observado una disminución de gramíneas anuales, un aumento de especies perennes, con morfología de crecimiento postrado, poco palatables y con arquitectura de roseta basal, a la vez que un aumento del suelo desnudo, hechos que se han visto reflejados en otros trabajos (Díaz *et al.*, 2001; Díaz *et al.*, 2007; Fernández-Rebollo, 2013; Noy-Meir, 1989). Otro efecto observado en estas dos fincas con control de cubierta mediante ganado ovino es un descenso de especies anuales. Este último hecho es probable que no se deba solamente al pastoreo, puesto que aparece también de forma significativa en la finca BS(sg), si bien en esta última lo hace

en un porcentaje mucho menor que en las de manejo con ganado ovino.

Tampoco parece ser el pastoreo la causa del descenso en la presencia de leguminosas, puesto que se produce en los tratamientos VT y BS(sg). Las leguminosas tienen una controvertida y difícil relación con el pastoreo. En la mayoría de las ocasiones no se puede predecir su comportamiento de forma clara puesto que su emergencia y desarrollo dependen de la abundancia y reparto de precipitaciones, del riesgo de heladas y de su propia estrategia reproductiva, con importantes mecanismos de latencia (Granda y Prieto, 1989; Díaz et al., 2007) y dispersión de sus semillas, como la epizocoria y la endozocoria.

En el caso del tratamiento BS(sg) el fuerte descenso en la presencia de leguminosas se fundamenta en la especie *M. minima*,

Variables	g-1 [BS(eq)]	g-2 [VT y BS(ov)]	g-3 [BS(sg)]	g-4 [BS(conv)]
S	-	-	-	-
H'	-	-	-	-
Cs(leg)	-	-	-	-
Cs(gra)	0,25	0,41	0,25	-1,00
SD	-0,71	1,73	-0,71	-0,71
Ter	-	-	-	-
Hem	-0,71	1,73	-0,71	-0,71
CIC	-0,50	-0,82	-0,50	2,00
Ca <sup>2+</sup>	-	-	-	-
Mg <sup>2+</sup>	-0,71	-1,15	1,06	1,06
Na <sup>+</sup>	0,58	-0,24	-0,87	0,58
K <sup>+</sup>	-	-	-	-
Carbonatos	-	-	-	-
P	-	-	-	-
MOO	-	-	-	-
N	-0,50	1,22	-0,50	-0,50
pH	-0,71	0,29	-0,71	1,06
C/N	2,00	-0,82	-0,50	-0,50
CE	0,25	-0,61	0,25	0,25
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-	-	-	-

Abreviaturas: (VT) Olivar ecológico con ganado ovino permanente, [BS(eq)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante ganado equino temporal, [BS(ov)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante ganado ovino temporal, [BS(sg)] Olivar ecológico con control de la cubierta mediante siega mecánica, [BS(conv)] Olivar convencional, (S) Riqueza específica, (H') Índice de diversidad de Shannon, (Cs(leg)) Contribución específica de leguminosas, (Cs(gra)) Contribución específica de gramíneas, (SD) Suelo desnudo, (Ter) Porcentaje de terófitos, (Hem) Porcentaje de bianuales o perennes, CIC (Capacidad de intercambio catiónico), Ca<sup>2+</sup> (Calcio de cambio), Mg<sup>2+</sup> (Magnesio de cambio), Na<sup>+</sup> (Sodio de cambio), K<sup>+</sup> (Potasio de cambio), P (Fósforo asimilable), MOO (materia orgánica oxidable), N (Nitrógeno orgánico), C/N (relación carbono-nitrógeno), CE (Conductividad eléctrica), SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (Sulfatos extracto acuoso 1/5).

