

7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-331

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Evaluación de NUEvas Técnicas de Regeneración Asistida del Arbolado en DEhesas (NUTERA-DE)

NAVARRO REYES, F.B.¹, RIPOLL MORALES, M.A.¹, CASTRO GUTIERREZ, J.², LEVERKUS, A.B.², JIMÉNEZ, M.N., CARBONERO, M. D.⁴, FERNÁNDEZ REBOLLO, P.⁵, VILLAR MONTERO, R.⁶

¹ IFAPA Centro Camino de Purchil, Camino de Purchil,s/n. 18004 Granada

² Dpto Ecología, Facultad de Ciencias, Avenida de la Fuente Nueva s/n, 18071 Granada

³ Dpto Botánica, Facultad de Ciencias, Avenida de la Fuente Nueva s/n, 18071 Granada

⁴ IFAPA Centro Hinojosa del Duque, Ctra. El Viso, km 15, 14270 Hinojosa del Duque (Córdoba)

⁵ Dpto. Ingeniería Forestal, Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales, 14071 Córdoba

⁶ Área de Ecología, Universidad de Córdoba, Edificio Celestino Mutis, Campus de Rabanales, 14071 Córdoba

Resumen

Las dehesas presentan un grave problema de regeneración del arbolado, por diferentes causas. Por ello, es importante implementar actuaciones que puedan aumentar la regeneración y renovación del arbolado. Existen distintas técnicas de regeneración activa, pero no hay un consenso general de qué técnicas son las más exitosas. Para ello, se está desarrollando el proyecto NUTERA cuyos objetivos son: 1) conocer el éxito de repoblaciones usando semillas y plántulas de un año; 2) determinar si la plantación de plantas de gran tamaño puede ser una opción interesante; 3) evaluar el efecto de métodos novedosos de protección microclimática; 4) determinar si diferentes poblaciones responden de manera distinta a estas diferentes técnicas y 5) analizar los costes unitarios de cada uno de los métodos de regeneración estudiados. En este trabajo se presenta cómo se va a desarrollar el proyecto, así como datos preliminares de las primeras actuaciones.

Palabras clave

Bellota, dehesa, regeneración, plántula, procedencia, *Quercus*, siembra,

1. Introducción

La dehesa es el principal sistema agroforestal en áreas Mediterráneas del suroeste español, usándose tanto para fines ganaderos como para otros fines agrosilvopastorales (Olea y San Miguel-Ayanz, 2006). Además, es generalmente calificada como uno de los mejores ejemplos de gestión extensiva y sostenible de los recursos naturales en Europa (Gómez-Gutiérrez y Pérez-Fernández, 1996).

Se trata además del sistema agroforestal más extenso de Europa (Eichhorn et al., 2006), que actualmente ocupa 2.248.000 ha en el suroeste de España y 869.000 ha en Portugal, donde son conocidas como montados (Díaz et al., 1997).

Sin embargo, en las últimas décadas la dehesa y otros sistemas agroforestales en Europa han sufrido varias amenazas debido al uso intensivo de la tierra impuesto por un cambio en las condiciones tecnológicas y socioeconómicas y a la Política Agrícola Común (Escribano y Pulido, 1998).

Esto ha llevado por otra parte a una gran escasez de reclutamiento de la encina en las dehesas. De hecho, la observación directa de la mayoría de ellas muestra, en general, un arbolado envejecido, en el que desde hace como mínimo algunas décadas la instalación de pies procedentes de semilla no compensa la mortalidad natural o inducida (Montero et al., 1996). Los estudios realizados por algunos autores así lo demuestran (Pulido y Díaz, 2005).

Finalmente, la seca o decaimiento y muerte súbita o prematura de encinas, alcornoques y otras especies del género *Quercus* está mermando fuertemente el arbolado de estos agroecosistemas. Aunque son varios los factores bióticos y abióticos que intervienen y que pueden contribuir en el proceso de muerte, la actividad del oomiceto *Phytophthora cinnamomi* trasciende del complejo de agentes implicados, siendo un patógeno de capital importancia por sí solo (Sánchez et al., 2010).

Parece por tanto necesaria la intervención humana en este hábitat altamente gestionado para asegurar su sostenibilidad ambiental y económica, y preservar los servicios ecosistémicos que presta a la sociedad. Tradicionalmente la regeneración de las dehesas se producía porque existía una menor intensificación y una menor carga ganadera, unido a prácticas ancestrales de trashumancia y trasterminancia que permitían el descanso de la dehesa de la presión de los herbívoros durante largas temporadas, y por tanto la posibilidad de regeneración pasiva de árboles y/o arbustos. Sin embargo, la cada vez menor rentabilidad económica del sector ganadero ha llevado a sobrecargar el sistema hasta extremos alarmantes en algunos casos, de manera que se está poniendo en jaque la perdurabilidad o sostenibilidad de las dehesas.

