



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-327

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

¿Plantar o sembrar bellotas? Experiencias a nivel operacional en diversificación de pinares

REQUE KILCHENMANN, J.¹, LLAMAS LOSADA, M.A.², PANDO FERNÁNDEZ, V.¹, MARTÍN SÁNCHEZ, E.², RODRÍGUEZ LEÓN, R.³

¹ ETS Ingenierías Agrarias de Palencia (Universidad de Valladolid) – Instituto Universitario de Gestión Forestal

² Junta Castilla y León. Servicio Territorial de Medio Ambiente de Palencia

³ EULEN – Medio Ambiente

Resumen

La siembra directa de bellotas es reconocida como técnica viable de repoblación de encinas y robles desde la antigüedad. Su principal limitación se encuentra en las altísimas tasas de depredación de semillas por parte de roedores, ungulados, etc. El reciente desarrollo tecnológico de protectores de semillas abre la posibilidad a incorporar la siembra directa en labores de restauración forestal. En el presente estudio se confronta, en zona mediterránea continental (Cerrato, Palencia), la siembra protegida de bellotas con la plantación de brinzal de encina protegida con tubo invernadero bajo pinares mixtos de repoblación de *Pinus pinea* y *P. halepensis* recientemente aclarados en clara por lo bajo de peso fuerte. Los trabajos de repoblación y el diseño experimental fueron ejecutados por cuadrillas forestales con organización de las tareas propias de obra forestal. Tres años después de la implantación los resultados confirman la viabilidad de la siembra destacando: a) tasas de arraigo superiores en la siembra que en la plantación, d) disminución del arraigo conforme aumenta la distancia con respecto al árbol más próximo d) altas tasas de arraigo - tanto en siembra como en plantación - en las condiciones propias de un sotobosque forestal de masa aclarada por tratamientos selvícolas de clara.

Palabras clave

Selvicultura, *Quercus*, repoblación, bellota, clara

1. Introducción

La siembra directa de bellotas ha sido la técnica de implantación comúnmente utilizada en quercíneas mediterráneas hasta la primera mitad del siglo XX. El posterior desarrollo de las técnicas de vivero, y en especial de los contenedores forestales llevó a que la siembra directa fuera gradualmente sustituida por la plantación. En las últimas décadas la siembra de bellotas ha vuelto a cobrar interés en la selvicultura mediterránea atendiendo al mejor desarrollo del sistema radical pivotante de la planta sembrada en comparación con la plantada, la susceptibilidad de transmisión de patologías a través de planta de vivero y los menores costes de implantación (PREVOSTO et al. 2015)

La principal limitación a la siembra directa de bellotas, citada ya en época romana, es la elevada predación a la que se ven sometidas las semillas por parte de roedores, jabalíes, córvidos, etc., conociéndose ya desde antaño casos de predaciones del 100% de las bellotas sembradas. El protector más tradicional para proteger las bellotas frente a los roedores es enterrar sobre la bellota una malla metálica de luz superior a 0,5 cm que permita el paso del tallo pero evite que los roedores puedan acceder a la semilla. La malla metálica deberá ser no galvanizado o, en su defecto, tratada previamente para eliminar el tratamiento antioxidante para garantizar una gradual fractura y oxidación de la malla sin llegarse a producir el estrangulamiento de la plántula.

Desde principios del siglo XXI se vienen realizando diferentes ensayos con siembra directa y desarrollando diversos ingenios para proteger bellotas frente a los predadores, que puede ser muy variada, desde pequeños roedores a jabalís. En España destacan las experiencias de siembra protegidas con tubos invernaderos comerciales hincados a profundidades superiores a 30 cm en la Rioja Alavesa en comarcas agrícolas sin presencia de grandes herbívoros ni jabalís (ABAD y MARTÍNEZ

2014). La profundidad de siembra elegida, muy superior a la comúnmente utilizada en la colocación de protectores cilíndricos en repoblación, se muestra como suficiente para evitar la predación de microroedores. Una vez emergida la plántula, el protector o tubo invernadero garantiza la protección propia de este tipo de protector hasta que la planta emerge por encima del mismo. Como ingenios específicos de protección de semillas destacan en España el *seed shelter* (CASTRO et al. 2014), eficaz contra la predación de pequeños roedores y el protector de semilla (REQUE y MARTÍN 2014) que protege sinérgicamente frente a la predación de roedores, jabalís y herbívoros. La explotación de ambos protectores está protegida por patentes y su proceso productivo se encuentra actualmente en fase de desarrollo. En el entorno mediterráneo francés destacan los estudios de PREVOSTO et al. (2011) en los que para proteger de los roedores siembran la bellotas encapsuladas en pequeñas cajitas realizadas manualmente con malla metálica.