**TABLA 5. Valores resultantes del análisis de fidelidad de variables florísticas y edáficas aplicado sobre la matriz de datos de variación en el tiempo. Los grupos fueron previamente establecidos mediante análisis fuzzy c-means (FCM) siendo el más idóneo el que establecía cuatro grupos. Para este cálculo se han tenido en cuenta las letras mayúsculas en filas de las Tablas 2 y 4. Los valores de las variables han sido transformados a datos categóricos, de tal forma que si los cambios en el año de medición eran significativos al alza se le asigna el valor de (+1), si eran significativos a la baja el valor de (-1), y el valor (0) si no hay cambios significativos en la variable.**

**TABLE 5. Values resulting from the analysis of fidelity of the floristic and soil variables applied to the data matrix of changes over time. The four groups were previously established by fuzzy c-means (FCM) analysis. The calculation considers the capital letters in rows of tables 2 and 4. The values of the variables were transformed to categorical data: significant increases with time (+1), decreases (-1), and no significant changes (0).**

que ejercía como dominante en la cubierta vegetal al inicio de la toma de datos, siendo sustituida al segundo año por *Trachynia distachya*. Esta gramínea es un taxon característico del orden *Trachynietalia dystachiae*, sintaxon que engloba los pastos terofíticos pioneros sobre materiales carbonatados (Ríos y Salvador, 2009). En el período de toma de datos no se llega a ver un descenso acusado de los nutrientes del suelo, pero se puede apreciar una tendencia marcada por el descenso significativo del sodio y los sulfatos, así como de la relación C/N. Este cambio de leguminosas por gramíneas con autoecología propia de suelos con nulo o incipiente pastoreo pudiera deberse a esta ausencia de pastoreo durante varios años consecutivos previa a la toma de datos y, por consiguiente, tener relación con el cambio producido en algunos de los nutrientes del suelo.

Al no haberse producido entradas de ganado en BS(sg) las especies dominantes asociadas al pastoreo desaparecen, dejando paso a otras especies características de niveles sintaxonómicos superiores (orden y alianza) y de autoecologías propias de zonas de poco o nulo pastoreo, y a menudo con menor palatabilidad. Este hecho ya fue denunciado por Izco (1973) en su esquema sobre la dinámica de pastos terofíticos mediterráneos.

Por otra parte, en las parcelas VT y BS(eq) las especies que protagonizan la subida del porcentaje de gramíneas en el segundo año de toma de datos son principalmente dos anuales propias de ambientes subnitrofilos por acción antropozógena: *Bromus diandrus*, característica del orden *Thero-Brometalia* y *Hordeum murinum* subsp. *leporinum*, propia de la alianza *Hordeion leporini* (García-Fuentes y Cano, 1998). Al mismo tiempo que se producen estos cambios en la composición florística que evidencian un aumento en nutrientes en el suelo, se produce un enriquecimiento significativo en nitrógeno orgánico para VT y un aumento en sodio de cambio para VT y BS(eq). Podemos en tal caso interpretar igualmente que este aumento de gramíneas obedece a la dinámica sucesional de comunidades, en este caso hacia formaciones vegetales con mayores apetencias por suelos eutrofizados debido a la acción del ganado; en el caso del tratamiento con ovino permanente por pastoreo continuado y en el caso del pastoreo con equino por un aumento inicial de la nitrificación.

Muy diferente es el comportamiento de las gramíneas en la finca pastoreada con altas cargas de ovino mediante entradas intermitentes (Bs(ov)). En esta finca se produce una pérdida importante de gramíneas terofíticas destacando de nuevo *Bromus diandrus*. Este hecho se une a un aumento significativo del suelo desnudo, una entrada importante de especies perennes con arquitectura en roseta, y un mantenimiento del nivel de leguminosas. Estos cambios podrían deberse a diversas razones, entre las que estarían la intrusión de especies perennes desde zonas alejadas de monte transportadas por el ganado y la fuerte presión de pastoreo. Esta

finca se encuentra localizada en los pies de una ladera de monte y colindando con la vegetación natural de bosque mediterráneo. Esta mancha de vegetación vecina aporta un flujo importante de semillas de especies perennes que tienden a colonizar rápidamente las zonas aleatorias de olivar (Bochet *et al.*, 2007; Novák y Prach, 2003). Estas especies tienen una importante capacidad para generar bancos de semillas persistentes a corto plazo y una alta tasa de germinación en estos ecosistemas pastoreados (Reiné, 1998). Tal es el caso de *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris*, algunas leguminosas hemipterofíticas: *Medicago sativa*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *maura*, o gramíneas cespitosas, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, y sobre todo las plantagináceas *Plantago lanceolata* y *P. sempervirens*. Asimismo, al utilizar en esta finca cargas ganaderas instantáneas elevadas en cortos periodos de tiempo, se pudo haber favorecido el descenso de las gramíneas anuales, presentando dificultad de crecimiento tras la intensa defoliación, disminuyendo su capacidad fotosintética, superficie de transpiración y actividad radicular (Fahnestock y Detling, 2000). Todo ello conlleva a una notable reducción en la producción de semillas y a un aumento en la mortalidad.

