

MANUALES DE MULTIPLICACIÓN DE ESPECIES LIFE-RELICT
MANUAIS DE MULTIPLICAÇÃO DE ESPECIES LIFE-RELICT



QUERCUS L.



CENTRO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DE EXTREMADURA



MANUAL DE MULTIPLICACION DE ESPECIES DEL GÉNERO
QUERCUS (ESPECIES VULNERABLES DEL SW DE LA
PENÍNSULA IBÉRICA)

PROYECTO: LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754).

*Francisco M^a Vázquez, *David García, *Francisco Máquez, *Maria José Guerra,
**Mauro Raposo, **Catarina Meireles y **Carlos Pintos-Gómez.

* Unidad de Biodiversidad Vegetal, CICYTEX. Junta de Extremadura. España.
** Departamento de Ingeniería del Paisaje y Ecología. Universidade Evora. Portugal.

Edita: Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX)

ISSN: 2695-5776

Depósito legal: BA-763-2019

Imprime: Iberprint, Artes Gráficas

ÍNDICE

Introducción	7
Características Botánicas, Ecológicas y Fitogeográficas de las Especies	8
<i>Quercus canariensis</i> Willd.	8
<i>Quercus estremadurensis</i> O. Schwartz	9
<i>Quercus marianica</i> C. Vicioso.....	11
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.....	12
<i>Quercus robur</i> L. subsp. <i>broteroana</i> O. Schwartz.....	13
Frutos	15
Semillas	16
Caracterización	16
Recolección	19
Almacenamiento	21
Siembra	22
Germinación	22
Substratos	25
Envases	26
Épocas	28
Cuidados	28
Plántulas.....	30
Caracterización	30
Cuidados y Mantenimiento	31
Micorrización	32
Plantas.....	34
Caracterización	34
Cuidados y Mantenimiento	35
Enfermedades y Plagas	37
Equipamientos e Instalaciones	39
Viveros	39
Invernaderos	40
Cámaras	41
Riego	42
Maquinaria	43
Referencias Bibliográficas	44

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Quercus* son frecuentes en todo el hemisferio Norte y especialmente en la Península Ibérica configuran bosques de diferente entidad, poblando buena parte de los ecosistemas terrestres desde el nivel del mar hasta más allá de los 1800 m.

En la mitad occidental de la Península Ibérica se concentran más de la mitad de las especies conocidas del género *Quercus* que pueblan la Península, llegando a aparecer numerosos taxones endémicos de este territorio o del espacio ibero-norteafricano.

Como consecuencia de la necesidad de preservar la vegetación relictica de origen Mesozoico y con características lauroides que pueblan algunas localizaciones de las zonas montanas de Portugal continental, se han desarrollado estrategias específicas de conservación y multiplicación de la flora arbórea que acompaña a la vegetación lauroide a proteger.

Las especies de interés seleccionadas han sido las siguientes: *Quercus canariensis* Willd., *Quercus estremadurensis* O.Schwartz; *Quercus marianica* C.Vicioso, *Quercus pyrenaica* Willd. y *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz., siendo algunas de ellas endémicas del espacio Ibero-Norteafricano y otras de la Península Ibérica.



Figura 1. Bosques con especies de *Quercus* L. en el SW de Portugal (Monchique, Algarve).

El objetivo que pretende cubrir este Manual es poner de manifiesto las técnicas y aspectos relacionados con la multiplicación de las especies del género *Quercus* L., seleccionadas, para que cualquier técnico/a disponga de la información necesaria que facilite la obtención de plantas de calidad que faciliten la conservación de las mismas y especialmente de la vegetación a la que acompañan, en este caso a la contemplada en los objetivos propuestos en LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754).

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS, ECOLÓGICAS Y FITOGEOGRÁFICAS DE LAS ESPECIES

Las especies que nos ocupan en este manual se van a describir de forma específica con el fin de disponer de elementos morfológicos, ecológicos y de distribución que nos permitan discriminar a cada uno de los robles estudiados.

Quercus canariensis Willd., *Enum. Pl.* [Willdenow], 2: 975. 1809.

Descripción:

Árboles de hasta 35 metros de altura caducifolios a marcescentes, con hojas de limbo amplio crenado de más de 10 cm de largo y hasta 7 cm de ancho, con más de 10 pares de nervios secundarios, paralelos y claramente demarcados, peloso cuando jóvenes, se depilan las hojas en el envés cuando maduras; peciolo de más de 1,5 cm, cilíndrico, habitualmente caído a patente. Los frutos en grupos racimosos, de 2-6, en pedúnculo glabrescente a glabro, corto de no más de 2,5 cm, organizados en una cúpula de hasta 1,7 cm de altura, formada por brácteas, escamas sub-lanceoladas, imbricadas, pubescentes, de ápice redondeado, que contienen una semilla (aquenio) cilíndrica, de hasta 3,7 cm de longitud y 1,5 cm de grosor. Florece de marzo a abril (mayo), y fructifica de septiembre a octubre.



Figura 2. *Quercus canariensis* Willd.

Hábitat:

Aparece ligado a las zonas cálidas y abrigadas de serranías y depresiones próximas a la costa Atlántica o del Mediterráneo, sobre suelos profundos y ricos, de pH neutro a ligeramente ácido, con regímenes de precipitaciones por encima de los 800 mm anuales, sin heladas severas en el invierno y conviviendo con otras especies del género *Quercus*, especialmente aquellas del grupo *Gallifera* como *Q. faginea* Lam., *Q. lusitanica* Lam. o *Q. ilemcanensis* (A.DC.) Trab.

Distribución:

Es una especie endémica de la Península Ibérica y norte de África en su cuadrante Noroccidental. Aparece dispersa por el suroeste de la Península Ibérica en los montes de influencia Atlántica de las provincias de Cádiz y Málaga (España), en las zonas abrigadas del macizo de Monchique en Algarve (Portugal) y dispersa de forma discontinua en puntos del sur de Badajoz, Ciudad Real o Barcelona.

