

Producción de los pastos en la dehesa y su relación con la precipitación y el suelo

Pasture productivity in dehesas and its relationship with rainfall and soil

F. GONZÁLEZ¹ / S. SCHNABEL² / P. M. PRIETO¹ /
M. PULIDO-FERNÁNDEZ² / J. GRAGERA-FACUNDO¹

¹Centro de Investigación La Orden-Valdesequera, Finca La Orden, 06187 Guadajira, Badajoz. francisco.gonzalezlopez@juntaextremadura.net

²Área de Geografía Física. Universidad de Extremadura, Avda. de la Universidad 10071, Cáceres. schnabel@unex.es

Resumen: El presente trabajo analiza la relación entre la producción de los pastos y las condiciones pluviométricas y edáficas. Los trabajos se llevaron a cabo en 10 fincas de la dehesa Extremeña. La producción del pasto se determinó durante 3 años mediante el método de las jaulas de exclusión. Los resultados muestran una gran variabilidad en la producción de los pastos naturales, oscilando los valores medios anuales entre 200 y 5372 kg ha⁻¹, diferencias que están relacionadas con la variabilidad de las precipitaciones y determinadas propiedades edáficas. La precipitación anual y la suma de las registradas en otoño-invierno y las precipitaciones estacionales de invierno y primavera resultaron positivamente correlacionadas con la materia seca de pasto total y de primavera. Las correlaciones entre materia seca total, materia seca de pastos de otoño e invierno y materia seca de primavera, y determinadas propiedades edáficas, como por ejemplo los contenidos en nitrógeno total, fósforo y potasio, resultaron también altamente significativas.

Palabras clave: Producción estacional, nutrientes, propiedades edáficas, fertilización.

Abstract: The present study analyzes the relationship between pasture production and rainfall and soil properties. Research was carried out in 10 farms of *dehesa* in Extremadura. Pasture production was determined during three years using enclosure cages. The results show high diversity of pasture production, ranging between 200 y 5372 kg ha⁻¹ per year, related with rainfall variations and as well as with soil properties. Dry matter of pasture, both the annual total and that of spring, were significantly, positively related with the annual rainfall, the autumn-winter and the winter-spring precipitation. Regarding soil properties, significant relationships were found between nutrients such as total nitrogen, available phosphorus and potassium and total pasture production, as well as with seasonal pasture production, particularly with that of autumn.

Key words: Seasonal production, nutrients, soil properties, fertilization.

INTRODUCCIÓN

La dehesa destaca, entre otros muchos aspectos, por ser uno de los sistemas agrosilvopastorales de alto valor natural de mayor extensión en la Unión Europea, alcanzando una superficie superior a los 6 millones de hectáreas en el conjunto de la Península Ibérica, incluyendo tanto las áreas de dehesa arbolada como los pastizales (Gea-Izquierdo *et al.*, 2006).

El origen de la dehesa se remonta a tiempos prehistóricos (López Saéz *et al.*, 2007) en los que el ser humano empezó a aclarar el bosque primitivo mediterráneo de encinas (*Quercus ilex* ssp. *ballota*) y alcornoques (*Quercus suber*) para un triple aprovechamiento: agrícola, ganadero y forestal. Sin embargo, este aclarado no ha sido regular ni en el tiempo ni en el espacio, lo cual ha generado mosaicos compuestos por pastizales y dehesas con diferentes densidades arbóreas (Blanco *et al.*, 1997).

En la actualidad, este sistema agrario se explota económicamente en fincas de gran tamaño (>100 ha), la mayoría de ellas de propiedad privada y dedicadas a la gana-

dería extensiva de especies como ovejas, cerdos, vacas y cabras, en distintas combinaciones, que aprovechan sus pastos naturales (Plieninger *et al.*, 2004). Las formaciones vegetales más características de la dehesa están compuestas por árboles, como encinas y alcornoques, un estrato herbáceo de pastos terófitos ricos en gramíneas, leguminosas y compuestas, y ocasionalmente un estrato arbustivo con especies como *Retama sphaerocarpa*, *Lavandula stoechas*, *Cytisus scoparius* o *Cistus ladanifer*, entre otras.

La productividad de los pastos en la dehesa está muy ligada a la pluviometría. La precipitación media anual en las áreas de dehesa oscila típicamente entre los 450 y 700 mm, repartiéndose entre los meses de otoño, invierno y primavera. La variabilidad pluviométrica provoca fuertes diferencias estacionales y anuales en la producción de pastos y hace que, generalmente, la producción más elevada de pastos naturales ocurra en primavera (Espejo y Martín, 1987).