Es por ello que urge explorar y buscar otras soluciones eficaces para conseguir regenerar las dehesas sin excesivos costes adicionales para los propietarios. Uno de los métodos es la regeneración activa que en especies leñosas puede llevarse a cabo mediante dos procedimientos fundamentales: la siembra directa de semillas en campo o la plantación de un platón previamente cultivado en vivero (González-Rodríguez et al., 2011). Estos dos métodos presentan sus ventajas e inconvenientes.

La plantación de plántones, sea en contenedor o raíz desnuda, presenta ciertas ventajas frente al semillado, como un mayor crecimiento inicial, mayores tasas de supervivencia (Dey et al., 2008; pero ver también González-Rodríguez et al., 2011 para resultados contrapuestos), y la eliminación del problema de la depredación de semillas (Pemán y Navarro, 1998).

Sin embargo, este método de reforestación muestra también importantes inconvenientes, fundamentalmente su alto coste en relación con el semillado (Löff et al., 2004) y el hecho de que, particularmente en el caso de especies con semillas de gran tamaño y que producen una potente raíz principal desde los primeros estadios tras la germinación y emergencia, puede producirse un desarrollo anómalo de la raíz principal (autorrepicada en el caso del interior del contenedor o amputada para las plantas producidas a raíz desnuda), originándose morfologías diferentes a las que desarrolla una semilla germinada directamente en campo, tales como la espiralización, la pérdida de la dominancia de la raíz principal y una menor profundidad de enraizamiento (Pemán et al., 2006).

La siembra directa no presenta los problemas descritos anteriormente, pero sin embargo, presenta como problema limitante las altas tasas de depredación de semillas, fundamentalmente por roedores y en menor medida por ungulados (mayormente el jabalí), con valores próximos al 100% en muchos casos (González-Rodríguez y Villar, 2012). El desarrollo de técnicas y métodos que reduzcan la depredación de bellotas y otras semillas de gran tamaño ha sido, consecuentemente, un aspecto de constante interés en el campo de la reforestación y restauración de ecosistemas (Castro et al., 2015).

Hasta fechas recientes no había en el mercado un dispositivo efectivo contra los depredadores que permitiese una reforestación masiva y barata mediante semillado. El desarrollo de técnicas que permitan el semillado directo con especies productoras de semillas grandes constituye una de las piedras angulares para abordar la restauración de ecosistemas arbolados. En este sentido, parte del equipo que presenta esta propuesta (UGR) ha patentado recientemente (julio de 2014) un dispositivo simple, pequeño y de fácil fabricación y manejo, el 'seed shelter', que evita la depredación de las semillas tras la siembra (Castro et al., 2015; Leverkus et al., 2015, Fig. 1). Esto podría abrir las puertas para la reforestación exitosa de las dehesas ibéricas mediante siembra directa.

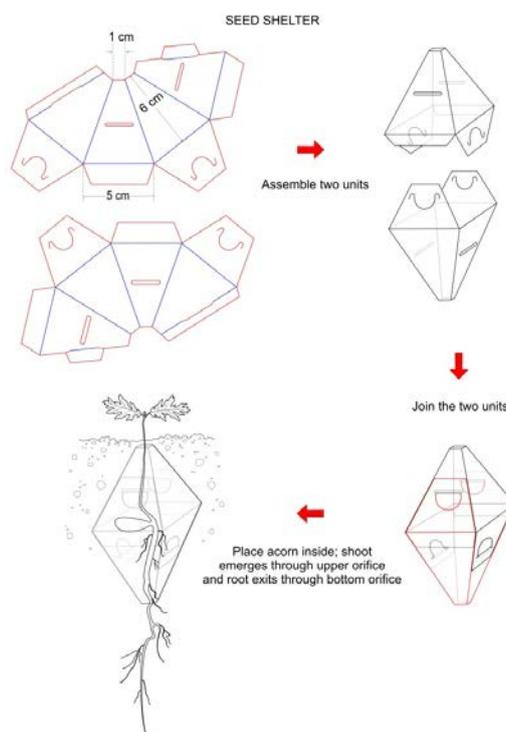


Figura 1. Prototipo testado del dispositivo protector de semillas ante depredadores ('seed shelter', patente P201331441). Comprende una pieza contenedora superior y una pieza contenedora inferior, idénticas y con forma de pirámide truncada, que se fabrican mediante un sistema de troquelado sobre plástico. Éste ha sido el sistema que se ha utilizado para la realización de experimentos preliminares en 2014 (Castro et al. 2015; Leverkus et al., 2015) y será la configuración empleada para este proyecto.

