

CONSECUENCIAS DE LA MATORRALIZACIÓN EN EL ESTADO FISIOLÓGICO Y NUTRICIONAL DE ENCINAS ADULTAS EN SISTEMAS ADEHESADOS DEL NORTE DE EXTREMADURA

Gerardo Moreno Marcos, Víctor Rolo Romero y Yonatan Cáceres Escudero

I.T. Forestal, Centro Universitario, Universidad de Extremadura. 10600-PLASENCIA (Cáceres, España).
Correo electrónico: gmoreno@unex.es

Resumen

Diversos trabajos han puesto de manifiesto que el matorral de las dehesa de quercíneas puede jugar un papel positivo en la restauración/conservación de la calidad del suelo, la biodiversidad y de forma muy significativa en la regeneración del arbolado. Pero también introduce un factor de competencia para el arbolado que podría afectar negativamente a la vitalidad y productividad del mismo. En el presente trabajo se analiza las implicaciones que tiene la matorralización de la dehesa en el estado fisiológico y nutritivo de encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) adultas. El estudio se ha desarrollado en 40 dehesas con presencia de estrato arbustivo, 20 con jaras (*Cistus ladanifer*) y 20 con retamas (*Retama sphaerocarpa*). En cada finca se seleccionaron 2 parcelas adyacentes y similarmente arboladas, una con matorral y otra sin matorral. Se midió el potencial hídrico, tasa fotosintética y contenido de P, K y Ca de las hojas de las encinas. Además se midió la elongación anual de los brotes, indicador de la vitalidad (crecimiento) del árbol. Los resultados indican un claro efecto negativo del matorral para el arbolado en cada uno de los parámetros estudiados, especialmente para la tasa fotosintética al inicio del verano y para la elongación de brotes, consecuencia de la suma del empeoramiento del estado hídrico y nutricional de las hojas (ambos escasamente significativo).

Palabras clave: *Potencial hídrico, Fotosíntesis, Nutrientes en la hoja, Competencia, Recusos edáficos*

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la dehesa ha experimentado importantes cambios en sus pautas de manejo y numerosas voces han cuestionado la supuesta sostenibilidad del sistema, al menos con las pautas actuales de manejo (e.g., PLIENINGER *et al.*, 2003). Al mismo tiempo, diversos trabajos han puesto de manifiesto que el matorral puede jugar un papel positivo en la restauración/conservación de la calidad del suelo (COELHO *et al.*, 2004; MORO *et al.*, 1997),

la diversidad biológica (MARTÍN & LÓPEZ, 2002; DÍAZ *et al.*, 2003), diversificación de la dieta de los herbívoros (PATÓN, 2003; AMMAR *et al.*, 2004), y de forma muy significativa en la regeneración del arbolado (PULIDO *et al.*, 2001). Además, muchas de estas zonas, antes escasamente explotadas, han cobrado gran interés comercial por la explotación de los recursos cinegéticos (SAN MIGUEL, 1998).

Este conjunto de consideraciones han contribuido a se empiece a considerar la matorralización como un estadio más del manejo sostenible

de la dehesa. Esto implica mantener parcelas con diferente grado de intensidad de pastoreo dentro de cada dehesa, y en el marco de un plan programado de rotaciones (MONTROYA, 1998). Sin embargo, la matorralización de la dehesa puede tener consecuencias en el funcionamiento y productividad de la dehesa aún muy insuficientemente conocidas. El matorral introduce un factor de competencia para el arbolado de la dehesa, debido al posible solapamiento de sus sistemas radiculares (SCHENK & JACKSON, 2002). Esta competencia podría afectar negativamente a la vitalidad y productividad del arbolado (BARNES & ARCHER, 1999). El posible efecto negativo del matorral sobre el arbolado es como resultado de la competencia árbol-matorral por los recursos edáficos. MORENO et al. (2007) mostraron una ligera, pero significativa, disminución del crecimiento del arbolado y de su producción de bellotas sobre suelos profundos (Luvisol endoléptico) con presencia de una cobertura moderada de matorral. Estos resultados fueron explicados por el efecto significativo del matorral en la disminución del contenido de agua y de algunos nutrientes del suelo, indicando la posibilidad de cierto grado de competencia por los recursos edáficos entre los arbustos y el arbolado. Es necesario conocer en que medida estos resultados son generalizables a suelos más pobres (delgados) y con otros tipos y coberturas de matorral.