El creciente interés en aumentar la diversidad específica en masas de repoblación forestal en estados de desarrollo posterior al latizal, en las que no existe fuente de semilla de frondosas en la entorno, se presentan conceptualmente condiciones óptimas para la siembra de bellotas bajo cubierta (PREVOSTO y col. 2015). Aparecen de forma significativa estas condiciones ambientales en altos latizales-fustales de origen repoblación en los que la fracción de cubierta se ha aclarado parcialmente consecuencia de la ejecución de tratamientos selvícolas de clara. Las óptimas condiciones microambientales para la siembra bajo la cubierta aclarada son, lógicamente, dependientes de la estación, exposición, temperamento de la especie a sembrar, etc.. El reciente resurgir del interés por recuperar la siembra como técnica de implantación y la, también, reciente generalización de la aplicación de claras en el citado estado de desarrollo de masas forestales de repoblación de coníferas, hace que no se conozcan bien las óptimas condiciones microambientales para la siembra bajo la propia cubierta: ¿bajo la copa de la árboles remanentes, junto a su tronco, en claros entre copas, etc.? También cabe ser citado que los ensayos llevados hasta la fecha en siembra protegida bajo cubierta se han ceñido a un nivel experimental con diseños de muestreo muy controlados.

A día de hoy son muy escasas las experiencias de siembra a nivel operacional en obra forestal de diversificación de pinares de repoblación, con cuadrillas, diseño y ejecución de trabajos propios de trabajos forestales. Son, por el contrario, más comunes las experiencias de plantación de quercíneas de una o dos savias con protector en las mismas condiciones ambientales.

El objetivo del presente trabajo es evaluar las óptimas condiciones de implantación de las bellotas (siembra) bajo cubierta parcialmente aclaradas consecuencia de clara comercial y posterior siembra con cuadrillas forestales en comparación con la tradicional plantación. Se pretende también confrontar los resultados de la siembra protegida con la técnica más comúnmente aplicada a nivel operacional: La plantación de brinzal de una o dos savias protegida por tubo cilíndrico de 40 a 60 cm.

La hipótesis nula a evaluar es:

- no existen diferencias microambientales para la siembra bajo la cubierta aclarada consecuencia de clara comercial
- no existen diferencias de arraigo en la plantación y en la siembra

2. Objetivos

- Generales:
 - i. Determinar las óptimas condiciones microambientales para la siembra bajo cubierta aclarada de pinar de repoblación consecuencia de claras
 - ii. Evaluar la viabilidad de la siembra frente a la plantación
- Específicos:
 - i. Evaluar la viabilidad de la siembra bajo cubierta a nivel operacional en obra forestal

3. Metodología

3.1. Sitio de ensayo:

El sitio de ensayo se sitúa en el Monte “El Mueso”, (M.U.P./Elenco: P-4247004), Término municipal de Torquemada (Palencia), 41°59'25.03"N, 4°18'56.79"W. Se trata de una ladera con exposición norte, pendiente media del 50%. Las características del suelo vienen marcadas por la presencia de calizas y margas del mioceno. El suelo dominante se clasifica como regosol háplico RgHa.

El clima es supramediterráneo continental propio de la cuenca central del Duero (temperatura media anual de 12°C y 400-450 mm de precipitación, periodo de sequía de cuatro a cinco meses en el que se producen el 18% de las precipitaciones anuales).

En 1987 la ladera fue repoblada utilizando planta en bolsa de polietileno (200 cc) de *Pinus pinea* (80%) y *Pinus halepensis* (20%). La preparación del terreno consistió en terrazas subsoladas (tres rejonas) y plantación manual de planta en contenedor de bolsa plástica de una savia en las dos líneas exteriores de subsolado ($N_{ha} = 1200$)

En 2014 la masa forestal presentaba una estructura de latizal monoestratificado, mixta de cobertura completa sobre terrazas y parcialmente incompleta entre terrazas. Se aplicó en este año una clara baja de peso fuerte y poda sinpódica de la masa remanente hasta dos metros (. Las variables dasométricas de la masa remanente se resumen: N_{ha} [500 - 700], $AB_{m2/ha}$ [20 - 25], $Vol_{m3/ha}$ [100 -150], $H_0 = 8m$.