Otra vía para intentar alcanzar el éxito en la regeneración de arbolado en dehesas, y espacios desarbolados en general, es la plantación de brinzales cultivados en vivero durante varios años en contenedores mayores a los usados habitualmente en restauración, que suelen ser alvéolos de unos 300 cm³ en bandeja forestal. Se trata de macetas individuales de mayor volumen y profundidad (1,5, 3,5, 10, 17, 24, 40 L de capacidad) en los que se consigue obtener brinzales o árboles completamente desarrollados para su trasplante directo en campo.

Aunque su cultivo prolongado en vivero y sus cuidados iniciales aumentan considerablemente el precio de la planta, también se puede obtener un éxito mucho mayor que con las plantaciones tradicionales (una savia) y, sobre todo, se pueden obtener árboles adultos en producción mucho más rápido, inmediatez a valorar y, a priori, bienvenida por parte de los propietarios de las explotaciones de dehesa.

Un método para aumentar la supervivencia de las plántulas es el uso de protectores microclimáticos. Sin embargo, los diseños más utilizados provienen de zonas más frías que la mediterránea y por tanto, no del todo adecuadas para el clima de esta zona. Por ello, se están desarrollando nuevos diseños que puede tener un mayor éxito. Uno de ellos es el protector mixto desarrollado por el IFAPA que combina una mitad longitudinal del protector de un material antirradiación, que se deberá orientar preferiblemente hacia el sur (en el hemisferio norte, y hacia el norte en el hemisferio sur), y otra mitad de rejilla o malla ventiladora. Además, tiene también función protectora frente a animales.

Por otro lado, el presente proyecto pretende explorar la variabilidad en la tolerancia de la sequía que puede existir entre poblaciones de encina. Se espera encontrar que las poblaciones sujetas a mayor sequía presenten en su descendencia una mayor tolerancia a ésta, de manera que esto pueda constituir un factor de selección de semillas para la adaptación de las dehesas al efecto del cambio climático. Este criterio de selección, unido a otros de interés en la dehesa como la producción y calidad del fruto (tamaño y concentración de grasas), pueden ser muy relevantes para el futuro de este sistema agroforestal.

2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es analizar la viabilidad de nuevos métodos para la regeneración activa de dehesas de encina desde el punto de vista de su efectividad y del coste-beneficio. Este objetivo general se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

1) Siembra vs. plantación: Testar el efecto de la siembra versus plantación sobre el éxito de establecimiento y desarrollo de la encina, comparando los métodos clásicos con la protección de bellotas (seed shelter) para el caso de la siembra, y de la plantación. Igualmente se analizará el efecto que puede tener el riego sobre cada una de estos tratamientos.

2) Tamaño de planta grande: Comprobar la respuesta en campo de plantas de encina de gran tamaño (1-2 m altura) cultivadas en vivero en contenedores especiales de mayor tamaño que los convencionales (1,5 L, 10 L y 17 L de capacidad), y analizar el efecto del calibre inicial.

3) Protección microclimática: Evaluar el efecto de novedosos métodos de protección microclimática (protector de pasta de celulosa, teja, y protector mixto) en encinas provenientes de siembra de bellota.

4) Procedencia de la bellota: Evaluar el efecto de la “región” de procedencia de la bellota sobre la supervivencia y el desarrollo de las plantas de encina a partir de siembra.

5) Valoración económica: Análisis de los costes unitarios de cada uno de los métodos de regeneración estudiados.

3. Metodología

La mayoría de los experimentos serán realizados siguiendo un gradiente climático para darle robustez a los resultados y analizar las posibles limitaciones de las técnicas empleadas. Se seleccionarán 3 dehesas con pastoreo de ganado ovino, siguiendo un gradiente de precipitación desde ambiente seco-semiárido (300-450 mm) hasta ambiente subhúmedo (500-700 mm).