En el presente trabajo se abordan las siguientes cuestiones: ¿Tiene el matorral algún efecto significativo sobre el estado hídrico y nutritivo de los árboles? ¿Repercute en la productividad del arbolado? ¿Son estos efectos dependientes del tipo de matorral?. El grado de heterogeneidad del matorral es muy alto, en composición específica, cobertura y porte, por lo que nos lleva a centrar el estudio en sólo los 2 tipos de matorral más abundantes en las dehesas de Extremadura, y que presentan comportamientos presumiblemente muy contrastados en términos de usos de recursos edáficos: jaral y retamal. En primero presenta coberturas generalmente muy altas, pero un sistema radicular bastante superficial (SILVA et al., 2002), mientras que el segundo presenta una cobertura generalmente baja, pero un sistema radicular muy profundo (HAASE et al., 1996).

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de Estudio

El estudio se ha llevado a cabo en 40 dehesas distribuidas por la mitad norte de la provincia de Cáceres. Todas ellas presentaron una densidad normal de arbolado (*Quercus ilex*: 15-35 árboles.ha⁻¹) maduro (30-50 cm de diámetro de tronco). El clima es típicamente mediterráneo en todos los casos, con una precipitación media anual comprendida entre 450 y 650 mm (concentrada en el periodo octubre-mayo) y una temperatura media anual comprendida entre 15 y 17°C. Los suelos son básicamente de 2 tipos, *Cambisoles dísticos* y *Luvisoles crómicos*, no superando en ningún caso los 100 cm de profundidad.

Planteamiento experimental

En cada una de las fincas (20 con jaras y 20 con retamas) se seleccionaron 2 parcelas adyacentes, similares en topografía, suelo y arbolado, pero con presencia de estrato arbustivo en una y libre de dicho estrato la otra. En cada una de las 80 parcelas, se seleccionaron 6 árboles para medir los siguientes parámetros (variables dependientes): estado nutricional de las hojas, estado fisiológico (potencial hídrico y tasa fotosintética) y crecimiento (elongación anual de brotes).

Al margen de las 2 variables independientes bajo estudio (presencia y tipo de matorral), las variables continuas que pueden tener un efecto sobre los parámetros bajo estudio (e.g., densidad de árboles, distancia al árbol más próximo, pendiente, edad y cobertura del matorral, ...), se incluirían como covarianzas, dada la dificultad de fijarlas en campo para su estudio como variables independientes.

Parámetros analizados

El estado nutricional (N, P y K) de la encina se determinó en hojas maduras del año en curso, recolectadas en julio. Las muestras se tomaron en 6 árboles por parcelas, 4 brotes por árbol, uno por orientación. Los cuatros brotes de cada árbol se unieron para formar una muestra única. En muestras secas y finamente molidas se analizó el P por el método del vanadomolibdato amónico, y el K y Ca por fotometría de llama, previa acenización por vía seca en horno mufla (500°C 5 horas) y disolución en agua regia (3HCl : 1HNO₃ : 6H₂O).

El potencial hídrico se determinará al alba (máximo diario) y al mediodía (mínimo diario), con la bomba de Scholander (Skye, modelo SKPM 1400). Se midió en 24 de parcelas (6 pares por tipo matorral), en 4 árboles por parcela, en 3 brotes por árbol, en tres días diferentes (julio, agosto, septiembre, 1 día por mes). En los mismos días y árboles, la tasa fotosintética (IRGA, modelo Lci, ADC) se midió entre las 15:00 y las 17:00 h en tres hojas por árbol.