En cuanto al comportamiento de las leguminosas anuales en esta finca, la especie que domina en el conjunto de leguminosas y que a lo largo del periodo de estudio eleva su porcentaje de presencia es *M. minima*. Esta especie tiene una producción de legumbres de pequeño tamaño y con espiras compactas y espinescentes adaptadas a este tipo de dispersión epizoócora. El ganado ovino ha podido transportar en su pelo legumbres de *M. minima* de fincas aleatorias en las diferentes entradas que ha realizado durante la duración de la toma de datos, pudiendo incidir en el mantenimiento del banco de semillas de leguminosas, fenómenos ya reconocidos por otros autores en sus diferentes trabajos sobre leguminosas y ganado ovino (Grime 1979; Shmida y Ellner 1983; Fischer *et al.*, 1996; Couvreur *et al.*, 2004; Freund *et al.*, 2014; Ramos *et al.*, 2015). Asimismo, este tipo de legumbres de pequeño tamaño, redondas y compactas resisten mejor el paso por el tracto digestivo del ganado ovino (Thomson *et al.*, 1990; Pakeman *et al.*, 2002), frente a otras especies con semillas de mayor tamaño y con menor dureza seminal. Por tanto, también se pudo enriquecer el banco de semillas con esta especie al consumir el ganado ovino legumbres de fincas aleatorias.

Por otra parte, las fincas que usaron ovino para el control de la cubierta vegetal, ya sea de forma permanente o temporal, parecen tener comportamientos similares según el análisis PCA (Figura 2), destacando el hecho del aumento del suelo desnudo y la presencia de hemipterofitos. En la finca de ovino temporal (BS(ov)) es muy llamativo que en el escaso tiempo transcurrido se produzca una pérdida de cubierta vegetal tan considerable. En trabajos similares como el de Ramos *et al.* (2010) no se encuentran diferencias significativas a lo largo del tiempo estudiado entre los tratamientos al analizar la cobertura

de suelo y el pastoreo en fincas de almendros. Sin embargo, en el trabajo de Ferrer *et al.* (1997) se concluye que el efecto del pastoreo en pastos arbolados tiende a aumentar significativamente el suelo desnudo, disminuyendo la cobertura de las gramíneas. Estos dos cambios se dan simultáneamente en el tratamiento con ovino temporal.

No obstante, el notable descenso de la cobertura de suelo en los tratamientos con ovino no es todavía preocupante si se mantienen los porcentajes de cobertura del segundo año, ya que según los datos de Belmonte *et al.* (1999), para ejercer de freno ante la erosión son suficientes valores de cobertura de suelo superiores al 60-65%. Asimismo, según estos mismos autores, el aumento paulatino de las especies perennes y la compactación del suelo son factores que influyen en que se produzca una menor erosión.

## CONCLUSIONES

En el periodo de estudio se producen variaciones a nivel florístico y en cobertura de suelo desnudo de manera diferente según las fincas-tratamientos. El manejo de cubierta en olivar ecológico con ganado equino presenta los mayores valores de diversidad y riqueza florística, y no aumenta significativamente la superficie de suelo desnudo. En aquellos tratamientos con altas cargas de ovino se produce un aumento de las especies perennes con roseta basal, elevándose en ambos casos el porcentaje de suelo desnudo, si bien, en el tratamiento de ovino permanente se producen los mayores valores pastorales y las menores coberturas de suelo desnudo. En el tratamiento donde se maneja la cubierta con siega se dan buenos datos de diversidad florística y una alta presencia de terófitos.

Los cambios en los parámetros edáficos en los diferentes tratamientos a lo largo del tiempo no parecen ser destacables. A la finalización de la toma de datos, la finca con control de cubierta con ovino permanente presentó los mayores valores de nitrógeno, fósforo y potasio, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico; este último parámetro es también muy alto en la finca manejada con equino y en el olivar convencional.