Objetivo 1: Siembra vs. plantación

Diseño experimental: 8 bloques aleatorizados en cada una de las 3 zonas de estudio. Cada bloque constaría de una mitad que se riega (3 riegos a lo largo del verano de unos 5 L por planta) y una mitad que no se riega. En cada bloque y nivel de riego se colocarán 10 réplicas completamente aleatorizadas de los siguientes tratamientos:

1. Siembra de bellota sin seed shelter (en otoño 2016).
2. Siembra de bellota con seed shelter (en otoño 2016).
3. Plantación con plantón de 1 savia cultivado en contenedor tradicional (300 cm³), a partir del mismo pool de bellotas que para las siembras anteriores, y que se sembrarían en vivero en el otoño 2016. La plantación en campo se realizaría en otoño de 2017.
4. Siembra de bellota sin seed shelter como en punto 1 en otoño de 2017 (con bellotas procedentes de los mismos árboles madre pero de una cohorte posterior).
5. Siembra de bellota con seed shelter como en punto 2 en otoño de 2017 (con bellotas procedentes de los mismos árboles madre pero de una cohorte posterior).

El tamaño de muestra será 10 individuos por tratamiento, nivel de riego y bloque para cada zona de estudio.

Variables que se medirían:

- Emergencia (caso de siembra) y supervivencia. Se realizarían 4 censos al año de todas las plantas.
- Crecimiento (altura, diámetro de tronco en el cuello de la raíz, número de hojas). Se medirán todas las plantas al final de la primavera.
- Variables ecofisiológicas: intercambio gaseoso en hoja con un IRGA (Infrared Gas Analyzer), potencial hídrico, fluorescencia. Se medirán 4 plantas de cada tipo al final de verano (época de estrés).
- Señal isotópica en hojas al final del experimento a partir de análisis del ^{13}C y ^{18}O , al menos. Se analizaría una única planta por tratamiento y nivel de riego en cada bloque al final de los experimentos (otoño 2018).
- Biomasa seca al final del experimento. Se cosechará la parte aérea de una fracción de las plantas sembradas.
- Análisis de nutrientes en hojas. Se tomará y analizará una muestra de hojas de varios individuos por tratamiento.

Objetivo 2: Tamaño de planta grande y grosor del tronco

El diseño experimental consistirá en 8 bloques en 3 zonas de estudio a seleccionar siguiendo gradiente de precipitación. Las plantas se pondrán en las proximidades de cada uno de los bloques del experimento del objetivo 1, con protección individual. Se pretende conocer la respuesta en campo de este tipo de plantas y el efecto del grosor del tronco (bajo o alto para las plantas en macetas de 1,5 y 10 L, que se establecerá llegado el momento en función del lote de plantas y se medirá a 20 cm del suelo; y los calibres ya establecidos en el mundo viverístico como 4/6 y 6/8 para la planta de 17 L medidos a 1 m del suelo). Los tratamientos a testar serán:

1. Planta en contenedor de 1,5 L de capacidad (calibre bajo).
2. Planta en contenedor de 1,5 L de capacidad (calibre alto).
3. Planta en contenedor de 10 L de capacidad (calibre bajo).
4. Planta en contenedor de 10 L de capacidad (calibre alto).
5. Planta en contenedor de 17 L de capacidad (calibre 4/6).
6. Planta en contenedor de 17 L de capacidad (calibre 6/8).

El tamaño de la muestra será entre 4 y 8 plantas por tipo. La plantación se realizará en otoño de 2016. En todos los casos la planta será regada inicialmente y durante el primer verano (10 L). Las plantas provendrán de vivero particular y la bellota será de la misma procedencia en todos los casos (Oliva de la Frontera, Extremadura). La preparación del suelo será un ahoyado con retroexcavadora sin volteo de horizontes y se dejará suficiente espaciamiento para evitar interferencias entre individuos.

Variables que se medirían:

- Supervivencia. Se realizarían 4 censos al año de todas las plantas.
- Crecimiento (diámetro de tronco a 20 cm y a 1,30 m). Se medirán todas las plantas al final de primavera.

- Variables ecofisiológicas: intercambio gaseoso en hoja con IRGA, potencial hídrico, fluorescencia. Se medirán 4 plantas de cada tipo al inicio de la primavera (época óptima) y final de verano (época de estrés).
- En los árboles de 17 L se controlará el crecimiento con dendrómetros digitales perimetrales. 3 árboles por calibre y localidad (3 x 2 x 3 = 18 árboles).
- Análisis de nutrientes en hojas. Se tomará una muestra de hojas de varios individuos por calibre.