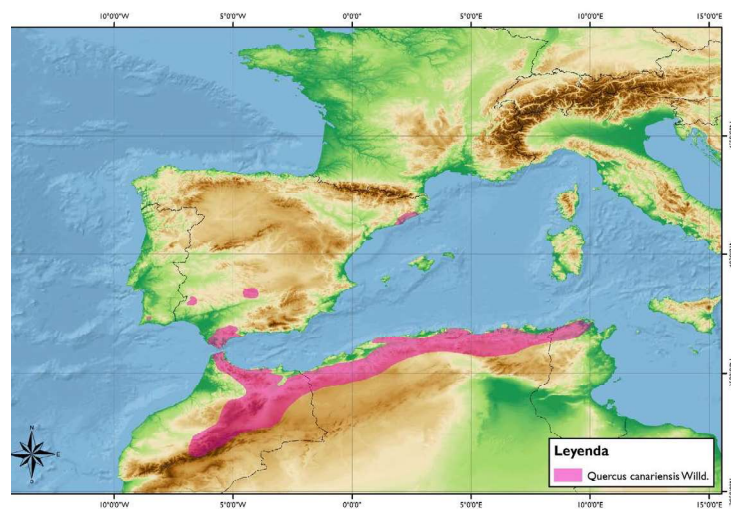


Figura 3. Mapa de distribución de *Quercus canariensis* Willd.

Quercus estremadurensis O.Schwartz, *Notizbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem*, 12: 463. 1935.

Descripción:

Árboles de hasta 30 metros de altura caducifolios a marcescentes, con hojas de limbo amplio lobulado de contorno romboidal, de hasta 11 cm de largo y hasta 4,5 cm de ancho, con hasta 6 pares de nervios secundarios, paralelos a sinusoidales en el extremo apical, lampiños cuando jóvenes y en la madurez, con pelos simples articulado glandulosos dispersos en el envés; peciolo corto de hasta 1,2 cm, cilíndrico, habitualmente patente. Los frutos en solitario o en grupos racimosos, de 2-3, en pedúnculo largo de hasta 11 cm, organizados en una cúpula de hasta 1,1 cm de altura, formada por brácteas, escamas



Figura 4. *Quercus estremadurensis* O.Schwartz

lanceoladas, imbricadas, pubescentes, de ápice redondeado, que contienen una semilla (aquenio) cilíndrica, de hasta 2,6 cm de longitud y 1,2 cm de grosor. Florece de marzo a abril, y fructifica de septiembre a octubre.

Hábitat:

Aparece ligado a las zonas abrigadas de serranías y depresiones próximas a la costa Atlántica, sobre suelos profundos y ricos, de pH neutro a ligeramente alcalino, con regímenes de precipitaciones por encima de los 700 mm anuales, con o sin heladas severas en el invierno y conviviendo con otras especies del género *Quercus*, especialmente aquellas del grupo *Gallifera* como *Q. faginea* Lam., *Q. lusitanica* Lam., o *Q. tlemcenensis* (A.DC.) Trab. en el Sur, además de *Q. suber* L. y *Q. pyrenaica* Willd., especialmente en el Norte.

Distribución:

Es una especie endémica de la Península Ibérica y norte de África en el extremo Noroccidental. Aparece dispersa por toda la costa Atlántica portuguesa desde Porto hasta Monchique (Algarve), introduciéndose en zonas de Salamanca, Cáceres, Huelva y especialmente Badajoz, en España. En el norte de África se tiene testimonios de la región de Tánger (Marruecos).

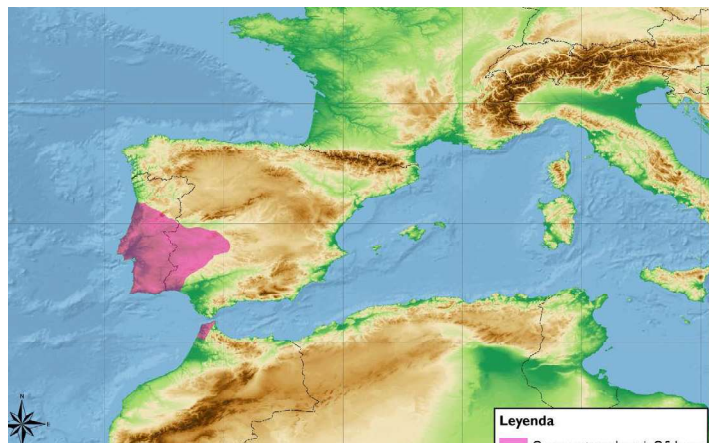


Figura 5. Mapa de distribución de *Quercus estremadurensis* O.Schwartz

Quercus marianica C.Vicioso, *Bol. Inst. For. Invest. & Exper. Madrid*, 51: 129. 1950.

Descripción:

Árboles de hasta 27 metros de altura, caducifolios a marcescentes, con hojas de limbo amplio de más de 7 cm de largo y hasta 5 cm de ancho, de margen serrado a ligeramente lobulado, con más de 7 pares de nervios secundarios, claramente demarcados, pelosos cuando jóvenes, depilándose parcialmente el



limbo de las hojas en el envés cuando maduras, quedando hojas glabrescentes; peciolo de más de 1 cm, cilíndrico, habitualmente caído a patente. Los frutos en grupos racimosos, de (1)2-7, en pedúnculo pubescente a glabrescente, corto de no más de 3 cm, organizados en una cúpula de hasta 1,8 cm de altura, formada por brácteas, escamas sub-lanceoladas, imbricadas, pubescentes, de ápice redondeado, que contienen una semilla (aquenio) cilíndrica, de hasta 3,5 cm de longitud y 1,4 cm de grosor. Florece de marzo a abril, y fructifica de septiembre a octubre.

Figura 6. *Quercus marianica* C.Vicioso

Hábitat:

Aparece ligado a las zonas cálidas y abrigadas de serranías y depresiones próximas a la costa Atlántica o de influencia de ésta, sobre suelos profundos y ricos, de pH neutro a ligeramente alcalino, con regímenes de precipitaciones por encima de los 700 mm anuales, con algunas heladas severas en el invierno y conviviendo con otras especies del género *Quercus*, especialmente aquellas del grupo *Gallifera* como *Q. faginea* Lam., *Q. lusitanica* Lam., *Q. tlemcenensis* (A.DC.) Trab. y, más frecuentemente con, *Q. suber* L.

Distribución:

Es una especie endémica de la Península Ibérica y norte de África en su cuadrante Noroccidental. Aparece dispersa por el suroeste de la Península Ibérica en los montes de influencia Atlántica de las provincias de Huelva, Cádiz, Badajoz y Cáceres (España), en las zonas abrigadas del macizo de Monchique en Algarve, buena parte del Alentejo, Ribatejo, Estremadura, hasta Beira Litoral (Portugal).



Figura 7. Mapa de distribución de *Quercus marianica* C.Vicioso.

Quercus pyrenaica Willd., *Sp. Pl.*, ed. 4 [Willdenow], 4(1): 451. 1805.