El crecimiento del arbolado, por ser tan lento, se caracterizará a través de la elongación anual de los brotes. Estos se midió en las mismas ramas recolectadas para el análisis de contenido de nutrientes en hojas: 20 parcelas de jara y 20 de retamas, con sus correspondientes parcelas adyacentes de control, 6 árboles por parcela, 4 ramas por árbol, > 50 brotes por rama.

RESULTADOS

Los contenidos foliares de P y K fueron ligeros, pero significativamente mayores en las fincas

con jara que en las de retama ($p=0,016$ y $<0,001$, respectivamente; g.l. = 1 y 308). Para el Ca no se detectaron diferencias significativas entre los 2 tipos de finca ($p=0,112$; g.l. = 1 y 308) (Figura 1). La presencia del matorral no produjo ningún cambio significativo en el contenido foliar de P, K y Ca en la encina ($p=0,43$; 0,10 y 0,28, respectivamente; g.l. = 1 y 308). La ausencia de diferencias fue independiente del tipo de matorral presente (interacción no significativa; $p=0,75$; 0,47; 0,45; respectivamente; g.l. = 1 y 308).

El potencial hídrico máximo diario (al alba) disminuyó gradual y significativamente a lo largo de la estación seca, desde un valor medio de -6,6 MPa en julio, hasta -11,2 en septiembre ($p<0,001$; g.l. 2 y 216), reflejando el progresivo agotamiento de la reserva edáfica de agua. La pauta fue similar para ambos tipos de dehesa, con valores medios muy similares entre ellas (-9,2 y -9,4 en encinas acompañadas de jara y retama, respectivamente; $p=0,60$; g.l. 1 y 216) (Figura 2).

La presencia del matorral redujo escasa, pero significativamente, el potencial hídrico

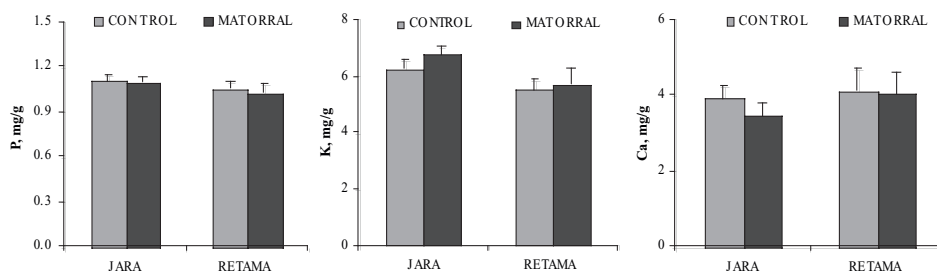


Figura 1. Contenido de P, K y Mg en hojas maduras de encina en parcelas de dehesas con presencia de matorral (jara o retama) o sin presencia del mismo. Las barras de error indican intervalos de confianza al 95%.

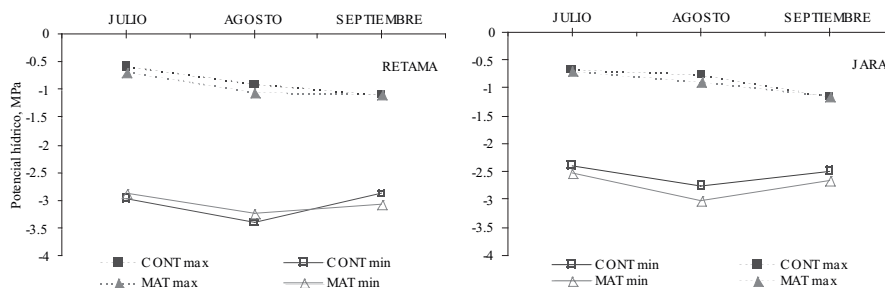


Figura 2. Valores medios de potencial hídrico máximo y mínimo diario en hojas de encinas maduras creciendo en parcelas de dehesas con presencia de matorral (MAT: jara o retama) o sin presencia del mismo (CONT)

máximo diario (de -8,7 a -9,3 MPa en Control y Matorralizada, respectivamente; $p=0,003$; g.l. = 1 y 216), especialmente con la presencia de retama (de -8,7 a -9,4 MPa). Los valores medios en las fincas de jara fueron de -8,7 a -9,2 MPa, en control y matorralizada, respectivamente.