Los pastos de la dehesa se asientan sobre suelos de escasa aptitud agrícola, desarrollados sobre rocas ácidas en su mayoría, caracterizados por ser poco profundos, ácidos y con un contenido bajo de materia orgánica (Schnabel *et al.*, 2006). Esto se traduce en producciones medias de pastos naturales de 2390 kg MS ha⁻¹año⁻¹, aunque con grandes oscilaciones condicionadas por factores edafoclimáticos y con valores sensiblemente más altos en majadales, pastoreados de forma continua por el ganado, y en pastos mejorados mediante siembra y fertilización fosfórica (González *et al.*, 2007). El fósforo es uno de los factores más limitantes sobre la productividad de los pastos, que llegan a incrementar su producción en más de un 50% mediante fertilización fosfórica (Olea *et al.*, 2005). La fertilización fosfórica incrementa más la producción de biomasa que la potásica (Jiménez y Martínez, 1984) y produce un pasto más rico en leguminosas que la nitrogenada (Nesic *et al.*, 2006), lo que refleja la importancia prioritaria de este nutriente (Santamaría *et al.*, 2009). La concentración en el suelo de otros elementos químicos como el calcio o el magnesio, también influye de modo importante en la producción de pastos de la dehesa.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, en este trabajo se aportan nuevos datos y más conocimientos sobre las relaciones existentes entre la productividad de los pastos y la precipitación y las propiedades edáficas en las áreas de pastoreo de Extremadura.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo fue llevado a cabo en 21 cercados o enclaves localizados dentro de 10 explotaciones ganaderas de gestión privada, con una altitud entre 299 y 695 m sobre el nivel del mar, distribuidas por Extremadura. Las explotaciones fueron elegidas entre 54 que participaron en un proyecto de investigación anterior (Espejo *et al.*, 2006). Estas fincas de dehesa representan las tipologías dominantes de las áreas de pastoreo que hay en la región. Su extensión oscila entre 125 y 1024 ha, todas ellas se aprovechan en régimen extensivo con ganado ovino, porcino o bovino, en un sistema de cercados que compartimentan la explotación para facilitar y abaratar el manejo. Su carga ganadera

va desde 0,19 UGM ha⁻¹ a 15,79 UGM ha⁻¹, reflejando diferentes grados de intensidad de pastoreo en los distintos enclaves. Los suelos de los enclaves son en su mayoría Lep- tosoles y Cambisoles desarrollados sobre pizarras y presentan un relieve ondulado. La precipitación anual de los observatorios meteorológicos oficiales más próximos a cada una de ellas fluctúa entre los 505 y los 732 mm, la temperatura media anual entre 15 y 17 °C, variando el clima entre condiciones semiáridas y subhúmedas secas.

La productividad de los pastos se midió colocando en cada enclave 4 jaulas de exclusión de 1 m² de superficie, donde el ganado no tenía acceso al pasto. Las jaulas se emplazaron a media ladera, evitando vaguadas y cimas, sobre espacios abiertos alejados de la copa de los árboles y de los arbustos y con una elevación y pendiente igual entre ellas cuatro, siguiendo el método de muestreo propuesto por Carter (1962).

El pasto crecido en el interior de las jaulas se segó al final del invierno (principio de marzo) y al final de la primavera (final de mayo), durante los 3 años hidrológicos estudiados: 2008-09, 2009-10 y 2010-11. El pasto segado se recogió para determinar la producción de materia seca en cada corte, tras un proceso de secado a 105°C durante cuarenta y ocho horas y posterior pesado de las muestras. Los valores usados en los análisis de datos fueron las medias de las 4 jaulas de cada enclave y año hidrológico.

Los datos de precipitación se obtuvieron en algunos casos con pluviómetros situados dentro de las 10 explotaciones, tomándose en otros, de los observatorios meteorológicos oficiales más cercanos. Se consideraron los valores de precipitación del periodo de estudio registrados cada estación del año (excepto el verano) por separado, la suma de las precipitaciones registradas en otoño e invierno y la suma de las precipitaciones registradas en otoño, invierno y primavera. Se obtuvo un único dato, de cada uno de los valores considerados por cada explotación, común a todos sus enclaves, y año hidrológico.