Descripción:

Árboles de hasta 32 metros de altura caducifolios a marcescentes, con hojas de limbo medio a amplio de más de 5 cm de largo y hasta 6,5 cm de ancho, de margen lobulado, con hasta 11 pares de nervios secundarios, claramente demarcados, pubescentes con pelos fasciculados en el envés de jóvenes y maduras, y pubescentes cuando jóvenes en el haz, aunque



Figura 8. *Quercus pyrenaica* Willd.

pueden depilarse cuando maduras y quedar glabrescentes en el haz; peciolo de hasta 2,5 cm, cilíndrico, habitualmente caído a patente. Los frutos en grupos racimosos, de (1)2-4(7), en pedúnculo corto de no más de 2,5 cm, organizados en una cúpula de hasta 2 cm de altura, formada por brácteas, escamas sub-lanceoladas, libres a ligeramente imbricadas, pubescentes, de ápice redondeado, que contienen una semilla (aquerio) cilíndrica, de hasta 4,1 cm de longitud y 2,7 cm de grosor. Florece de marzo a mayo, y fructifica de septiembre a noviembre.

Hábitat:

Aparece ligado a las zonas templadas, en zonas con influencia atlántica o frías continentales, sobre suelos de potencia media a profunda, de pH

neutro a ligeramente ácido, con regímenes de precipitaciones por encima de los 800 mm anuales, habitualmente en zonas de heladas severas en el invierno y conviviendo con otras especies del género *Quercus*, especialmente aquellas del grupo *Robur* como *Q. robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl. y en menor medida con especies como *Q. faginea* Lam. y *Q. suber* L.

Distribución:

Es una especie extendida por el Sur de Francia, toda la Península Ibérica y el noroeste de África. Es más frecuente en las zonas montanas por encima de los 700 m s.n.m. en la Península Ibérica y África, aunque también aparece en localizaciones a nivel del mar en la costa Atlántica portuguesa o en las zonas de la Provenza francesa.

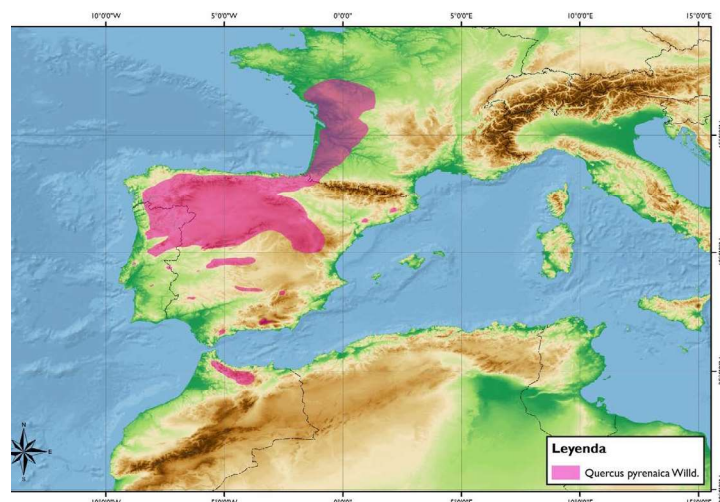


Figura 9. Mapa de distribución de *Quercus pyrenaica* Willd.

Quercus robur L. subsp. ***broteroana*** O.Schwartz, *Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Sonderbeih. D:* 108. 1937.

Descripción:

Árboles de hasta 32 metros de altura, caducifolios, con hojas de limbo amplio de más de hasta 14 cm de largo y 7,5 cm de ancho, ampliamente lobulada con forma sub-romboidal el limbo, con más de 6 pares de nervios secundarios, claramente demarcados, glabras; peciolo de hasta 0,7 cm, cilíndrico, habitualmente patente. Los frutos en grupos racimosos, de (1)2-4, en pedúnculo largo de hasta 7 cm, organizados en una cúpula de hasta 1,4 cm de altura, formada por brácteas, escamas sub-lanceoladas,

fuertemente imbricadas, a veces gibosas en el dorso, pubescentes, de ápice redondeado, que contienen una semilla (aquenio) cilíndrica, de hasta 3,2 cm de longitud y 1,9 cm de grosor. Florece de marzo a mayo, y fructifica de septiembre a octubre.



Figura 10. *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz

Hábitat:

Aparece ligado a las zonas templadas y lluviosas de toda el área de influencia atlántica. Es frecuente en zonas de bosques caducifolios conviviendo con *Q. pyrenaica*, en zonas de valles, y asociado a la vegetación de ribera conviviendo con especies de *Alnus*, *Ulmus*, *Fraxinus* o *Salix*. Se asienta sobre suelos ricos, profundos, con pH ácido a ligeramente alcalino, siendo frecuente en terrenos silíceos, por debajo de los 1700 m s.n.m., hasta el nivel del mar.

Distribución:

Es una especie endémica de la Península Ibérica, especialmente del tercio occidental, siendo su principal área de distribución Portugal y, en menor medida, aparece en las regiones españolas de Galicia, Asturias y ocasionalmente en Extremadura y Castilla-León.

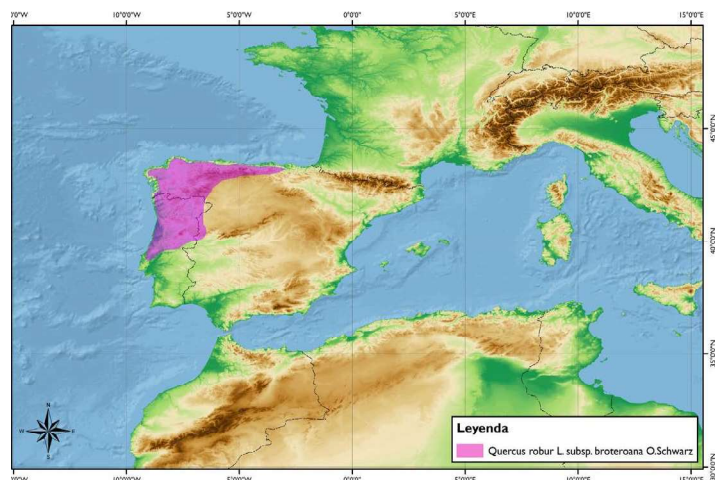


Figura 11. Mapa de distribución de *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz

FRUTOS

Los frutos de las especies del género *Quercus* L., se caracterizan por ser un aquenio encerrado o soportado con una cubierta semileñosa con forma de oquedad semicilíndrica a subesférica.

Dentro del fruto podemos distinguir el pedúnculo, la cúpula o cubierta de la semilla y el aquenio o semilla.