Aunque con ciertas diferencias en el patrón temporal, el potencial hídrico mínimo diario también se vio afectado negativamente por la presencia de matorral (de -28,2 a -29,0 en control y matorralizada, respectivamente; $p=0,062$; g.l. = 1 y 216). En este caso las diferencias fueron más acusadas con la presencia de jara (de -25,5 a -27,5 MPa) que con la presencia de retama (de -30,5 a -30,8 MPa).

Los valores medios de tasa fotosintética fueron significativamente mayores en las encinas de las fincas con retama que en las de jara (9,6 y 8,7 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente; $p=0,05$; g.l. = 2 y 492). Aunque las diferencias medias entre pares de parcelas adyacentes no resultaron significativas para ninguno de los 2 tipos de matorral ($p=0,30$; g.l. = 2 y 492), si que en ambos casos los valores medios medidos en las parcelas matorralizadas fueron inferiores a los medidos en las parcelas control (Figura 3).

La presencia del matorral redujo significativamente el crecimiento anual de las ramas de la

encina ($p < 0,001$; g.l. = 1 y 500), siendo esta reducción más acusada en las parcelas con jara (Figura 4).

DISCUSIÓN

La práctica totalidad de parámetros analizados muestran valores más desfavorables en los árboles con presencia de un estrato arbustivo que sin presencia de este estrato, indicando la existencia de un uso competitivo de los recursos edáficos entre el matorral y el arbolado, tal y como han mostrado otros autores en sistemas de arbolado disperso en ambientes semiáridos (e.g., BARNES & ARCHER, 1999).

El efecto negativo del matorral ocurre incluso en el caso de la presencia de retama, especie de matorral que ha sido mostrada como favorecedora de las condiciones físico-químicas del suelo y facilitadora del desarrollo de plantas acompañantes (MORO *et al.*, 1997). Este papel positivo, asociado a su capacidad para fijar N_2 atmosférico, se ve sin embargo sobrepasado por otros efectos negativos, probablemente asociados a la utilización de agua profunda (HAASE *et al.*, 1996) en competencia con el sistema radicular profundo de la encina (MORENO *et al.*, 2005). Además, la reta-

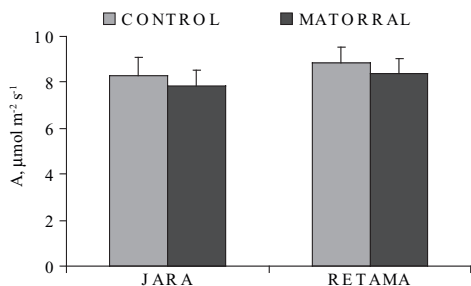
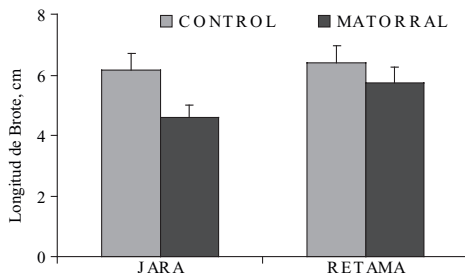


Figura 3. Valores medios de tasa de asimilación de CO_2 en hojas (A) de encinas maduras creciendo en parcelas de dehesas con presencia de matorral (MAT: jara o retama) o sin presencia del mismo (CONT). Las barras de error indican intervalos de confianza al 95%

Figura 4. Valores medios de elongación anual de ramas de encinas maduras creciendo en parcelas de dehesas con presencia de matorral (MAT: jara o retama) o sin presencia del mismo (CONT). Las barras de error indican intervalos de confianza al 95%



ma debe competir con la encina por nutrientes diferentes al N, como son el P y el Ca (Figura 1).

El efecto negativo de la jara debe ser explicado por el denso sistema radicular que presenta en los primeros cm del suelo (SILVA *et al.*, 2002) que le permite utilizar muy eficientemente los nutrientes de esa capa superficial, así como el agua de lluvias esporádicas, de gran utilidad en la larga estación seca. El efecto negativo resultante de la presencia de jara es netamente mayor que el encontrado con la retama, probablemente por la menor densidad de esta última y por el posible efecto positivo de la retama en términos de contenido foliar de N (aún sin analizar).