Según los análisis multivariantes, los tratamientos de control de cubierta vegetal con altas cargas de ovino parecen tener comportamientos similares en cuanto al aumento de perennes y suelo desnudo. No se producen otros agrupamientos para el resto de los tratamientos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. Jose María Pacios, D. Marcos Hita del Cid y D. Manuel Núñez su colaboración en todo momento para la realización del trabajo. Asimismo, agradecemos a los revisores anónimos de la revista Pastos sus sugerencias y aportaciones

que, sin duda, han mejorado y ayudado a la elaboración final de este artículo. Este trabajo fue financiado por un proyecto del Plan Propio de la Universidad de Jaén (Vicerrectorado de Investigación).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ S., SORIANO M.A. Y GÓMEZ J.A. (2007a) Evaluación del estado del suelo en olivares ecológicos de montaña en Sierra Morena. En: VVAA (Eds.). *Actas de las VIII Jornadas de Investigación de la zona no saturada del suelo*, Vol. VIII. Córdoba, España. Disponible en: <[http://www.zonanosaturada.com/publics/ZNS07/area\\_3/02.pdf](http://www.zonanosaturada.com/publics/ZNS07/area_3/02.pdf)>.
- ÁLVAREZ S., SORIANO M.A., LANDA B.B. Y GÓMEZ J.A. (2007b) Soil properties in organic olive groves compared with that in natural areas in a mountainous landscape in southern Spain. *Soil Use and Management*, 23(4), 404-416.
- BARRANTES O., REINÉ R., ASCASO J., MENDOZA A., BROCA A. Y FERRER C. (2004) Pastos arbustivos y pastizales del tipo lasto-timo-aliagar de la Depresión del Ebro en la provincia de Huesca. Tipificación, cartografía y valoración. En: García Criado B. et al. (Eds.) *Pastos y ganadería extensiva*, pp 601-611. Salamanca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- BELMONTE SERRATO F., ROMERO DÍAZ A., LÓPEZ BERMÚDEZ F. Y HERNÁNDEZ LAGUNA E. (1999) Óptimo de cobertura vegetal en relación a las pérdidas de suelo por erosión hídrica y las pérdidas de lluvia por interceptación. *Papeles de Geografía*, 30, 5-15.
- BLANCA G., CABEZUDO B., CUETO M., SALAZAR C. Y MORALES TORRES C. (eds.) (2011) *Flora Vascular de Andalucía Oriental*. Granada, España: Universidades de Almería, Granada, Jaén y Málaga.
- BOCHET E., GARCÍA-FAYOS P. Y TORMO J. (2007) Roadside revegetation in semiarid Mediterranean environments. Part I: Seed dispersal and spontaneous colonization. *Restoration Ecology*, 15, 88-96.
- BRAUN-BLANQUET J. (1979) *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid, España: Editorial Blume.
- CACERES M. DE, FONT X., GARCIA R. & OLIVA F. (2003) VEGANA, un paquete de programas para la gestión y análisis de datos ecológicos. En: Actas del VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre (eds A.E.E.T.), p 1484. Barcelona, España: A.E.E.T. Disponible en : <http://biodiver.bio.ub.es/ginkgo/Ginkgo.htm>