El pedúnculo es una porción sobre la que se suspende la cúpula y el aquenio, con desigual longitud, dependiendo de las especies, habitualmente cilíndrico, glabro o pubescente y fuertemente vascularizado.

La cúpula dispone de una parte externa recubierta de escamas de diferente morfología, imbricadas, libres o soldadas, que cubren toda la superficie de la cubierta de la cúpula. Internamente es lisa, normalmente con un fieltro superficial formado por pelos simples, lisos y cortos que constituye la zona sobre la que descansa el aquenio.

Dentro del aquenio podemos distinguir a su vez una cubierta semileñosa, flexible cuando fresca, dura cuando seca, que protege a una cubierta membranosa, enervada que recubre a dos cotiledones de cara proximal plana y distal redondeada, cohesionados por la cara plana, y unidos entre sí por el embrión apical.

Las especies que nos ocupan las podemos discriminar en base a las características de sus frutos como se pone de manifiesto en la clave dicotómica anexa.

- 1.- Frutos con pedúnculos de más de 6 cm de longitud 2.
- 1.- Frutos con pedúnculos de hasta 5,5 cm de longitud 3.
- 2.- Pedúnculos de los frutos glabrescentes, con aquenios cilíndricos de hasta 1,8 cm de grosor *Q. estremadurensis*
- 2.- Pedúnculos de los frutos glabros con aquenios cilíndricos de hasta 2,1 cm de grosor *Q. robur* subsp. *broteroana*
- 3.- Frutos con las escamas de la cúpula libres *Q. pyrenaica*
- 3.- Frutos con las escamas de la cúpula imbricadas 4.
- 4.- Frutos con pedúnculo glabrescente a glabro *Q. canariensis*
- 4.- Frutos con pedúnculo pubescente a glabrescente *Q. marianica*

SEMILLAS

En los siguientes apartados se van a tratar aspectos relacionados con el protocolo de caracterización de semillas, así como, aspectos relacionados con su recolección y almacenamiento.

Caracterización

Las especies del género *Quercus* L. se caracterizan a nivel de sus semillas por disponer de una diversidad elevada en su morfología, dimensiones y en las características de su cubierta externa o pericarpio.

Junto a la diversidad o variaciones en la cubierta la morfología del embrión en cada especie suele ser singular, variando las dimensiones y morfología de epicotilo e hipocotilo, así como la parte distal o radícula en los primeros estadios de desarrollo del embrión.

Todas estas características nos van a permitir discriminar las semillas de cada una de las especies en estudio.

Quercus canariensis Willd.

Aguenio: 20–30 x 12–18 mm, forma: cilíndrica

Cúpula: 7–18 x 12–18 mm con escamas aovadas y tomentosas, en disposición densa y, al menos las inferiores, gibosas.



Cubierta de las semillas: Es una superficie externa lisa, de color castaño-amarillenta, y endocarpo lampiño.

Figura 12. Bellotas de *Quercus canariensis* Willd.

Cotiledones: Aparece imbricados uno al otro, con la superficie externa membranosa de tono marrón pálido.

Embrión: dispone de una forma cilíndrica, con las dimensiones siguientes: 4–5 x 2–3 mm.

Quercus estremadurensis O.Schwartz

Aquenio: 25-45 x 10-18 mm, forma: cilíndrica.

Cúpula: 7-12 x 12-20 mm
escamas pubérulas, ovado-triangulares adpresas e imbricadas, planas más o menos gibosas.

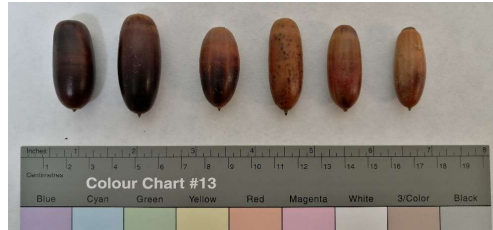


Figura 13. Bellotas de *Quercus estremadurensis* O.Schwartz

Cubierta de las semillas: Es una superficie externa lisa, de color castaño-amarillenta, y endocarpo lampiño.

Cotiledones: Aparece imbricados uno al otro, con la superficie externa membranosa de tono marrón claro.

Embrión: dispone de una forma ovada, con las dimensiones siguientes: 3-4 x 2-3 mm.

Quercus marianica C. Vicioso

Aquenio: 20-35 x 12-20 mm, forma: oblonga.

Cúpula: 9-12 x 12-15 mm
hemisférica vellosa con escamas cortas imbricadas, ceniciento-vellosas, las inferiores ovadas y las superiores linear-triangulares y más o menos libres.



Figura 14. Bellotas de *Quercus marianica* C. Vicioso

Cubierta de las semillas: Es una superficie externa lisa, de color castaño amarillento, y endocarpo lampiño.

Cotiledones: Aparece imbricados uno al otro, con la superficie externa membranosa de tono marrón oscuro.

Embrión: dispone de una forma cilíndrica, con las dimensiones siguientes: 1,8-2,0 x 0,4-0,5 mm.

Quercus pyrenaica Willd.

Aquenio: 15-45 x 10-25 mm, forma: cilíndrica.

Cúpula: 6-18 x 14-26 mm hemisférica vellosa con escamas cortas imbricadas, ceniciento-vellosas, las inferiores ovadas y las superiores linear-triangulares y más o menos libres.

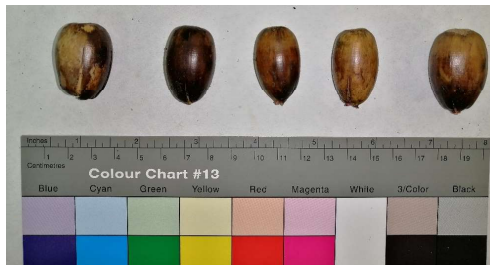


Figura 15. Bellotas de *Quercus pyrenaica* Willd.

Cubierta de las semillas: Es una superficie externa lisa, de color castaño y endocarpo lampiño.

Cotiledones: Aparece imbricados uno al otro, con la superficie externa membranosa de tono marrón claro.

Embrión: dispone de una forma cilíndrica, con las dimensiones siguientes: 7-9 x 3-4 mm.

Quercus robur L. subsp. *broteroana* O.Schwartz

Aquenio: 20-35 x 12-20 mm, forma: aovado-oblonga.

Cúpula: 8-12 x 12-25 mm, con escamas pubérulas, ovado-triangulares adpresas e imbricadas, planas más o menos gibosas.



Figura 16. Bellotas de *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz

Cubierta de las semillas: Es una superficie externa lisa, lustrosa, de color castaño, y endocarpo lampiño.