Junto a cada una de las 4 jaulas de exclusión de cada uno de los 21 enclaves se recogió al menos una muestra de la capa superficial, primeros 5 cm del suelo, de modo que en cada enclave todas las muestras se recogieron bajo condiciones topográficas prácticamente iguales. De este modo se obtuvieron las muestras de suelo sobre las que se determinó granulometría y textura según la metodología Soil Survey Laboratory Methods (2004), el pH, los contenidos en Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺ y la capacidad de intercambio catiónico según los métodos propuestos por el MAPA (1986), el nitrógeno total (Dumas, 1831), el fósforo asimilable (Olsen *et al.*, 1954) y la materia orgánica (Walkley y Black, 1934). Los valores considerados en los análisis de datos fueron las medias de cada enclave.

Con los valores de producción de materia seca de los 21 enclaves y los datos de precipitación de las 10 explotaciones obtenidos en los 3 años hidrológicos estudiados se obtuvieron los estadísticos descriptivos básicos: media, desviación estándar y coeficiente de variación globales y media de cada año hidrológico por separado. Además se realizó el estudio de la correlación entre los valores de producción y los datos de precipitación, calculando la “r” de Pearson y su nivel de significación. Por último a partir de las medias de producción de los 3 años estudiados en cada uno de los 21 enclaves

y los 21 valores de cada una de las propiedades edáficas medidas también se realizó el estudio de la correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media global de la producción de materia seca anual fue de 2031 kg ha⁻¹ (tabla 1). La media de la producción de materia seca anual del año hidrológico más seco, 2008-09, fue de 997 kg ha⁻¹, mucho menor que la observada en 2009-10 y 2010-11 que resultaron bastante más húmedos. La media global de la producción media de materia seca de primavera (1306 kg ha⁻¹) fue sensiblemente mayor que la de otoño-invierno (725 kg ha⁻¹), de acuerdo con Espejo y Martín (1987). Las medidas de la dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación) de los datos globales, que reflejan la variabilidad espacial y temporal detectada en el estudio, muestran que la producción de materia seca de otoño-invierno es mucho más variable que la producción de materia seca de primavera.

Tabla 1. Precipitación media (mm) de las 10 fincas y producción de materia seca media (kg MS ha⁻¹) de los 21 enclaves para cada año, así como la media, desviación estándar y coeficiente de variación globales del periodo de estudio (ot-otoño, in-invierno, pr-primavera).

	2008	2009	2010	Periodo 2008-10	Desviación estándar	Coficiente de variación
Materia seca año	996,8	2595,9	2500,4	2031,0	654,4	32,4
Materia seca ot-in	494,6	646,7	1034,9	725,4	458,6	63,0
Materia seca pr	502,2	1949,2	1465,5	1305,6	349,9	26,8
Precipitación-ot	107,7	94,0	140,2	114,0	20,4	17,9
Precipitación-in	168,8	499,7	318,3	328,9	72,5	22,0
Precipitación-pr	68,3	200,8	226,3	165,1	34,4	20,8
Precipitación ot+in	276,6	593,7	458,5	442,9	77,4	17,5
Precipitación ot+in+pr	344,9	794,4	684,8	608,0	104,0	17,1

Las precipitaciones registradas durante el periodo de estudio (tabla 1) mostraron que el año hidrológico 2008-09 fue seco, especialmente en primavera, mientras los otros dos fueron húmedos, con abundante precipitación tanto en invierno como en primavera.

El estudio de la correlación entre los datos de producción de materia seca anual y los de precipitación permitió detectar que tanto la producción de materia seca anual como la producción de materia seca de primavera estaban significativa y positivamente correlacionadas con la precipitación registrada en invierno, con la registrada en primavera, con la suma de la registrada en ambas estaciones y con la suma de la registrada en otoño, invierno y primavera (tabla 2). Contrariamente no se detectó ningún tipo de relación entre la producción de materia seca de otoño-invierno y las precipitaciones.

Por otra parte, las producciones de materia seca de primavera y otoño-invierno están muy relacionadas con la producción anual, sin embargo, no existe correlación entre la producción de otoño-invierno y la de primavera.

Tabla 2. Matriz de correlación (coeficiente r de Pearson) entre la producción (MS) y la pluviometría (Pp) y entre las producciones estacionales y totales (n=21 x 3=63, **, * - niveles de confianza del 95% y 90%, respectivamente).