- CASTRO G., GÓMEZ, J.A. Y FERERES, E. (2006) Determinación de la fecha de siega de la cubierta protectora en el olivar. *Vida Rural*, 228, 36-48.
- CASTRO J., FERNÁNDEZ-ONDOÑO E., RODRÍGUEZ C., LALLENA A.M., SIERRA M. Y AGUILAR J. (2008) Effects of different olive-grove management systems on the organic carbon and nitrogen content of the soil in Jaén (Spain). *Soil & Tillage Research*, 98, 56-67.
- CHYTRÝ M., TICHÝ L., JASON H. Y BOTTA-DUKÁT Z. (2002) Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 13, 79-90.
- COUVREUR M., VANDENBERGHE B., VERHEYEN K. Y HERMY M. (2004) An experimental assessment of seed adhesivity on animal furs. *Seed Science Research* 14, 147-159.
- DAGET P. Y POISSONET J. (1972) Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages*, 49, 31-39.
- DÍAZ S., LAVOREL S., MCINTYRE S., FALCZUK V., CASANOVES F., MILCHUNAS D.G., SKARPE C., RUSCH G., STERNBERG M., NOY-MEIR I., LANDSBERG J., ZHANG W., CLARK H. Y CAMPBELL B.D. (2007) Plant trait responses to grazing – a global synthesis. *Global Change Biology*, 13, 313-341.
- DÍAZ S., NOY-MEIR I. Y CABIDO M. (2001) Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology*, 38, 497-508.
- FAHNESTOCK J.T. Y DETLING J.K. (2000) Morphological and physiological responses of perennial grasses to long-term grazing in the Pryor Mountains, Montana. *American Midland Naturalist*, 143, 312-320.
- FERNÁNDEZ REBOLLO P. (2013). Contribución de la ganadería extensiva al mantenimiento de las funciones de los ecosistemas. En: Montero González G., Guijarro Guzmán M. et al. (Eds.), *Actas 6º Congreso Forestal Español CD-Rom*. 6CFE02-010, pp 1-24. Pontevedra, España: Sociedad Española de Ciencias Forestales. Disponible en: <http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/article/view/11013/10912>
- FERRER V., FERRER C., BROCA A. Y MAESTRO M. (1997) Cambios producidos por el ganado en la vegetación de pastos arbolados mediterráneos de Navarra. *Pastos*, 27(1), 87-115.
- FISCHER S.F., POSCHLOD P. Y BEINLICH B. (1996) Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 33(5), 1206-1222.
- FRANCIA-MARTÍNEZ J.R., DURÁN-ZUAZO V.H. Y MARTÍNEZ-RAYA A. (2006) Environmental impact from mountainous olive orchards under different soil-management systems (SE Spain). *Science of the Total Environment*, 358, 46-60.
- FREUND L., EICHBERG C., RETTA I. Y SCHWABE A. (2014) Seed addition via epizoochorous dispersal in restoration: an experimental approach mimicking the colonization of bare soil patches. *Applied Vegetation Science*, 17, 74-85.
- GARCÍA-FUENTES A. Y CANO E. (1998) Estudio de la flora en el alto valle del Guadalquivir (Jaén). *Monograf. Jard. Bot. Córdoba*, 7, 1-100. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/187852.pdf>
- GARCÍA-FUENTES A., TORRES J.A. Y VALENZUELA L. (2008) Aprovechamiento con ganado de la cubierta vegetal del