A pesar de los efectos negativos del matorral aquí descritos, las encinas de las parcelas matorralizadas mantuvieron un estado hídrico y tasas fotosintéticas muy favorables a lo largo del todo el verano, muy superiores a los valores generalmente descritos para *Quercus ilex* en el periodo estival en bosques densos (e.g., SAVE *et al.*, 1999; MORENO & CUBERA, 2007). Nuestros resultados corroboran el escaso efecto del matorral en el estado hídrico de las encinas ya descrito por CUBERA & MORENO (2007) para otros matorrales.

Además nuestros resultados muestran también un posible efecto positivo del matorral (especialmente la jara) en el contenido foliar de K en la encina. Un efecto positivo del matorral (*Genista hirsuta* + *Lavandula stoechas*) para el K de la encina ya fue descrito por MORENO & OBRADOR (2007), quienes mostraron también un efecto positivo para el P.

A pesar de la reducida significación de la presencia del matorral para el estado hídrico y nutricional del arbolado de la dehesa, la suma de ambos efectos negativos resulta en una disminución muy significativa del crecimiento anual de las ramas (indicador del crecimiento). Este resultado también puede ser interpretado en términos de estrategia conservativa de la encina, esto es, las consecuencias de la competencia por los recursos edáficos con el matorral se traduce en una disminución del crecimiento (y producción de bellotas; GARCÍA-LÓPEZ, 2005), pero no de su estado hídrico y nutricional, por lo que el matorral podría comprometer su productividad, pero no tanto su supervivencia.

CONCLUSIONES

La presencia de matorral introduce una competencia adicional por los recursos edáficos (agua y nutrientes) respecto a la que ejerce el estrato herbáceo para las encinas, produciéndose una reducción sustancial del crecimiento del árbol, muy especialmente en presencia de jara, y algo menor en presencia de retama.

Sin embargo, el arbolado mantiene unas condiciones hídricas y nutricionales muy favorables, y la presencia de matorral no parece comprometer la vitalidad de la encina, por lo que la recomendación del uso de la matorralización parcial y periódica de la dehesa, como mecanismo de recuperación de las condiciones del suelo y favorecedor de la regeneración de arbolado, no parece comprometer el estado del arbolado adulto.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Plan Nacional de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia (Proyecto AGL2006-09435). Expresar también nuestro agradecimiento a Esther Ruano y Javier Martín por su ayuda en los trabajos de campo y laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- AMMAR, H.; LÓPEZ, S.; GONZÁLEZ, J.S. & RANILLA, M.J.; 2004. Chemical composition and in vitro digestibility of some Spanish browse plant species. *J. Sc. Food Agric.* 84: 197-204.
- BARNES, P.W. & ARCHER, S.; 1999. Tree-shrub interactions in a subtropical savanna parkland: competition or facilitation? *J. Veg. Sci.* 10: 525-536.
- COELHO, C.; CARVAHLO, T.; LAOUINA, A.; CHAKER, M.; NAAFA, R.; FERREIRA, A. & BOULET, A.K.; 2004. Effects of socio-economic and land use changes on land degradation: perception, foreseen impacts and recommendations. In: S. Schnabel and A. Ferreira (eds.), *Sustainability of Agrosilvopastoral systems*. Advances in

