

# ESTADO FISIOLÓGICO Y CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS DE *QUERCUS SUBER* BAJO COMPETENCIA CON PASTO NATURAL DE DEHESA Y PASTO MEJORADO EN ENSAYO DE INVERNADERO

Elena Cubera González<sup>1,2\*</sup>, Carlos Candeda Recio<sup>2</sup>, Manuel A. Valeriano Madeira<sup>1</sup>, Nuno R. da Silva Cortez<sup>1</sup> y Gerardo Moreno Marcos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Superior de Agronomía, Tapada de Ajuda. LISBOA-1349-017 (Portugal). Correo electrónico: ecubera@unex.es

<sup>2</sup> Ingeniería Técnica Forestal, Universidad de Extremadura. 10600-PLASENCIA (España).

## Resumen

El objetivo de este estudio es evaluar los efectos de la instalación de un pastizal mejorado mediante siembra y fertilización fosfórica en el desarrollo de las plántulas de *Quercus suber*. Bellotas de alcornocos fueron plantadas en el invernadero en 240 macetas de 16 cm de diámetro y 150 cm de alto. Las plantas crecieron en tres sistemas diferentes (suelo desnudo, pasto natural de dehesa y pasto mejorado), sometidos a 2 regímenes de humedad edáfica y 2 de disponibilidad de nutrientes, siguiendo un diseño factorial, con 20 repeticiones para cada combinación de sistema, riego y fertilización. Se ha medido la humedad del suelo, el potencial hídrico y tasa fotosintética de las hojas de *Q. suber*, y su crecimiento y supervivencia. Los resultados no mostraron ningún efecto de la presencia del pasto natural en el estado y desarrollo de las plántulas, en ninguna de las 4 combinaciones de riego y fertilización. En cambio se encontró un efecto muy significativo del pasto mejorado, el cual redujo el potencial hídrico y el crecimiento de las plántulas (altura) en el primer año de vida. Este efecto negativo fue mucho más evidente en las plantas con menor disponibilidad de agua edáfica, mientras que fue independiente del aporte de fertilizante.

Palabras clave: *Interacciones plántula-herbácea, Fertilización, Irrigación*

## INTRODUCCIÓN

La dehesa es el sistema agroforestal más extenso de Europa (EICHORN et al., 2006), ocupando en la actualidad 2.248.000 ha en el suroeste de España y 869.000 ha en Portugal, donde son conocidas como *montados* (DÍAZ et al., 1997). La integración entre el uso tradicional del suelo y el mantenimiento de la biodiversidad que se produce en la dehesa es considerada como una sabia manera de gestión extensiva y

sostenible de los recursos naturales (PLIENINGER et al., 2004). Sin embargo, 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 bajo las pautas de manejo actuales (HERNÁNDEZ DÍAZ-AMBRONA, 1996; PLIENINGER et al., 2003). La observación directa indica que en general las dehesas presentan un arbolado envejecido, en el que desde hace algunas décadas la instalación de pies procedentes

de semilla no compensa la mortalidad natural o inducida (MONTERO et al., 1998). Los escasos estudios realizados con suficiente detalle así lo constatan (PULIDO & DÍAZ, 2005).

El valor de las producciones pascícolas de la dehesa se ha incrementado y mejorado bien optimizando técnicas ancestrales de manejo del ganado, o bien mediante la fertilización, normalmente fosfórica, o introducción de nuevas especies (OLEA et al., 1989; ESCRIBANO Y PULIDO, 1998). Diversos estudios han constatado que la introducción de nuevas especies con una alta proporción de leguminosas con objeto de aumentar la carga ganadera, puede recuperar la calidad del suelo, ya que las leguminosas incorporan materia orgánica y N al suelo (HAYNES & WILLIAMS, 1993; AGBENIN & ADENIYI, 2005). Sin embargo carecemos de información sobre la influencia que las diferentes prácticas de mejora de la productividad del pastizal, bien mediante la fertilización o introducción de nuevas especies, tienen sobre el desarrollo y crecimiento de nuevas plántulas durante sus primeros estadios de desarrollo, lo que constituye un requisito indispensable para la gestión sostenible del sistema.