Cotiledones: Aparece imbricados uno al otro, con la superficie externa membranosa de tono marrón pálido.

Embrión: dispone de una forma ovada, con las dimensiones siguientes: 5-6 x 3-4 mm

Recolección

Los elementos que se deben tener presentes en el momento de la recolección se ajustan a las premisas legales y ambientales que faciliten una recolección correcta y a los métodos adecuados para la recolección y envasado de las semillas en campo y durante el proceso de transporte.

Desde el punto de vista legal existen normativas específicas a nivel europeo, nacional y regional que controlan y gestionan de forma adecuada la recolección de semillas de especies silvestres y especialmente aquellas que presentan algún grado de amenaza o vulnerabilidad.

Paralelamente la legislación de cualquier país europeo obliga a los recolectores de semillas de especies silvestres destinadas a su multiplicación para su posterior introducción en el medio natural, a la obtención de permisos que servirán en el futuro como documentos de pasaporte destinados a la certificación en vivero de las plantas de reproducción de origen silvestre y para forestación en espacios naturales, especialmente en las zonas con algún tipo de protección.

Conocidos estos aspectos es preciso hacer hincapié en la forma de recoger las semillas que debe seguir un protocolo estandarizado y homogéneo para cada especie o grupos de especies según las recomendaciones de agencias internacionales como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en temas de conservación y protección vegetal.

Como recomendaciones básicas a seguir en la recolección podemos mencionar:

- No eliminar más del 5% de propágulos regenerativos de cada población.
- Nunca eliminar semillas o propágulos de generación en zonas con alta vulnerabilidad o riesgos para su conservación.
- Realizar la colecta programada, diseñada y con personal especializado.
- Recoger la mayor diversidad posible sin deteriorar o poner en riesgo la diversidad existente.
- Nunca escalonar la recogida de semillas, hacerlo en una sola ocasión y con el menor riesgo para la población.

Una vez consideradas las recomendaciones básicas de acceso y control de la recolección se debe recopilar toda la información básica de carácter geográfico, fisiográfico, biológico, ambiental y antrópico:

- Información geográfica en formato de coordenadas georeferenciadas.
- Altitud, orientación y pendiente.
- Suelo: tipo de suelo, profundidad y fertilidad aproximada.
- Flora: vegetación tipo, especies más abundantes, índice aproximado de riqueza específica.
- Fauna: potenciales especies de aves, especies polinizadoras e insectos que puedan generar daños directos en la flora.
- Hongos: especies presentes de forma genérica.
- Climatología: información térmica y pluviométrica (en gabinete).
- Bioindicadores: presencia de bulbosas, aves frugívoras.
- Influencia humana: distancia a núcleos urbanos, cultivos próximos, usos ganaderos.
- Amenazas: incendios, erosión, antrópica.

Por otro lado, algunas de estos taxones (*Quercus canariensis* Willd., *Quercus pyrenaica* Willd., *Quercus robur* L. se encuentran incluidos en la normativa europea (Directiva 1999/105/CE) y española (Real Decreto 289/2003) relativa a la comercialización de los materiales forestales de reproducción.

Concretamente en territorio español actualmente existen definidas regiones de procedencia (RP) y procedencias de área restringida (PAR) para *Quercus canariensis* Willd. (Macizo del Aljibe; Sierra de Aracena-Jerez de los Caballeros, Cataluña, Las Villuercas, La Nava de Santiago), *Quercus pyrenaica* Willd. (Galicia Septentrional, Galicia Meridional, Aliste-Maragateria, Cordillera Cantábrica Meridional, Cordillera Cantábrica Septentrional, Sistema Ibérico Septentrional, Salamanca-Sayago, Gata y Peña de Francia, Gredos y Sierra de Ávila, Valles del Tiétar y Jerte, Norte de la Sierra de Guadarrama, Sur de la Sierra de Guadarrama, Sistema Ibérico Meridional, Sierra Morena Oriental Sierra Nevada; Rías altas, Rías Bajas, Asturias, Picos de Europa, Sierras y Pirineo Navarro, Montañas de Prades, Peñagolosa, Sierra de San Pedro, Sierra Morena Occidental, Sierras de Segura y Alcaraz, Macizo de Aljibe y Prepirineo Catalán) y *Quercus robur* L. (Galicia, Montañas de León, Cordillera Cantábrica Central, Cordillera Cantábrica Meridional, Litoral Vasco-Navarro, Pirineo Navarro, Pirineo Central y Sierras Catalanas, Sistema Ibérico Septentrional; Moncayo, Las Batuecas-Norte de Extremadura).

Almacenamiento

Tras recolectar las semillas se debe proceder a su almacenaje, siempre en envases que permitan un intercambio gaseoso, de tipo textil o papel, impidiendo el desarrollo de hongos, y facilitando un almacenaje y transporte sin generar daños en las semillas o propágulos.



Figura 17. Ejemplo de sobres de papel para el almacenaje y transporte de semillas de *Quercus*.

Los contenedores de almacenamiento deben estar perfectamente etiquetados con los datos de pasaporte que se simplifican en base a los siguientes ítems: especie, lugar de origen, lote, fecha de recolección, peso, referencia del permiso de recolección, recolectores, etc.

Con los datos de pasaporte las semillas se pueden transportar a los centros de multiplicación. Adicionalmente las semillas antes de su transporte pueden pasar algunos procesos preventivos de desinfección (fungicidas e insecticidas) antes de su almacenaje, en beneficio de mantener la calidad de las mismas e impedir su deterioro. Para facilitar su conservación las semillas también pueden ser tratadas con fuentes lumínicas de luz ultravioleta para eliminar y destruir esporas y posibles patógenos que pudieran dañar las cubiertas o el contenido de las semillas.

Todos los tratamientos y procedimientos de manejo a los que hayan sido sometidas las semillas deben ser reflejados mediante una nota informativa en su pasaporte.

Las semillas de *Quercus* son recalcitrantes por lo que se recomienda en todo momento que la humedad de las semillas no descienda por debajo del 65%. Por ello se deben realizar pequeños riegos o pulverizaciones desde la recogida hasta la siembra en condiciones de temperatura entre 5 y 15°C.

SIEMBRA

Germinación

Las semillas precisan de unas condiciones específicas para activar el proceso germinativo: el agua debe penetrar dentro de la semilla para disolver sustancias nutritivas y reblandecer la cubierta de las semillas, presencia de oxígeno, una temperatura dentro de un rango óptimo, períodos de oscuridad y/o luz, etc.