- GeoEcology 37: 97-108. Catena Verlag. Reiskirchen. Germany.
- CUBERA, E. & MORENO, G.; 2007. Effect of Land use on soil water dynamic in Dehesas of Central-Western Spain. *Catena* 71: 298-308.
- DÍAZ, M.; CAMPOS, P. & PULIDO, F.J.; 1997. The spanish dehesas: diversity in land-use and wildlife. In: D.J. Pain and M.W. Pienkowski (eds.), *Farming and birds in Europe*: 178-209. Academic Press. San Diego.
- DÍAZ, M.; PULIDO, F.J. & MARAÑÓN, T.; 2003. *Diversidad biológica y sostenibilidad ecológica y económica de los sistemas adherados. Ecosistemas* (www.revistaecosistemas.net)
- GARCÍA-LÓPEZ, E.; 2005. *Efecto del manejo sobre la producción y regeneración del arbolado en dehesas de encina (Quercus ilex L.)*. Tesis doctoral. USAL. Salamanca.
- HAASE, P.; PUGNAIRE, F.I.; FERNÁNDEZ, E.M.; PUIGDEFABREGAS, J.; CLARK, S.C. & INCOLL, L.D.; 1996. An investigation of rooting depth in the semi-arid shrub *Retama sphaerocarpa* by labelling of ground water with a chemical tracer *J. Hydrol.* 177: 23-31.
- MARTÍN, J. & LÓPEZ, P.; 2002. The effect of Mediterranean dehesa management on lizard distribution and conservation. *Biol. Conserv.* 108: 213-219.
- MONTOYA, J.M.; 1998. Método de ordenación silvopastoral. En: C.G. Hernández Díaz-Ambrona (ed.), *La dehesa: aprovechamiento sostenible de los recursos naturales*: 115-128. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.
- MORENO, G.; OBRADOR, J.J.; CUBERA, E. & DUPRAZ, C.; 2005. Fine Root distribution in dehesas of Central-Western Spain. *Plant Soil* 277: 153-162.
- MORENO, G. & OBRADOR, J.J.; 2007. Effects of trees and understorey management on soil fertility and nutritional status of holm oaks in Spanish dehesas. *Nutrient Cycling Agroecos.* 78: 253-264.
- MORENO, G.; OBRADOR, J.J.; GARCÍA, E.; CUBERA, E.; MONTERO, M.J.; PULIDO, F. & DUPRAZ, C.; 2007. Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas with management practices. *Agrofor: Syst.* 70: 25-40.
- MORENO, G.; CUBERA, E.; 2007. Impact of stand density on water status and leaf gas exchange in *Quercus ilex*. *Forest Ecol. Manage.* 254: 74-84.
- MORO, M.J.; PUGNAIRE, F.I.; HAASE, P. & PUIGDEFABREGAS, J.; 1997. Mechanisms of interaction between *Retama sphaerocarpa* and its understorey layer in a semi-arid environment. *Ecography* 20: 175-184.
- PATÓN, D.; 2003. Elaboration of a multivariate model for the determination of the Metabolizable Energy of Mediterranean bushes based on chemical parameters. *J. Arid Environments* 53: 271-280
- PLIENINGER, T.; PULIDO, F.J. & KONOLD, W.; 2003. Effects of land use history on size structure of holm oak stands in Spanish dehesas: implications for conservation and restoration. *Environ. Conserv.* 30, 61-70.
- PULIDO, F.J.; DÍAZ, M. & HIDALGO, S.J.; 2001. Size-structure and regeneration of holm oak (*Quercus ilex*) forests and dehesas: effects of agroforestry use on their long-term sustainability. *Forest Ecol. Manage.* 146: 1-13.
- SAN MIGUEL, A.; 1998. Sistemas agrosilvopastorales para la caza mayor en los montes de Toledo. En: C.G. Hernández Díaz-Ambrona (ed.), *La dehesa: aprovechamiento sostenible de los recursos naturales*: 229-236. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.
- SAVÉ, R.; CASTELL, C. & TERRADAS, J.; 1999. Gas exchange and water relations. In: F. Rodá, J. Retana, C.A. Gracia, J. Bellot (eds.), *Ecology of Mediterranean Evergreen Oak Forests. Ecological Studies* 137: 135-144. Springer. Berlin.
- SCHENK, H.J. & JACKSON, R.B.; 2002. The global biogeography of roots. *Ecol. Monogr.* 72: 311-328.
- SILVA, S.S.; REGO, F.C. & MARTINS-LOUÇAO, M.A.; 2002. Belowground traits of mediterranean woody plants in a portuguese shrubland. *Ecologia mediterranea* 28: 5-13.