Diversos estudios han puesto de manifiesto la baja fertilidad del suelo característica de las dehesas y la fuerte influencia que ejerce el árbol en el funcionamiento del sistema (JOFFRE & RAMBAL, 1988; GALLARDO et al., 2000; CUBERA & MORENO, 2007), pero apenas se ha abordado la naturaleza de las interacciones árbol-pasto (MORENO et al., 2007), y mucho menos aún las interacciones plántula-pasto natural/mejorado. En este contexto resulta interesante conocer si la introducción de pastos mejorados intensifica el nivel de competencia plántula/pasto por los recursos del suelo. Entre estos recursos el agua y el fósforo han sido señalados generalmente como los principales factores limitantes de la producción vegetal en la dehesa (MORENO et al., 2007). Se considera como hipótesis que la introducción de especies de pasto mejorado junto con la aplicación de fertilizantes podría contribuir negativamente en el desarrollo de las plántulas y por tanto en la regeneración natural del arbolado. En este estudio preliminar se evaluarán los efectos de dichas medidas de gestión (pastizal mejorado + fertilizante) sobre el estado fisiológico y crecimiento de plántulas de *Quercus suber* en condiciones controladas, anali-

zando las posibles relaciones de competencia entre plántula y pasto (natural o mejorado) por el agua y nutrientes del suelo.

## METODOLOGÍA

El estudio se ha desarrollado en el invernadero del Centro Universitario de Plasencia (Universidad de Extremadura, 40° 2'N, 6° 5'W; 374 m.s.n.m.). A mediados de febrero se sembraron bellotas (previamente pregerminadas) de *Quercus suber* en tubos de PVC (16 cm de diámetro y 150 cm de largo). El tamaño de las macetas seleccionado para este experimento responde a que el sistema radicular de la plántula se desarrolla en profundidad y con escasas ramificaciones horizontales (CUBERA, 2006).

Los tubos se rellenaron con 2 tipos de sustrato, los 120 cm inferiores del tubo se rellenaron con un suelo arenoso pobre en nutrientes (horizonte C con 96,3 % de arena, 2,0% de limo, 1,6% de arcilla y un contenido de materia orgánica del 0,45%), y los 30 cm superiores del tubo con un suelo del horizonte A de una dehesa cercana a la ciudad (57,3% de arena, 33,5% de limo, 9,1% de arcilla y un contenido en materia orgánica del 2,03%).

Las plántulas fueron sometidas a 3 sistemas diferentes: (1) Plántulas con suelo desnudo, (2) Plántulas con pasto natural de dehesa, (3) Plántulas con pasto mejorado. La vegetación herbácea que formó el sistema con pasto natural fue recogida de la misma dehesa donde se tomó el suelo superficial del tubo, sembrándose una vez que los tubos se rellenaron con el sustrato. En los tubos con pasto mejorado, se sembró una mezcla de semillas biodiversas rica en leguminosas, proporcionadas por la empresa Fertiprado, que contiene entre otras especies, *Trifolium subterraneum*, *T. vesiculosum*, *T. incarnatum*, *Ornithopus compressus*, *Lotus subbiflorus*, *Dactylis glomerata*, *Ornithopus sativus*, etc. Las bellotas fueron plantadas al mismo tiempo que se sembró el pasto. Los tubos fueron regados con frecuencia durante las primeras semanas para propiciar la instalación y germinación de las bellotas y del pasto. A partir de la primera semana del mes de julio dichos sistemas fueron sometidos a 2 regímenes de riego: húmedo (sistema regado 3 veces por semana, 1L por semana), y seco (un solo riego de manteni-

miento durante todo el verano, 2 L). A mediados de junio, las plántulas fueron sometidas además a 2 tratamientos de fertilización fosfórica: Fertilizado (0,4 g de Superfosfato de Ca (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> al 18%) por tubo) y no fertilizado.

Se implantaron 20 replicas por tratamiento, lo que hace un total de 240 plántulas distribuidas siguiendo un diseño factorial con 3 factores: 3 Sistemas (Plántula creciendo en (i) suelo desnudo, (ii) pasto natural, y (iii) pasto mejorado) x 2 regímenes de riego (húmedo y seco) x 2 Tratamientos con P (fertilizado y no fertilizado) x 20 repeticiones.