- olivar ecológico: estudios de diversidad florística y parámetros edáficos. En: Fernández Rebollo P. et al. *Pastos, clave en la gestión de los territorios: Integrando disciplinas*, pp. 137-142. Córdoba, España: Consejería Agricultura y Pesca (Junta de Andalucía).
- GARCÍA-FUENTES A., VALENZUELA L. Y TORRES J.A. (2007) Características de la cubierta vegetal en olivar ecológico mantenida mediante pastoreo. En: Mansilla Martínez J. et al. (Eds.) *La Malherbología en los nuevos sistemas de producción agraria*, pp. 275-280. Albacete, España: UCLM y SEMh.
- GARCÍA MORENO A.M., CARBONERO MUÑOZ M.D., LEAL MURILLO J.R., MORENO ELCURE F. Y FERNÁNDEZ REBOLLO P. (2013) Efecto de la intensidad del pastoreo en la vejería, sincronía y producción de bellota de la encina en la dehesa. En: Sociedad Española de Ciencias Forestales. *Montes: servicios y desarrollo rural*, 12 pp. Vitoria-Gasteiz, España: Sociedad Española de Ciencias Forestales. Disponible en: [www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-125.pdf](http://www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-125.pdf)
- GÓMEZ J.A., ÁLVAREZ S. Y SORIANO M.A. (2009a) Development of a soil degradation assessment tool for organic olive groves in southern Spain. *Catena*, 79, 9-17.
- GÓMEZ J.A., SOBRINHO T.A., GIRÁLDEZ J.V. Y FERERES E. (2009b) Soil-management effects on runoff, erosion and soil properties in an olive grove of Southern Spain. *Soil and Tillage Research*, 102, 5-13.
- GÓMEZ-MUÑOZ B., HATCH D.J., BOL R. Y GARCÍA-RUIZ R. (2014) Nutrient dynamics during decomposition of the residues from a sown legume or ruderal plant cover in an olive oil orchard. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 184, 115-123.
- GRANDA M.L. Y PRIETO P.M. (1989) Contribución de prateses anuales en la explotación de pastos naturales de la dehesa extremeña. En: SEEP (Ed.) *II Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, pp 213-220. Badajoz-Elvás, España-Portugal: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos y Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens.
- GRIME J.P. (1979) *Plant Strategies and Vegetation Processes*. New York, EE.UU.: John Wiley & Sons.
- GUZMÁN G.I. Y FORASTER, L. (2012) El manejo del suelo y las cubiertas vegetales en el olivar ecológico. En: Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía (Ed.) *El olivar ecológico*, pp 45-88. Sevilla, España: Servicio de Publicaciones y Divulgación de la Consejería de Agricultura y Pesca, Mundi-Prensa.
- IZCO J. (1973) Aspectos dinámicos sobre los pastizales xerofíticos mediterráneos de la provincia de Madrid. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles*, 30, 215-223.
- MACHADO R. Y MILERA M. (2009) Diversity and quantity of the flora in a disturbed and rationally grazed pastureland. *Pastos y Forrajes*, 32(3), 1-12.
- MAS M.T. Y VERDÚ A.M.C. (2005) Biodiversidad de la flora arvense en cultivos de mandarina según el manejo del suelo en las interfilas. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31, 231-241.
- MILGROOM J., SORIANO M.A., GARRIDO J.M., GÓMEZ J.A. Y FERERES CASTIEL E. (2006) *Erosión en olivar ecológico. Manual de campo. Diagnóstico y recomendaciones*. Sevilla, España: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- NIETO O.M., CASTRO J., GUZMÁN G., FORASTER L. Y FERNÁNDEZ-ONDOÑO E. (2011) Ensayos con cubiertas vegetales y sistemas de manejo de suelo para la mejora del olivar. *Vida Rural*, 324, 36-40.
- NOVÁK J. Y PRACH K. (2003) Vegetation succession in basalt quarries: Pattern on a landscape scale. *Applied Vegetation Science*, 6, 111-116.
- NOY-MEIR I., GUTMAN M. Y KAPLAN Y. (1989) Responses of mediterranean grassland plants to grazing and protection. *Journal of Ecology*, 77, 290-310.
- PAJARÓN SOTOMAYOR M. (2007) *El olivar ecológico. Aprender a observar el olivar y comprender sus procesos vivos para cuidarlo*. Navarra, España: La fertilidad de la Tierra.
- PAKEMAN R.J., DIGNEFFE G. Y SMALL J.L. 2002. Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology*, 16, 296-304.
- PASTOR M. (2006) Efecto de las cubiertas vegetales en el contenido de agua del suelo. *Vida Rural*, 228, 1-9.
- RAMOS FONT M.E., GONZÁLEZ REBOLLAR J.L. Y ROBLES CRUZ A.B. (2015) Dispersión endozoócora de leguminosas silvestres: desde la recuperación hasta el establecimiento en campo. *Ecosistemas*, 24(3), 14-21.
- RAMOS FONT M.E., ROBLES CRUZ A.B. Y GONZÁLEZ REBOLLAR J.L. (2010) Efectos del manejo del suelo en la producción y composición botánica de los pastos de una "dehesa de almendros" en el sudeste ibérico. *Pastos*, 40(2), 157-173.
- REINÉ VIÑALES R.J. (1998) *El banco de semillas del suelo en comunidades pratenses de montaña, con distintos regímenes de gestión agrícola*. Tesis doctoral. Lérida, España: Universitat de Lleida.
- RÍOS S. Y SALVADOR F. (2009). 6220 Pastizales xerofíticos mediterráneos de vivaces y anuales. En: VV.AA. (Eds.) *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*, pp 1-88. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Disponible en: [http://www.jolube.es/Habitat\\_Espana/documentos/6220.pdf](http://www.jolube.es/Habitat_Espana/documentos/6220.pdf)
- SAAVEDRA M. Y PASTOR M. (2002) *Sistemas de cultivo en olivar. Manejo de malas hierbas y herbicidas*. Madrid, España: Agrícola Española. S.A.
- SÁNCHEZ S., SAAVEDRA M. Y ALCÁNTARA C. (2004) Siega mecánica y capacidad de rebrote de cubiertas de crucíferas en el olivar. *Phytoma España*, 155, 14.
- SÁNCHEZ ESCUDERO J. (2004) La biodiversidad: un componente clave para la sostenibilidad de los agroecosistemas. En: Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (Eds.) *Manual de Olivicultura Ecológica*, pp. 73-92. Córdoba, España: Universidad de Córdoba.