Variable	Pp-ot	Pp-in	Pp-pr	Pp ot+in	Pp ot+in+pr	MS ot-in	MS pr
MS ot-in	0,134	-0,137	-	-0,106	-	-	-
MS pr	0,108	0,649**	0,600**	0,676**	0,685**	0,206	-
MS año	0,180	0,384**	0,507**	0,424**	0,476**	0,712**	0,834**

(ot-otoño, in-invierno, pr-primavera).

Las muestras de suelo de los enclaves presentan texturas de franco limosa a franco arenosa, con unos porcentajes medios de arena y arcilla del 53,9% y el 6,0% respectivamente y tratándose de suelos entre moderada y altamente ácidos (Schnabel *et al.* en prensa). El contenido en carbono orgánico es muy variable con una media del 3,3% en los 5 centímetros superficiales. El contenido en bases intercambiables de las muestras fue bajo en parte de las muestras. De acuerdo con Schnabel *et al.* (2006) estos resultados manifestaron que los 21 enclaves elegidos representaban gran parte de la variabilidad edafológica de las dehesas.

El estudio de la relación entre la producción de materia seca y las propiedades edáficas analizadas permitió detectar, entre otras, relaciones significativas y positivas entre producción de materia seca anual y capacidad de intercambio catiónico y contenidos en potasio, fósforo, nitrógeno y materia orgánica (tabla 3). Relaciones entre la producción de materia seca de pastos y diversos nutrientes similares a las encontradas en este estudio han sido detectadas por diverso autores (Jiménez y Martínez, 1984; Nesic *et al.*, 2006; Santamaría *et al.*, 2009).

Tabla 3. Matriz de correlación (coeficiente r de Pearson) entre la producción media del periodo (MS) (n=21) y las propiedades edáficas de 0-5 cm (**, * - niveles de confianza del 95% y 90%, respectivamente. CIC - capacidad de intercambio catiónico).

	MS año n=21	MS ot-in n=21	MS pr n=21
Arcilla (%)	-0,230	0,039	-0,387*
Limo (%)	-0,077	-0,182	0,106
Arena (%)	0,127	0,153	0,002
pH	-0,209	-0,181	-0,138
CIC (meq 100g ⁻¹)	0,477**	0,430*	0,329*
Calcio (meq 100g ⁻¹)	0,298	0,288	0,164
Magnesio (meq 100g ⁻¹)	0,258	0,487**	-0,149
Potasio (meq 100g ⁻¹)	0,642**	0,646**	0,428*
Sodio (meq 100g ⁻¹)	0,279	0,210	0,217
Saturación bases (%)	0,217	0,302	-0,003
Nitrógeno (%)	0,557**	0,707**	0,132
Fósforo (ppm)	0,583**	0,569**	0,397*
Materia orgánica (%)	0,405*	0,439**	0,196

CONCLUSIONES

Este estudio pone de manifiesto que las producciones anuales de los pastos naturales de la dehesa están muy ligadas a las precipitaciones de invierno y de primavera. El hecho de no haber encontrado relación entre las producciones de pasto y las precipitaciones de otoño se debe a que en esta estación las precipitaciones han sido muy similares durante los tres años de estudio (tabla 1) y en invierno, estación en la que la precipitación registrada en 2008-09 fue mucho menor que la registrada en los otros dos años, el frío detiene el crecimiento de los pastos.