Para estimar el crecimiento de las plántulas a finales de julio se midió la longitud del tallo de todas las plántulas del experimento. A mediados de agosto coincidiendo con el máximo periodo de sequía para el tratamiento seco, se midió el potencial hídrico de las hojas de 50 plántulas al amanecer mediante una cámara de Scholander y la tasa fotosintética con un analizador portátil (IRGA, model LCi, ADC). En estos mismos días, se midió la humedad edáfica en cuatro puntos a lo largo del perfil (0, 30, 75 y 125 cm de profundidad) con ayuda de una sonda Delta-Theta ML2X.

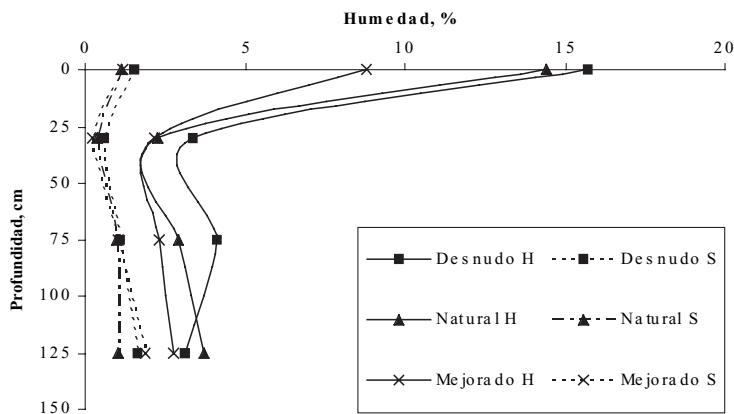
## RESULTADOS

La humedad edáfica registrada a 0, 30, 75 y 125 cm de profundidad en los distintos sistemas estudiados confirmó las diferencias establecidas

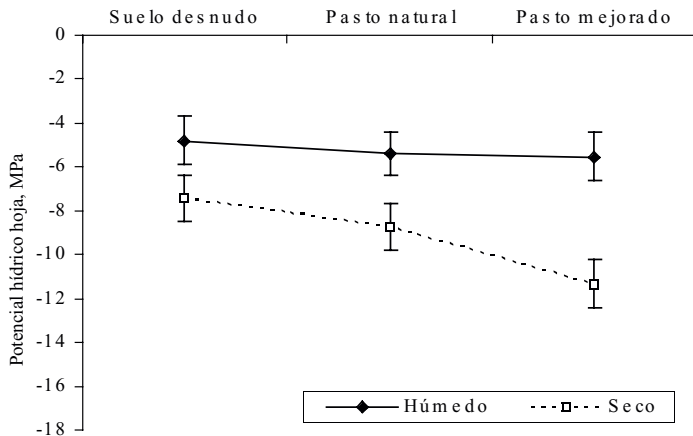
en los tratamientos húmedo y seco, y las producidas por la vegetación activa (Figura 1). La humedad edáfica presentó perfiles similares en el tratamiento seco de los tres sistemas estudiados (suelo desnudo, pasto natural y pasto mejorado;  $p=0,36$ ). Sin embargo, en el tratamiento húmedo, la humedad superficial del suelo fue menor en suelo con pasto mejorado que en suelo con pasto natural y desnudo ( $p<0,001$ ), manteniéndose estas diferencias en el promedio del perfil ( $p=0,008$ ). La humedad superficial y promedio del perfil no presentó diferencias significativas entre suelo natural y desnudo ( $p=0,2$ ).

Las diferencias entre el tratamiento húmedo y seco también quedaron patentes en las mediciones del potencial hídrico de las hojas al amanecer (Figura 2). El potencial hídrico al amanecer presentó valores muy próximos en los tres sistemas dentro del tratamiento húmedo. Sin embargo dentro del tratamiento seco el potencial hídrico presentó valores más bajos en las plántulas que crecían con pasto mejorado, que en las que lo hacían en suelo desnudo ( $p=0,045$ ). Las plántulas que crecían con pasto natural presentaron valores de potencial intermedios a los registrados en los dos sistemas anteriores. El tratamiento fertilización no produjo diferencias en los potenciales hídricos de las plántulas ( $p=0,6$ ).