Figura 18. Cámara climática empleada en los ensayos de germinación.

En términos generales podemos definir unas características básicas extensibles a las especies del género *Quercus* (temperatura, humedad y fotoperíodo):

- Humedad ambiental constante por encima del 80%.
- Oscuridad: por encima del 70% de sombreado.
- Ciclos de luz: de entre 9 (luz)–15(oscuridad) y 11(luz)–13(oscuridad).
- Temperatura ambiental por encima de los 14°C en ciclos de al menos 10 horas.

Sin embargo, a nivel particular cada especie multiplicada dispone de peculiaridades que es necesario definir (tabla 1):

Taxon	Humedad relativa (%)	Oscuridad (%)	Ciclos lumínicos (horas)	Ciclos térmicos (horas)
<i>Quercus canariensis</i> Willd.	80–85	75	11horas (luz)–13 horas (oscuridad)	11horas (18°C)–13 horas (9°C)
<i>Quercus estremadurensis</i> O.Schwartz	80–85	75	10 horas (luz)–14 horas (oscuridad)	10 horas (16°C)–14 horas (8°C)
<i>Quercus marianica</i> C.Vicioso	80–85	70	11 horas (luz)–13 horas (oscuridad)	11 horas (18°C)–13 horas (9°C)
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	80–85	70	10 horas (luz)–14 horas (oscuridad)	11horas (16°C)– 14 horas (6°C)
<i>Quercus robur</i> L. subsp. <i>boteroana</i> O.Schwartz	80–85	70	9 (luz)–15(oscuridad).	9 horas (14°C)–15 horas (6°C).

Tabla 1. Condiciones ambientales óptimas (temperatura, humedad y fotoperíodo) para la germinación de diferentes especies del género *Quercus*.

Se han obtenido resultados diferentes en la germinación de cada especie en base a las condiciones ambientales (temperatura, fotoperiodo, humedad) previamente definidas. En algunas especies la germinación ha transcurrido de forma rápida, mientras que en otras la germinación ha sido más paulatina. De forma global si se puede establecer unas pautas de germinación genérica para el grupo de *Quercus*, en los que una vez comenzada la germinación el proceso transcurre a lo largo de 30-40 días, y este se puede ver beneficiado o frenado como consecuencia de régimen de temperaturas en el que ésta se desarrolla (v. figuras 18, 19, 20, 21 y 22).

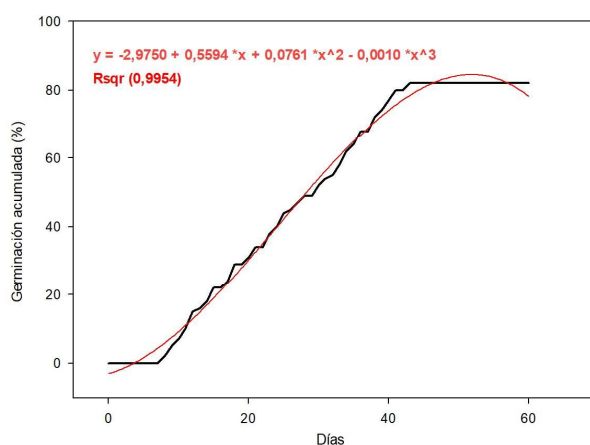


Figura19. Distribución de la curva de germinación de las semillas de *Quercus canariensis* Willd., a lo largo del año 2018-2019, en las condiciones de oscuridad y temperatura previamente indicadas, con una humedad por encima del 80%. En rojo la curva de tendencia con R^2 , que nos ofrece el ajuste de los datos observados a una curva de tipo polinomial grado 3.

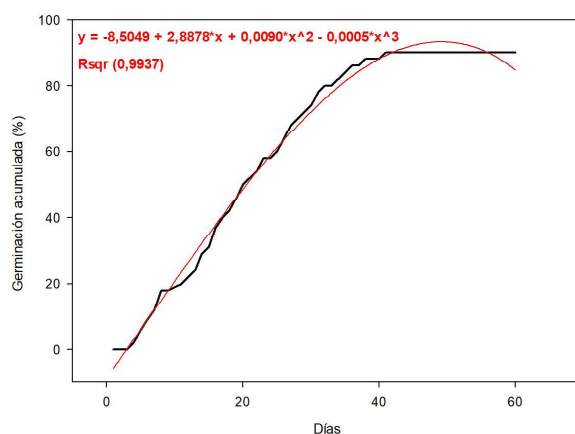


Figura 20. Distribución de la curva de germinación de las semillas de *Quercus estremadurensis* O.Schwartz, a lo largo del año 2018-2019, en las condiciones de oscuridad y temperatura previamente indicadas, con una humedad por encima del 80%. En rojo la curva de tendencia con R^2 , que nos ofrece el ajuste de los datos observados a una curva de tipo polinomial grado 3.

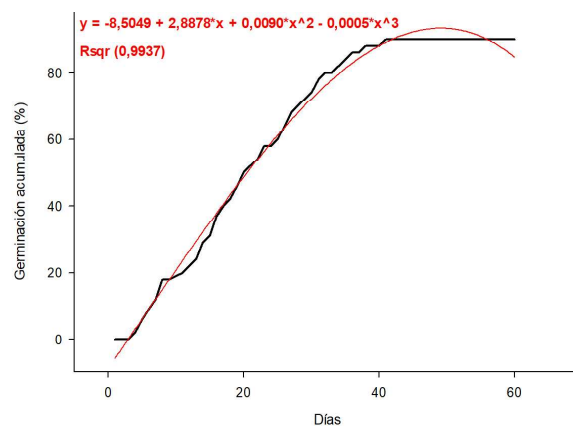


Figura 21. Distribución de la curva de germinación de las semillas de *Quercus marianica* C. Vicioso, a lo largo del año 2018–2019, en las condiciones de oscuridad y temperatura previamente indicadas, con una humedad por encima del 80%. En rojo la curva de tendencia con R^2 , que nos ofrece el ajuste de los datos observados a una curva de tipo polinomial grado 3.

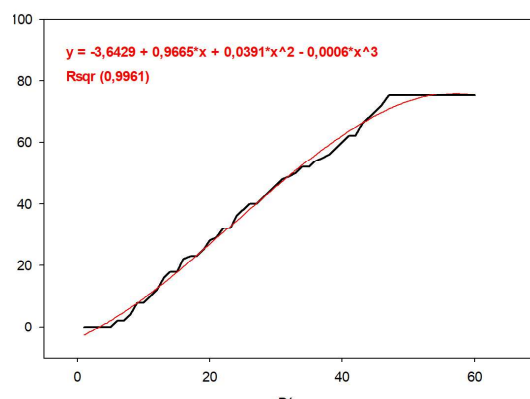


Figura 22. Distribución de la curva de germinación de las semillas de *Quercus pyrenaica* Willd., a lo largo del año 2018–2019, en las condiciones de oscuridad y temperatura previamente indicadas, con una humedad por encima del 80%. En rojo la curva de tendencia con R^2 , que nos ofrece el ajuste de los datos observados a una curva de tipo polinomial grado 3.