El aprovechamiento consistió en un apeo sistemático manual de una terraza de cada cuatro que pasó a ser calle de saca. Sobre la terraza se ejecutó una clara por lo bajo manual (clara entre calles). El desembosque se realizó sobre árbol completo desde las calles de saca con autocargador. A pie de monte se realizó una trituración (astillado) del árbol completo con destino biomasa-pellet. En el mismo punto se realizó la carga a camión. El tratamiento de clara se aplicó sobre una superficie de 30 hectáreas.

3.2. Diseño experimental:

Se confrontó la siembra directa con la plantación. Se implantaron de forma sistemática dos bellotas de *Quercus ilex* recogidas en fuente semillera F.S. situada a 5 km (F.S. código: ES/45/02/34/006), protegidas con el protector de semillas (REQUE y MARTÍN 2014) y planta de vivero de una savia en envase de 350 cc (Material forestal de reproducción categoría identificado. Región de procedencia: Cuenca Central del Duero) protegida con tubo invernadero invernadero monopieza y biselado, de doble capa, color verde translúcido y microperforado (diámetro de los poros: 1,8 mm). La longitud del tubo es de 60 cm, de los cuales 15 cm se enterraron en el terreno. El tubo se ancló con brida de plástico a estaca de madera de *Pinus sylvestris*, de 60 cm y 3x3cm de sección, con punta y tratada contra pudriciones en los primeros 50 cm desde la punta. Las bellotas sembradas directamente no fueron estratificadas y como tratamiento previo recibieron una inmersión de veinte minutos en agua con fungicida e insecticida CAPTAN 80%+IMIDACLOPRID 20%plv SL. Las bellotas que flotaban fueron desechadas.

La ejecución fue llevada a cabo por cuadrillas forestales y la organización de los trabajos fue la propia de obra forestal. Para la implantación, una terraza fue asignada a un solo operario.

La preparación del terreno consistió en un ahoyado mecanizado de profundidad superior a 60 cm sobre la línea central del subsolado de la terraza con barrena forestal (no helicoidal) acoplada a tractor forestal ligero de cadenas (90 C.V.). El ahoyado únicamente consistió en la penetración de la barrena sin extracción del suelo y sin inversión de horizontes. Conceptualmente la labor puede clasificarse como casilla o raspa profunda.

Se distribuyeron alternativamente un punto de siembra y un punto de plantación. La distancia entre hoyos fue de aproximadamente 4 metros sin replanteo previo de los mismos.

Para recoger el efecto de posibles efectos estacionales cambiantes a nivel de la propia ladera se definieron 4 bloques de ensayo siguiendo el contorno de la misma. En septiembre de 2014 se implantaron 493 puntos de siembra y 499 de plantación

Se ajustó un modelo de regresión logística para describir la relación entre la supervivencia de brinzales sembrados y plantados en función de variables independientes propias de la repoblación y la masa remanente:

- Variable dependiente: Probabilidad de supervivencia a los dos años (diciembre de 2016) función de (variables independientes):
- Factores: método de implantación (siembra vs. plantación) y bloque
- Regresores: terraza, distancia al árbol más próximo, diámetro del árbol más próximo
- Modelo estadístico

$$p_{ijk} = \frac{1}{1 + \exp(-Z_{ijk})}$$

$$\text{Con: } Z_{ijk} = \log\left(\frac{p_{ijk}}{1-p_{ijk}}\right) = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_j X_{1;ijk} + \delta_j X_{2;ijk} + \lambda_j X_{3;ijk}$$

- μ es el efecto de media general, α_i es el efecto del bloque i -ésimo; β_j es el efecto del método de regeneración j -ésimo; γ_j es el efecto lineal de la terraza sobre la probabilidad de supervivencia en el método de regeneración j -ésimo; δ_j es el efecto lineal de la distancia al árbol más cercano en el método de regeneración j -ésimo y λ_j es el efecto lineal del diámetro del árbol más cercano en el método de regeneración j -ésimo.

4. Resultados

La función protectora del protector de semilla o de los tubos protectores resultaron ser eficaces pese a la fuerte presencia de conejos en el monte. Los daños por conejo, jabalí y corzo no fueron significativos.