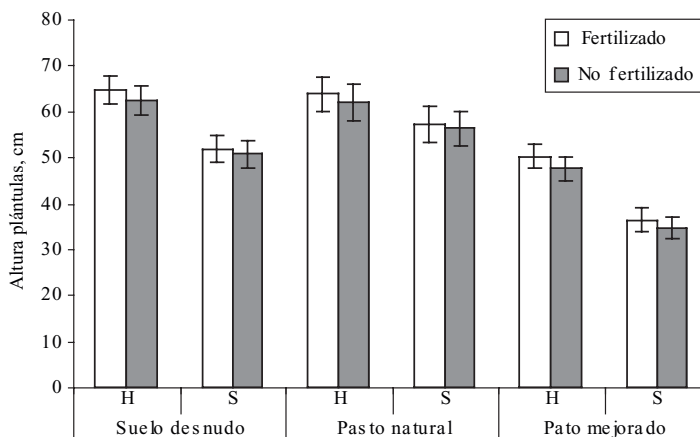
La tasa fotosintética de las plántulas no presentó diferencias significativas entre los distintos sistemas estudiados, ni entre tratamientos con distinto régimen hídrico ( $p=0,3$  y  $p=0,5$ , res-



**Figura 1.** Perfil de humedad dentro de los tubos (superficial, 30, 75 y 125 cm de profundidad) de los 3 sistemas, en los tratamientos húmedo (H) y seco (S)



**Figura 2.** Potencial hídrico de las hojas al amanecer (máximo diario) en los tratamientos húmedo y seco, de los tres sistemas estudiados. Las barras indican el Error estándar



**Figura 3.** Altura de las plántulas de *Q. suber* a finales de julio dentro de los tratamientos de humedad edáfica (húmedo (H) y seco (S)) y de fertilización, en los tres sistemas estudiados. Las barras indican el Error estándar

pectivamente). Sin embargo si presentó valores estadísticamente mayores en las plántulas que fueron fertilizadas con respecto a las no fertilizadas ( $p < 0,001$ ).

La altura de las plántulas de alcornoque fue superior en las plántulas que crecieron en suelo desnudo y natural que las que crecieron en suelo mejorado con valores medios de 57,4; 59,8 y 42,2 cm, respectivamente ( $p < 0,001$ ; figura 3). El régimen de humedad edáfica afectó también al crecimiento, presentando mayores alturas las plántulas que crecieron en el tratamiento húmedo que seco

( $p < 0,001$ ), con valores medios de 58,4 y 47,8 cm, respectivamente. El aporte de fertilizante sin embargo no produjo diferencias significativas en la altura de las plántulas ( $p = 0,34$ ).

## DISCUSIÓN

MARAÑÓN et al. (2004) destacaron en estudios previos desarrollados en campo y en invernadero que el principal factor que influye en la supervivencia de las plántulas tras el verano es la sequía.

En nuestro caso la supervivencia de las plántulas fue similar en todos los sistemas y tratamientos analizados, pues las escasas plántulas que dentro del tratamiento con menor humedad se secaron (tan solo 4) durante el verano, rebrotaron durante el mes de septiembre. Sin embargo se encontraron diferencias muy interesantes a nivel de estado funcional y crecimiento de las plántulas.

La presencia de pasto natural no tuvo ningún efecto negativo en el estado fisiológico, ni en el desarrollo de las plántulas de alcornoque, en ninguno de los tratamientos de riego y fertilización estudiados. En cambio las plántulas que crecieron en presencia de pasto mejorado si experimentaron competencia por los recursos del suelo, mostrando una reducción del potencial hídrico y del crecimiento en altura de las plántulas. Este efecto negativo fue mucho más evidente en las plántulas que crecieron bajo un régimen hídrico limitado, pero también fue significativo para las plántulas sometidas a riegos periódicos (ausencia de déficit hídrico). Esto podría deberse a la competencia entre el pasto mejorado y la plántula no sólo por el agua, sino por otros nutrientes del suelo. Futuros análisis del contenido de nutrientes foliar podrán confirmar esta hipótesis, aunque en este estudio la aplicación de fertilizante fosfórico no influyó en la interacción plántula-herbácea, es decir, las diferencias entre sistemas y entre régimen de humedad no se vieron afectadas por la fertilización.

El desarrollo de nuevas plántulas, tanto a nivel de crecimiento aéreo como radicular, a lo largo de la primavera deberá permitirles alcanzar el tamaño necesario como para subsistir la larga sequía estival. Sin embargo, es precisamente durante la primavera cuando se produce una mayor producción de biomasa herbácea, aumentando la demanda de agua por la vegetación (CUBERA & MORENO, 2007), pudiendo aumentar por tanto la competencia por los recursos edáficos (agua y nutrientes) entre los diferentes estratos de vegetación. Los resultados de este estudio preliminar sugieren que las prácticas de manejo encaminadas a la optimización del estrato herbáceo dentro de los sistemas adeshados deben realizarse con precaución si no queremos comprometer la productividad del resto de componentes del sistema, dada las relaciones de competencia por los recursos edáficos detectadas.