Objetivo 3: Protección microclimática

Se analizará el efecto de diferentes protectores microclimáticos en la supervivencia y desarrollo de encinas provenientes de siembra. Los tratamientos serán los siguientes:

1. Siembra de bellota con protector de pasta de celulosa biodegradable.
2. Siembra de bellota con protector de teja.
3. Siembra de bellota con protector mixto.
4. Siembra sin protector microclimático (Control).

El tamaño de la muestra será de 50 individuos por tratamiento. La siembra se llevaría a cabo en la finca del IFAPA Centro Camino de Purchil (Granada). Se realizaría en el otoño de 2016 siguiendo un diseño completamente aleatorizado y se volverá a realizar en 2017 para conocer el efecto del año meteorológico.

VARIABLES QUE SE MEDIRÁN:

- Emergencia y supervivencia. Se realizarán 4 censos al año de todas las plantas.
- Crecimiento (altura, diámetro de tronco en el cuello de la raíz, número de hojas). Se medirán todas las plantas al final de la primavera.
- Análisis de nutrientes en hojas. Se tomará una muestra de hojas de varios individuos por tratamiento.
- Biomasa seca, aérea y radicular, al final del periodo de estudio (10 plantas por tratamiento).
- Temperatura y humedad del aire, y radiación en cada microambiente.

Objetivo 4: Procedencia de la bellota

Se usarán 10 bellotas por procedencia para cada bloque y nivel de riego, que se dispondrán aleatorizadas. Como región de procedencia (sensu lato) se considerarán poblaciones de encina sometidas a un gradiente ambiental contrastado en cuanto a precipitación y/o temperatura y tipo de suelo. Se seleccionarán 5 procedencias de suelo calizo y cinco procedencias de suelo silíceo, incluyendo la procedencia local (las 3 zonas de estudio). Se intentará seleccionar el mismo número de madres y bellotas por madre para cada procedencia. La plantación se localizará en el diseño planteado en el Objetivo 1 consistente en 8 bloques en cada una de las 3 zonas de estudio iniciales. Cada bloque consta de una mitad que se riega (3 riegos en verano de unos 5 L por planta) y una mitad que no se riega. En cada bloque y nivel de riego se colocarán 10 réplicas de cada una de las procedencias. Las bellotas se sembrarán dentro de protector (seed shelter) en todos los casos.

El tamaño de muestra será de 8 bloques x 2 niveles de riego x 10 procedencias x 10 individuos = 1.600 bellotas en cada una de las 3 zonas de estudio. Total= 4.800 bellotas. La siembra se realizará en el otoño de 2016.

VARIABLES QUE SE MEDIRÁN:

- Emergencia y supervivencia. Se realizarían 4 censos al año de todas las plantas.
- Crecimiento (altura, diámetro de tronco en el cuello de la raíz, número de hojas). Se medirán todas las plantas al final de primavera.
- Análisis de nutrientes en hojas. Se tomará una muestra de hojas de varios individuos por tratamiento.
- Biomasa seca aérea al final del periodo de estudio.
- Variables ecofisiológicas: intercambio gaseoso en hoja con IRGA, potencial hídrico, fluorescencia. Se medirán 4 plantas de cada tipo al inicio de la primavera (época óptima) y final de verano (época de estrés).

Objetivo 5: Valoración económica

Se hará un cálculo de costes finales por planta para cada uno de los métodos empleados en los que se tenga en cuenta:

Supervivencia.

Preparación del suelo.

Material biológico (semilla o planta).

Labores de siembra/plantación.

Protección frente a herbivoría, microclimática o frente a roedores.

Riegos.

Control de hierbas adventicias (escardas).

4. Resultados

Se comentan algunos de los beneficios esperados. Por ejemplo, los resultados de este proyecto serán de enorme aplicabilidad y permitirán 1) desarrollar una tecnología económicamente prometedora y eficiente para la regeneración de dehesas y 2) profundizar en el conocimiento de los procesos que determinan el éxito de siembras y/o plantaciones de encinas. Los beneficios tendrán por tanto una vertiente práctica, aplicada a la gestión y conservación de las dehesas, y una vertiente académica que permitirá avanzar en el conocimiento científico de los procesos y factores que limitan la regeneración de las dehesas. Desde el punto de vista de los beneficios esperables para este tipo de agroecosistemas, los objetivos del proyecto permitirán:

i) Determinar la utilidad de nuevas tecnologías para la regeneración del arbolado en dehesas (extrapolable también a otros espacios forestales y a otras especies).

ii) Determinar el rango de condiciones ambientales en las que tienen mayor efectividad, para poder establecer recomendaciones o condiciones de uso.

iii) Determinar la viabilidad económica del empleo de estas innovaciones aplicadas a la regeneración de dehesas.

iv) Desarrollar, en definitiva, una técnica de reforestación que pueda resultar más eficiente que la que actualmente se utiliza de modo mayoritario, con las ventajas que ello supone para la regeneración y conservación de la dehesa.