- Descriptiva de las variables evaluadas:
 - Diámetro del árbol más próximo: media = 11,12 cm; desviación standard = 3,9 cm
 - Distancia al árbol más próximo: media: 228 cm; desviación standard = 145,155 cm
 - Supervivencia y arraigo conjunta (nivel monte): Siembra: 71,5%; Plantación: 63,13% (Prueba de independencia (Tabulación cruzada) χ^2 : $p=0,0047$).
 - Efecto del bloque en la supervivencia conjunta (siembra y plantación) es altamente significativo ($p>0,0000$):
 - Bloque 1: vivos: 65,6%, muertos: 34,4%
 - Bloque 2: vivos: 79,1%, muertos: 20,9%
 - Bloque 3: vivos: 68%, muertos: 32%

- o Bloque 4: vivos: 56,5%, muertos: 43%

Análisis de efectos:

- o El Análisis de Desviaciones de la regresión logística muestra que existe una relación estadísticamente significativa (95%) entre las variables independientes y la supervivencia al segundo año
- o Las variables significativas en el modelo son el bloque y la distancia al árbol más próximo (Tabla 1)
- o La probabilidad de supervivencia del brinjal disminuye con el incremento de la distancia al árbol más próximo, tanto en siembra como en plantación (significación 95%) (Figura 1.)

La probabilidad de supervivencia se expresa:

$$\text{Probabilidad de supervivencia} = \exp(\eta) / (1 + \exp(\eta))$$

Dónde:

$$\begin{aligned} \eta &= 0,721835 + 0,00498983 * \text{terracea en plantación} + 0,00921524 * \text{terracea en siembra} - 0,00134568 * \text{distancia al} \\ &\text{árbol más próximo en plantación} - 0,0020603 * \text{distancia al árbol más próximo en siembra} + 0,000371243 * \text{diámetro del} \\ &\text{árbol más próximo en plantación} + 0,000860865 * \text{diámetro del árbol más próximo en siembra} + 0,42107 * \text{BLOQUE} \\ &= 1 + 1,03646 * \text{BL} = 2 + 0,668573 * \text{BL} \\ &= 3 - 0,448851 * \text{tipo de implantación (siembra/plantación)} = p \end{aligned}$$

Tabla 1. Pruebas de Razón de Verosimilitud

Factor	Chi-Cuadrada	Gl	Valor-P
Terraza en plantación	0,0249985	1	0,8744
Terraza en siembra	0,0769297	1	0,7815
Distancia al árbol en plantación	5,86725	1	0,0154 *
Distancia al árbol en siembra	5,79975	1	0,0160 *
Diámetro del árbol más próximo en plantación	0,0231454	1	0,8791
Diámetro del árbol más próximo en siembra	0,11587	1	0,7336
Bloque	22,4144	3	0,0001 **
Tipo de implantación Siembra/Plantación	0,716944	1	0,3971

* significación estadística
* alta significación estadística

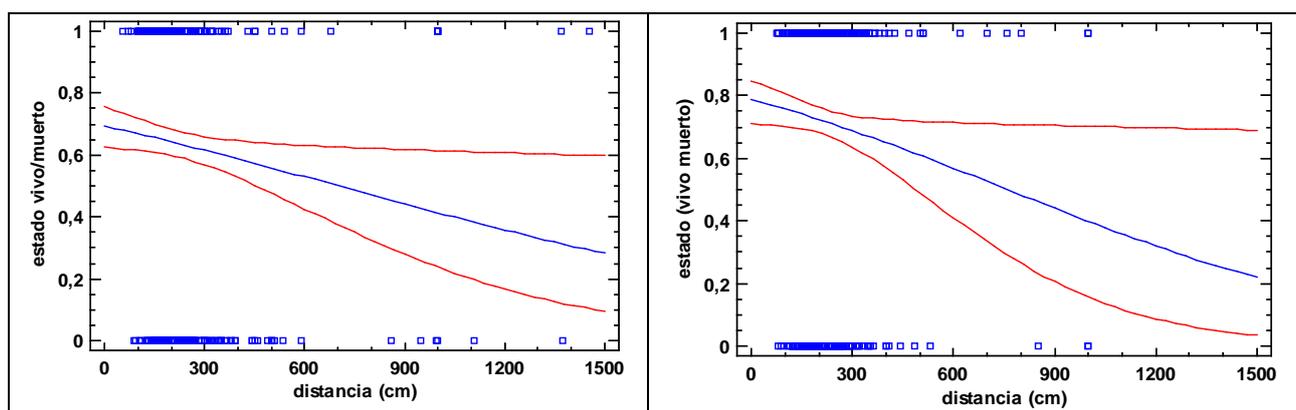


Figura 1. Gráfica del modelo ajustado (intervalo de confianza al 95%) para la siembra (izquierda) y la plantación (derecha). En el eje de ordenadas se representa el valor relativo de arraigo.