- SHANNON C.E. Y WEAVER W. (1981) *Teoría matemática de la comunicación*. Madrid, España: Forja.
- SHMIDA A. Y ELLNER S. (1983) Seed dispersal on pastoral grazers in open Mediterranean chaparral, Israel. *Israel Journal of Botany*, 32(3), 147-159.
- THOMSON E.F., RIHAWI S., COCKS P.S., OSMAN A.E. Y RUSSI, L. (1990) Recovery and germination rates of seeds of Mediterranean medics and clovers offered to sheep at a single meal or continuously. *Journal of Agricultural Science*, 114, 295-299.
- VALLE F. ET AL. (2004) *Modelos de restauración Forestal*. Volumen I. Datos Botánicos Aplicados a la Gestión del Medio Natural Andaluz I. Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía). Sevilla.

Especie	Is	Especie	Is
<i>Aegilops geniculata</i>	1	<i>Linum tenue</i>	0
<i>Aegilops triuncialis</i>	1	<i>Lolium rigidum</i>	3
<i>Anacyclus clavatus</i>	1	<i>Medicago doliata</i>	3
<i>Anarrhinum bellidifolium</i>	0	<i>Medicago minima</i>	3
<i>Anthyllis vulneraria subsp. maura</i>	4	<i>Medicago orbicularis</i>	4
<i>Asparagus acutifolius</i>	0	<i>Medicago polymorpha</i>	4
<i>Avena barbata subsp. barbata</i>	2	<i>Medicago rigidula</i>	2
<i>Avena sterilis</i>	2	<i>Medicago sativa</i>	5
<i>Bellis perennis</i>	0	<i>Medicago truncatula</i>	3
<i>Bituminaria bituminosa</i>	0	<i>Micropyrum tenellum var. aristatum</i>	1
<i>Bromus diandrus</i>	2	<i>Minuartia hybrida</i>	0
<i>Bromus madritensis subsp. madritensis</i>	3	<i>Parentucellia latifolia</i>	0
<i>Bromus sterilis</i>	1	<i>Plantago lanceolata</i>	0
<i>Calendula arvensis</i>	1	<i>Plantago sempervirens</i>	0
<i>Carduus pycnocephalus</i>	0	<i>Polygala monspeliaca</i>	0
<i>Cerastium glomeratum</i>	0	<i>Reseda lutea</i>	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	<i>Rhagadiolus stellatus</i>	0
<i>Coronilla scorpioides</i>	2	<i>Rumex pulcher subsp. woodsii</i>	1
<i>Crepis vesicaria</i>	0	<i>Scandix pecten-veneris</i>	0
<i>Cynodon dactylon</i>	3	<i>Scorpiurus muricatus</i>	3
<i>Dactylis glomerata subsp. hispanica</i>	2	<i>Senecio vulgaris</i>	0
<i>Daucus carota</i>	0	<i>Sherardia arvensis</i>	0
<i>Echinaria capitata</i>	1	<i>Silene vulgaris</i>	2
<i>Euphorbia serrata</i>	0	<i>Taraxacum obovatum</i>	1
<i>Filago lutescens</i>	0	<i>Torilis arvensis subsp. neglecta</i>	0
<i>Galium tricorutum</i>	0	<i>Trachynia distachya</i>	1
<i>Geranium dissectum</i>	0	<i>Trifolium hirtum</i>	2
<i>Hippocrepis ciliata</i>	2	<i>Trifolium stellatum</i>	2
<i>Hirschfeldia incana</i>	0	<i>Trifolium tomentosum</i>	3
<i>Hordeum murinum subsp. leporinum</i>	3	<i>Vaccaria hispanica</i>	0
<i>Lagoecia cuminoides</i>	0	<i>Valerianella coronata</i>	0
<i>Lathyrus cicera</i>	3	<i>Vicia benghalensis</i>	3
<i>Leontodon longirrostris</i>	1	<i>Vicia lutea subsp. lutea</i>	3
<i>Leontodon saxatilis</i>	1	<i>Vulpia unilateralis</i>	1
<i>Linum strictum</i>	0		

**ANEXO 1.** Valores del índice de calidad forrajera (Is) tenidos en cuenta para el cálculo del valor pastoral (Vp).

**APENDIX 1.** Forage quality index (Is) values used for calculating the pastoral value (Vp).