Los resultados esperables tienen por tanto una gran potencialidad de transferencia. Algunas de las innovaciones (nuevos contenedores, protectores de semillas, etc.) están en proceso de patente o han sido recientemente patentadas. Esto permitirá una rápida transferencia de resultados al mundo empresarial y a la gestión (pública o privada) de terrenos de dehesa, en caso de que las técnicas empleadas resulten ventajosas para la restauración de dehesas.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto IFAPA (PR.AVA.AVA01.19), cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020.

6. Bibliografía

CASTRO J.; LEVERKUS A.B.; FÚSTER F. 2015. A new device to foster oak forest restoration via seed sowing. *New Forests* (DOI 10.1007/s11056-015-9478-4).

DEY D.C.; JACOBS D.; MCNABB K.; MILLER G.; BALDWIN V.; FOSTER G. 2008. Artificial regeneration of major oak (*Quercus*) species in the eastern United States— A review of the literature. *Forest Science*, 54, 77–106.

DÍAZ, M.; CAMPOS, P.; PULIDO, F.J. 1997. The Spanish dehesas: a diversity in land-use and wildlife. En: Pain, D.J., Pienkowski, M.W., (Eds.), *Farming and birds in Europe. The common agricultural policy and its implications for bird conservation*, pp 178–209. Academic Press, San Diego.

ESCRIBANO, M.; PULIDO, F. 1998. La dehesa en Extremadura. Estructura económica y recursos naturales. SIDT – Junta de Extremadura, Mérida. 145 pp.

GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. M.; PÉREZ-FERNÁNDEZ, M. 1996. The dehesas, silvopastoral systems in semiarid Mediterranean regions with poor soils, seasonal climate and extensive utilization. En: Etienne M. (Ed.), pp. 55-70. *Western European silvopastoral systems*. INRA Editions, Paris.

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V.; NAVARRO-CERRILLO R.M.; VILLAR R. 2011. Artificial regeneration with *Quercus ilex* L. and *Quercus suber* L. by direct seeding and planting in southern Spain. *Ann For Sci* 68:637–646.

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V.; VILLAR, R. 2012. Post-dispersal seed removal in four Mediterranean oaks: species and microhabitat selection differ depending on large herbivore activity. *Ecol Res* 27: 587–594.

LEVERKUS, A.B., ROJO, M.; CASTRO, J. 2015 Habitat complexity and individual acorn protectors enhance the post-fire restoration of oak forests via seed sowing. *Ecological Engineering* 83: 276–280.

LÖF, M.; THOMSEN, A.; MADSEN P. 2004. Sowing and transplanting of broadleaves (*Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L., *Prunus avium* L. and *Crataegus monogyna* Jacq.) for afforestation of farmland. *For Ecol Manage* 188:113–123.

MONTERO, G.; TORRES, E.; CAÑELLAS, I.; ORTEGA, C. 1996. Modelos para la estimación de la producción de corcho en alcornocales. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales*, 5: 97-127.

OLEA, L.; SAN MIGUEL-AYANZ, A. 2006. The Spanish dehesa. A traditional Mediterranean silvopastoral system linking production and nature conservation. *Grassland Science in Europe* 11:3–13.

PEMÁN, J.; VOLTAS, J.; GIL-PELEGRIN, E. 2006. Morphological and functional variability in the root system of *Quercus ilex* L. subjected to confinement: consequences for afforestation. *Annals of Forest Science* 63:425-430.

PEMÁN, J.; NAVARRO, R. 1998. Repoblaciones forestales. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Lérida, Lérida.

PULIDO, F.J.; DÍAZ M. 2005. Regeneration of a Mediterranean oak: A whole-cycle approach. *Ecoscience*. 12: 92-102.

SÁNCHEZ, M.E.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; TRAPERO, A. 2010. Podredumbre radical de la encina y el alcornoque. En: enfermedades de las plantas causadas por hongos y oomicetos. Naturaleza y control integrado. Jiménez Díaz R. y Montesinos Seguí E. (eds.). Ed. Phytoma España-sef. Valencia. Pp. 135-148.