5. Discusión

Dos años después de la implantación y analizando los cuatro bloques como una única unidad de muestreo, el arraigo de la planta sembrada es estadísticamente superior a la plantada. Se presentan valores altos en ambos casos y superiores, en el caso de la siembra, a los comúnmente obtenidos en plantaciones en laderas de similares características sin presencia de arbolado. La protección ejercida por los protectores de brinzales y de bellotas fue muy alta y los valores obtenidos no se ven influenciados por la fuerte presencia de roedores, corzos y jabalís de la zona

Uno de los cuatro bloques (3) presenta tasas de arraigo, tanto en siembra como en plantación, muy inferiores al resto, lo que explica la significación de la variable bloque en el modelo. La terraza, como indicador de la ejecución de obra (cada terraza fue asignada a un único operario) no presenta ninguna significación lo que indica una uniforme ejecución de los trabajos y correcta dirección de obra. No se evalúan en el presente estudio rendimientos de implantación ni costes de los trabajos. Las apreciaciones de los capataces e ingenieros de obra indican rendimientos de trabajo más altos en la siembra que en la plantación debido a las más fáciles tareas de distribución de semillas y protectores. Cabe recordar que una parte importante del tiempo de trabajo se invierte en la plantación en la distribución y transporte de bandejas y alveolos de planta, tareas muy sencillas en el caso de la siembra. Los trabajos de implantación fueron ejecutados por cuadrillas asignadas como medios terrestres a la campaña de prevención de incendios con dedicación parcial a trabajos forestales en ausencia de incendio. Los protectores se construyeron en la base de incendios por los propios operarios en horas de canícula. Se ha estimado un rendimiento de tres a cuatro protectores por hora y operario.

La distancia al árbol más próximo se muestra como variable significativa en el modelo, tanto en siembra como en plantación. La probabilidad de supervivencia disminuye conforme se aleja el punto de implantación del árbol más próximo indicando un posible efecto facilitador de la masa remanente. Este factor puede ser trascendente en los meses estivales o en la captación de precipitaciones horizontales de niebla. En el caso de la plantación por cada dos centímetros de incremento de la distancia al árbol más próximo la probabilidad de supervivencia disminuye un 2/1000 ($1 - 0,99865 = 0,002$); en el caso de la siembra un 3/1000. Cabe resaltar que las distancias brinzal-árbol son relativamente uniformes en todo el muestreo al haberse realizado la apertura mecanizada de los hoyos sobre la línea central del subsolado sobre la que no se plantaron pinos en la repoblación. Esto

lleva a que en ningún caso se hayan colocado brinzales o semillas a pie de árbol y la muestra se centre en distancias de uno a tres metros. La falta de variabilidad en las distancias es propia y característica de una implantación ejecutada con diseño de obra forestal, a nivel rodal, y bajo la cubierta de una masa recientemente aclarada por lo bajo y con peso fuerte. Es por ello que no se pueda extrapolar estos resultados a situaciones de mayor variabilidad diferentes a las propias de condiciones post-clara.

Únicamente se ejecutó un tipo de preparación del terreno para todo el ensayo, ahoyado con barrena forestal acoplada a tractor ligero de cadenas. La movilidad del tractor sobre las terrazas resultó muy sencilla. Para el desplazamiento entre terrazas se utilizaron las propias calles de saca secundarias del tratamiento selvícola de clara (llamadas localmente raspaderos). La propia configuración de los taludes de las terrazas hubiera hecho imposible la circulación de maquinaria para la apertura de los hoyos de no haberse ejecutado previamente un aprovechamiento forestal mecanizado. Se muestra la trascendente necesidad de ajustar los trabajos de diversificación en pinares de repoblación a los de selvicultura aplicados previamente.

El presente trabajo supone una importante aportación al conocimiento de la siembra de bellotas en la diversificación de pinares de repoblación, especialmente en lo relativo a la ejecución de los trabajos a nivel “obra forestal”; los trabajos afectaron a una superficie de treinta hectáreas. Controlada puntualmente la predación con protectores, la siembra se confirma como una técnica viable de implantación con las ventajas añadidas frente a la plantación de un óptimo desarrollo del sistema radical y un menor riesgo de propagación de patologías asociadas a la manipulación de planta de vivero. Las condiciones microambientales propias de una masa aclarada consecuencia de una clara se consideran óptimas para la siembra de encina en laderas de repoblación de la comarca del Cerrato (Palencia –Valladolid). Por su similitud biogeográfica, similares condiciones se pueden presentar en comarcas calizas del interior peninsular como la Alcarria o el Maestrazgo.