## Agradecimientos

El trabajo se enmarca dentro del proyecto OR06/A7-01 de la Universidad de Extremadura. Elena Cubera es beneficiaria de una ayuda posdoctoral financiada por la Junta de Extremadura -Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico- y Fondo Social Europeo.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGBENIN, J.O. & ADENIYI, T.; 2005. The microbial biomass properties of a savanna soil under improved grass and legumes pastures in northern Nigeria. *Agric. Ecosys. Environ.* 109: 245-254.
- CUBERA, E.; 2006. *Dinámica del agua edáfica y distribución radicular en dehesas de Quercus ilex L.* Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. Plasencia.
- CUBERA, E. & MORENO, G.; 2007. Effect of single Quercus ilex trees upon spatial and seasonal changes in soil water content in Dehesas of central western Spain. *Ann. For. Sci.* 64: 355-364.
- DÍAZ, M.; CAMPOS, P. & PULIDO, F.J.; 1997. The spanish dehesas: diversity in land-use and wildlife. In: D.J. Pain & M.W. Pienkowski (eds.), *Farming and birds in Europe*: 178-209. Academic Press. San Diego.
- EICHHORN, M.P.; PARIS, P.; HERZOG, F.; INCOLL, L.D.; LIAGRE, F.; MANTZANAS, K.; MAYUS, M.; MORENO, G.; PAPANASTASIS, V.P.; PILBEAM, D.J.; PISANELLI, A. & DUPRAZ, C.; 2006. Silvoarable systems in Europe-past, present and future prospects. *Agrofor. Syst.* 67: 29-50.
- ESCRIBANO, M. Y PULIDO, F.; 1998. *La Dehesa en Extremadura. Estructura Económica y Recursos Naturales.* Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Comercio. Mérida.
- GALLARDO, A.; RODRÍGUEZ-SAUCEDO, J.J.; COVELO, F. & FERNÁNDEZ-ALÉS, R.; 2000. Soil nitrogen heterogeneity in a dehesa ecosystem. *Plant Soil* 222: 71-82.
- HAYNES, R.J. & WILLIAMS, P.H.; 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Adv. Agron.* 49: 119-199.

- HERNÁNDEZ DÍAZ-AMBRONA, C.G.; 1996. Problemas en la dehesa—la falta de regeneración del arbolado. *Revista Agropecuaria* 65(762): 50–55.
- JOFFRE, R. & RAMBAL, S.; 1988. Soil water improvement by trees in the rangelands of Southern Spain. *Acta Oecol.-Oecol. Plant.* 9: 405-422.
- MARAÑÓN, T.; ZAMORA, R.; VILLAR, R.; ZAVALA, M.A.; QUERO, J.L.; PÉREZ-RAMOS, I.; MENDOZA, I. & CASTRO, J.; 2004. Regeneration of tree species and restoration under contrasted Mediterranean habitat: field and glasshouse experiments. *Int. J. Ecol. Env. Sci.* 30(3): 187-196
- MONTERO, G.; SAN MIGUEL, A. & CAÑELLAS, I.; 1998. System of Mediterranean Silviculture “La Dehesa”. In: R.M. Jiménez Díaz & J. Lamo de Espinos (eds.), *Agricultura Sostenible*: 519-554. Mundi Prensa. Madrid.
- 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 through management practices. *Agrofor. Syst.* 70: 25-40.
- OLEA, L.; PAREDES, J. Y VERDASCO, P.; 1989. Características productivas de los pastos de la dehesa del S.O. de la Península Ibérica. En: *II Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes SEEP-SPPF*: 147-172. Elvas-Badajoz.
- 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.
- PLIENINGER, T.; MODOLELL & MAINOU, J. & KONOLD, W.; 2004. Land manager attitudes toward management, regeneration, and conservation of Spanish holm oak savannas (dehesas). *Landscape Urban Plan.* 66: 185-198
- PULIDO, F.J. & DÍAZ, M.; 2005. Regeneration of a Mediterranean oak: a whole cycle approach. *Ecoscience* 12: 92-102.