Respecto a los suelos, en el estudio se muestra la estrecha correlación que existe entre la producción de pastos y los niveles de potasio, fósforo y nitrógeno, elementos muy escasos en los suelos de la dehesa. También la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la materia orgánica están muy estrechamente relacionadas con la productividad de los pastos. La mejora de todos estos parámetros edáficos contribuiría al aumento de la producción potencial de los pastos naturales de la dehesa.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue posible gracias a un proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL2008-01215/BTE). Agradecemos al Laboratorio Agroalimentario y de Análisis de Residuos de Cáceres el análisis de las muestras de suelo y a los propietarios de las explotaciones ganaderas su colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANCO E., CASADO M.A., COSTA M.R.E., GARCÍA M., GÉNOVA M., GÓMEZ A., GÓMEZ F., MORENO J.L., MORLA C., REGATO P. Y SAINZ H. (1997) *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Madrid, España: Planeta.
- CARTER J.F. (1962) Herbage sampling for yield: tame pastures. En: American Society of Agronomy (ed) *Pasture and range techniques*, pp. 90-101. Ithaca, Estados Unidos: Comstock Publishing Associates.
- DUMAS J.B.A. (1831) Procédés de l'analyse organique. *Annales de Chimie et de Physique*, **247**, 198-213.
- ESPEJO DÍAZ M. Y MARTÍN BELLIDO M. (1987) Evolución de la producción de pastos mejorados en la dehesa extremeña en año seco. *Pastos*, **17(1-2)**, 129-139.
- ESPEJO DÍAZ M., MARTÍN BELLIDO M., MATOS C. Y MESÍAS DÍAZ F.J. (2006) *Gestión ambiental del ecosistema dehesa en la Península Ibérica*. Mérida, España: Junta de Extremadura.
- GEA-IZQUIERDO G., CAÑELLAS I. Y MONTERO G. (2006) Acorn production in Spanish holm oak woodlands. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, **15(3)**, 339-354.
- GONZÁLEZ F., MURILLO M., PAREDES J. Y PRIETO P.M. (2007) Recursos pascícolas de la dehesa extremeña. Primeros datos para la modelización de su gestión. *Pastos*, **37(2)**, 231-239.
- JIMÉNEZ-MOZO J. Y MARTÍNEZ-AGULLA T. (1984) *Necesidades nutritivas referentes a los macroelementos fósforo, potasio y nitrógeno en pastos de secano en la región extremeña*. Badajoz, España: Publicaciones SEA-UEx.

- LÓPEZ SÁEZ J.A., LÓPEZ GARCÍA P., LÓPEZ MERINO L., CERRILLO CUENCA E., GONZÁLEZ CORDERO A. Y PRADA GALLARDO A. (2007) Origen prehistórico de la dehesa en Extremadura: una perspectiva paleoambiental. *Revista de Estudios Extremeños*, **63(1)**, 493-510.
- MAPA (1986) *Métodos oficiales de análisis*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Dirección General de Política Alimentaria.
- NESIC Z. Y TOMIC Z. (2006) Yield and botanical composition of pure alfalfa and alfalfa-orchard-grass mixtures at different levels of nitrogen. *Grassland Science in Europe*, **11**, 273-275.
- OLEA L., LÓPEZ-BELLIDO R.J. Y POBLACIONES M.J. (2005) European types of silvopastoral systems in the Mediterranean area: dehesa. En: Mosquera-Losada M. R. et al. (Eds) *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*, pp. 30-35. Wallingford, Oxfordshire, Reino Unido: CABI Publishing.
- OLSEN S.R., COLE C.V., WASTANABE F.S. Y DEAN L.A. (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *United States Department of Agriculture Circular*, **939**, 1-19.
- PLIENINGER T., PULIDO F.J. Y SCHAICH H. (2004) Effects of land-use and landscape structure on holm oak recruitment and regeneration at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas. *Journal of Arid Environments*, **57**, 345-364.
- SANTAMARÍA O., POBLACIONES M.J., OLEA L., RODRIGO S. Y GARCÍA-WHITE T. (2009) Efecto de fertilizantes alternativos al superfosfato de cal sobre la producción y calidad de pastos de dehesa en el suroeste de España. En: Sociedad Española de Ciencias Forestales y Junta de Castilla y León (eds) *5º Congreso Forestal Español. Montes y sociedad: Saber qué hacer*, pp. 1-8. Ávila, España: SECF.
- SCHNABEL S., LAVADO CONTADOR J.F., GÓMEZ GUTIÉRREZ Á. Y LAGAR TIMÓN D. (2006) La degradación del suelo en las dehesas de Extremadura. En: Espejo Díaz M. et al. (Eds) *Gestión ambiental del ecosistema dehesa en la Península Ibérica*, pp. 63-71. Mérida, España: Junta de Extremadura.
- SCHNABEL S., PULIDO-FERNÁNDEZ M. Y LAVADO-CONTADOR J.F. (En prensa) Soil water repellency in rangelands of Extremadura (Spain) and its relationship with land management. *Catena*, doi:10.1016/j.catena.2011.11.006.
- SOIL SURVEY LABORATORY METHODS MANUAL (2004) *Soil Survey Investigations Report No. 42. Versión 4.0*. Lincoln, Estados Unidos: USDA-NCRS.
- WALKLEY A. Y BLACK L.A. (1934) An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, **37**, 29-38.