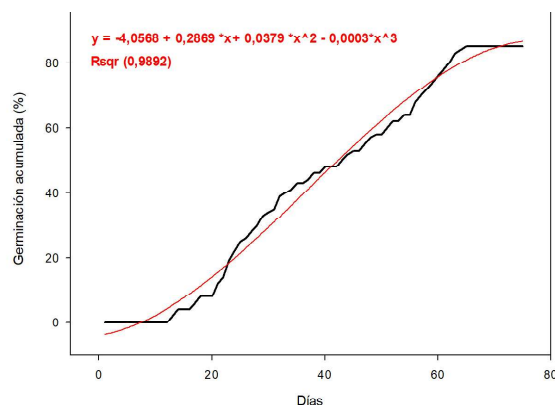


Figura 23. Di L. subsp. *broteroana* O.Schwartz, a lo largo del año 2018–2019, en las condiciones de oscuridad y temperatura previamente indicadas, con una humedad por encima del 80%. En rojo la curva de tendencia con R^2 , que nos ofrece el ajuste de los datos observados a una curva de tipo polinomial grado 3.

Substratos

Los substratos en los que se deben desarrollar las raíces de las plántulas de *Quercus*, deben ser sueltos, esponjosos, aireados, que permitan desarrollar una conformación radicular adecuada y disponer de una humedad constante durante los primeros estadios de desarrollo de la plántula.

Los substratos que habitualmente se emplean están constituidos por una mezcla de componentes que faciliten la aireación, nutrición y el mantenimiento de la humedad de las raíces en desarrollo.

Los substratos pueden disponer de algunos de estos elementos activos: turba (negra o rubia), de diferentes pH, que varían desde neutro a ácidos; mantillo o humus, como productos que facilitan un plus de



Figura 24. Preparación manual de sustrato de cultivo y relleno de bandejas forestales.

nutrientes; fibra de coco, para airear y facilitar la interconexión de productos, manteniendo la humedad; o inertes como la arena, empleada como soporte que facilita la aireación y la descohesión del sustrato; perlita para mejorar la aireación y la retención de la humedad; etc.

Estos elementos se pueden combinar de diferente forma y proporciones generando distintos tipos de sustratos que realizan funciones diferentes dependiendo de su composición y textura. A modo de ejemplo, se proponen las siguientes combinaciones de componentes:

- 1.- Turba negra (70%) + Arena (10%) + Humus (20%). De interés en plántulas con un crecimiento radicular medio y que precisan de suelos no ácidos y ricos en nutrientes.
- 2.- Turba rubia (60%) + Arena (20%) + Fibra de coco (10%) + Mantillo (10%). De interés en plántulas que tienen un desarrollo radicular vigoroso y precisan de unos nutrientes medios en los primeros estadios.
- 3.- Turba negra (60%) + Arena (15%) + Humus (25%). Para plántulas de necesidades fuertes de nutrientes, y con desarrollo radiculares medios a elevados en los primeros estadios.

En los dos primeros tipos de sustratos las plántulas no pueden aguantar más de 6 meses de desarrollo con la consiguiente necesidad de cambiar a otro sustrato y contenedor con el fin de facilitar un desarrollo en continuo, mientras que en el sustrato nº 3 podemos tener a la plántula hasta 9-10 meses en desarrollo con nutrientes suficientes.

Envases

Los envases que van a contener a las plántulas durante los primeros estadios de desarrollo en el caso de las especies del género *Quercus* deben reunir unas características que faciliten un desarrollo radicular, sin limitaciones y permitan una conformación radicular y aérea lo más natural y proporcionada posible, favoreciendo su supervivencia, crecimiento y estabilidad en campo.

Los envases suelen ser de plástico, más o menos rígido, con volúmenes que oscilan entre los 250 a 420 cm³, dependiendo del uso futuro del envase y el tiempo a contener la plántula en ese envase. Son recomendables envases de hasta 380 cm³ de capacidad para plantas de *Quercus* no caducifolios y de más de 450 cm³ para *Quercus* caducifolios que vayan a estar al menos 9 meses de cultivo.

Se recomienda que dispongan de una altura mínima de 12 cm, siendo idónea la altura de 15–17 cm para alcanzar un sistema radicular profundo. Por otro lado, se recomienda que la boca o entrada de cada alveolo o contenedor disponga de al menos unas dimensiones de 3,5 x 3,5 cm, recomendándose por encima de los 4 cm de lado.

Adicionalmente se recomienda que los envases dispongan de sistema de antirevirado y autorepicado, para forzar de forma natural el repicado radicular e impedir un desarrollo desordenado de las raíces en las plántulas.

Junto a estas características se recomienda que los envases estén integrados o agrupados en bandejas forestales, que facilitan su manejo, transporte y mejor aprovechamiento de la superficie destinada a la multiplicación de las especies. Dentro de las bandejas se recomienda que el número de plantas que contenga no sobrepase los 40 individuos y que ésta no sea inferior a los 25 alveolos por contenedor.



Figura 25. Ejemplo de bandeja forestal alveolar adecuada para la producción de planta forestal de calidad. Modelo Forest-pot: polipropileno de alta densidad y equipado con sistema de antirevirado y autorepicado.

Densidades superiores de cultivo afectan negativamente al crecimiento de la planta y al equilibrio entre las fracciones aérea/radicular.

Se recomienda el uso de envases reutilizables (3–4 ciclos productivos), previa desinfección, para facilitar un mejor aprovechamiento y rendimiento de las inversiones. Los envases de un solo uso disponen de una problemática específica en la que uno de los problemas más frecuentes es la rotura accidental y el deterioro progresivo en un corto espacio de tiempo, generando un deterioro complementario o directo sobre los materiales que se pretenden producir.

Épocas

Se recomienda que la siembra se realice durante los meses de diciembre a enero, justo en el momento en el que comienzan a incrementarse las horas de luz.

Los periodos previos a esas fechas son deseables para la germinación y la pre-siembra de las semillas en condiciones controladas y bajo oscuridad constante.