La supervivencia de los brinzales plantados disminuye con la distancia a la masa remanente; en nuestro estudio las claras se ejecutaron en un latizal – alto latizal monoestratificado de cobertura completa. Es a partir de esta clase natural de edad en la que puede empezar a plantearse la autofinanciación de los tratamientos. El creciente desarrollo de las tecnologías asociadas a la transformación de la biomasa-pellet abre interesantísimas opciones selvícolas para la diversificación de los montes en los que la regeneración natural de frondosas se vea limitada por ausencia de fuente de semilla natural en el entorno.

Las altas tasas de arraigo obtenidas son ligeramente superiores a los resultados obtenidos en experiencias similares de siembra con protector en el entorno mediterráneo (CASTRO et al. 2014, REQUE y MARTÍN 2014, PREVOSTO et al. 2011, PREVOSTO et al. 2015). El único trabajo de siembra ejecutado con diseño propio de obra forestal encontrado es el de ABAD y MARTÍNEZ (2014) en la Rioja Alavesa en el que la repoblación se ejecuta entre fincas agrícolas (viñedos) sin presencia notable de ungulados silvestres. En ambos trabajos la preparación del terreno fue puntual y mecanizada. Atendiendo a las diferentes condiciones ambientales, las tasas de arraigo pueden ser consideradas similares.

El presente estudio refuerza, por último, la necesidad de plantear una selvicultura activa en forma de tratamientos selvícolas de clara (raleo) en las masas de coníferas de repoblación para garantizar su óptimo desarrollo y posibilitar su diversificación con frondosas en montes en los que no se cuente con dispersión natural de semilla.

6. Conclusiones

- La siembra de bellotas protegidas muestra tasas de arraigo superiores a la de la plantación de brinzales de una savia en contenedor forestal y protegida con tubo invernadero agujereado
- La implantación de brinzales protegidos y bellotas protegidas bajo la cubierta parcialmente aclarada consecuencia de tratamientos selvícolas de clara muestra tasas de arraigo superiores a las de la repoblación en condiciones similares en terrenos descubiertos
- La distancia del punto de implantación al árbol más próximo se muestra significativa en el arraigo, tanto en el caso de la siembra como en la plantación

7. Agradecimientos

A Ladislao Sánchez; Proyecto AGL FORMIXING. Complejidad y sostenibilidad en bosques mixtos: dinámica, silvicultura y herramientas de gestión adaptativa

8. Bibliografía

ABAD, C.; MARTÍNEZ, A.; 2014. La restauración forestal en la comarca de Rioja Alavesa. (programa FEDER 2007-2013). *Foresta n.55- Especial País Vasco-Euskadi*. 80-85.

CASTRO, J.; LEVERKUS, A.B; FUSTER, F.; 2015. A new device to foster oak forest restoration via seed sowing. *New Forests* (2015) 46: 919. doi:10.1007/s11056-015-9478-4

MONTOYA, J.; 1995. Técnicas de reforestación con encinas, alcornoques y otras especies de *Quercus* mediterráneas. *Hojas Divulgadoras 7-8(95)*, Ministerio de Agricultura, Madrid

PREVOSTO, B.; MONNIER, Y.; RIPERT, CH.; FERNANDEZ, C.; 2011. Can we use shelterwoods in Mediterranean pine forests to promote oak seedling development? *Forest Ecology and Management* 262, 1426–1433. doi:10.1016/j.foreco.2011.06.043

PRÉVOSTO, B.; REQUE, J.; RIPERT, CH.; GAVINET, J.; ESTÈVE, R; LOPEZ, J.; GUERRA, F.; 2015. Semer les chênes méditerranéens *Quercus ilex*, *Quercus pubescens*: pourquoi, comment et avec quelle réussite ?. *Forêt méditerranéenne t. XXXVI, n° 1*.

PRÉVOSTO, B.; REQUE, J.; LUCAS-BORJA, M.; LADIER, J.; VILLAGROSA, A.; 2015. *Increasing the resistance and resilience of mediterranean conifer forests: experiences from Spain and France and implications for management*. *PROCEEDINGS: XIV WORLD FORESTRY CONGRESS*, Durban, South Africa, 7-11 September 2015. Durban.

REQUE, J.A.; MARTIN, E.; 2015. Designing acorn protection for direct seeding of *Quercus* species in high predation areas. *Forest Systems* 24 (1), e018. doi: 10.5424/fs/2015241-05632