Los periodos posteriores, en febrero y ocasionalmente marzo, son menos adecuados para la siembra de semillas pre-germinadas, al presentar como limitación que el desarrollo de las plántulas se produce de forma violenta o muy rápida y éstas son especialmente frágiles y pueden verse más afectadas por plagas y enfermedades, limitando una producción adecuada.

Cuidados

La siembra en *Quercus* se realiza una vez pre-germinadas las semillas (radícula emergida ≤ 2 cm) permitiendo garantizar la reducción del porcentaje de faltas en los envases. No recomendamos realizar la siembra con tamaños de radícula superiores al provocarse deformaciones radiculares.



Figura 26. Bellotas de *Quercus marianica* C.Vicioso pre-germinadas.

Durante la fase de siembra de semillas de *Quercus*, con independencia de la especie, se debe tener especial precaución en que:

- La siembra se realizará en sustratos húmedos.
- La semilla debe enterrarse entre 1,5–2,5 cm de profundidad.
- La semilla se depositará siempre tumbada en posición horizontal.

Tras la siembra es necesario realizar un riego que permita fijar la semilla en el contenedor con sustrato proyectada hacia el interior del contenedor

Dentro de las condiciones ambientales a tener presentes durante los procesos de siembra hasta la aparición de las partes aéreas de las plántulas y del desarrollo de la radícula se recomiendan los siguientes aspectos:

- Los contenedores con las semillas deben disponer de una temperatura ambiental por encima de los 10°C.
- La humedad de los substratos debe estar por encima del 70%, y no debe ser superior al 95% durante más de 3 horas.
- La humedad ambiental del recinto no debe bajar del 65%.
- Se deben eliminar las malas hierbas que aparezcan en los substratos por medios manuales cuando sean aún pequeñas.
- En caso de presencia de hongos en los substratos se recomienda un riego suave con sulfato de cobre diluido.
- Los riegos deben hacerse habitualmente mediante sistema de aspersión o con pistola de riego a baja presión con caudales por debajo de los 20 litros/minuto.
- La semilla se cubre con el substrato empleado, que habitualmente es turba.

Adicionalmente aquellos cuidados imprevistos ligados a la siembra, desarrollo inicial de las plántulas y cambios bruscos en las condiciones de cultivo (temperatura, humedad, etc.) se recomienda que se realicen no generando estrés añadido a semillas y plántulas.

PLÁNTULAS

Los aspectos a tratar en este apartado son los siguientes: caracterización, cuidados y mantenimiento, enfermedades y micorrización.

Caracterización.

Las plántulas de las especies del género *Quercus* se caracterizan globalmente por la presencia de una radícula pivotante, con escasas ramificaciones laterales, salvo que el substrato sea duro, denso o disponga de alta pedregosidad. Dispone de un cuello entre el comienzo de la radícula y los primeros catafilos que es la zona primera que se lignifica y suele estar parcialmente protegida por el substrato. Por encima del cuello se levanta el tallo en el que se pueden distinguir dos partes: a) la parte proximal más cerca del substrato donde se desarrolla un número desigual de normófilos u hojas no verdaderas, dependiendo de las especies y b) la fracción del tallo apical donde finalmente se desarrollan de 2 hasta más de 5 hojuelas, de conformación y textura diferente a las hojas maduras, que las denominamos hojas juveniles.



Figura 27. Fases iniciales de desarrollo de plántulas de *Quercus canariensis* Willd. durante los 90 días posteriores a la emergencia de la radícula (de arriba-abajo, e izquierda-derecha). Campaña 2019-2020. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754).

Dependiendo de las especies las partes que hemos identificado disponen de características desiguales. Para poder conocer mejor a las plántulas de cada especie se ha desarrollado una pequeña descripción pormenorizada, en base a las mediciones efectuadas a los 90 días de la emergencia de la radícula (n=20 individuos de cada taxón) (tabla 2).

Taxon	Raíz primaria (cm)	Cuello raíz (mm)	Tallo (cm)	Nomófilos (cm)
<i>Quercus canariensis</i> Willd.	13-21	3-4	4-12	7-10 x 4-6
<i>Quercus estremadurensis</i> O.Schwartz	3-21	3-4	4-7	6-10 x 2,5-4
<i>Quercus marianica</i> C.Vicioso	7-15	2-3	10-13	4-6,5 x 2-4
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	14-16	4-5	11-12	5,5-7 x 3-4
<i>Quercus robur</i> subsp. <i>boteroana</i> O.Schwartz	13-16	4-5	7-11	4,5-6,5 x 3,5-4

Tabla 2. Variables analizadas (longitud de la raíz primaria, diámetro del cuello de la raíz, longitud del tallo y dimensiones de los nomófilos) en las especies del género *Quercus* estudiadas.

Cuidados y Mantenimiento

Figura 28. Fases iniciales del desarrollo de las plántulas de *Quercus canariensis* Willd. (arriba izquierda), *Quercus estremadurensis* O. Schwartz. (arriba derecha), *Quercus marianica* C. Vicioso (abajo izquierda), *Quercus pyrenaica* Willd. (en medio derecha) y *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O. Schwartz. (abajo derecha). Campaña 2019-2020. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754)

Las plántulas a lo largo del periodo de desarrollo, hasta alcanzar la paralización del primer desarrollo vegetativo, precisan de unas condiciones de humedad, temperatura y nutrientes adecuados que faciliten un desarrollo óptimo.

La humedad debe ser constante en el espacio donde se desarrolle y no bajar del 70%. En el sustrato debe existir una humedad permanente que facilite el desarrollo y acceso a los nutrientes

mediante riegos con una periodicidad de 2-3 días, dependiendo de las temperatura y humedad ambiental.

La temperatura ambiental diaria debe oscilar entre los 6 y los 30°C siendo el rango idóneo el comprendido 18-24°C (día) y 9-12°C (noche).

En el caso de las plántulas no se precisa nutrir adicionalmente a los ejemplares ya que entre las reservas de los cotiledones de la semilla y los nutrientes que contiene el sustrato disponen de suficiente alimento para alcanzar un desarrollo óptimo.

Los riegos se recomiendan que se produzcan por absorción desde la base del contenedor. Si no es posible los riegos con aspersión o mediante difusor son válidos igualmente, aunque en estas condiciones se favorece la presencia de algunos ataques de hongos que pueden perjudicar el desarrollo de la plántula y especialmente de las hojas. En el caso de los



Figura 29. Plántulas *Quercus pyrenaica* Willd. en diferentes fases de su desarrollo inicial.

ataques de hongos se recomiendan tratamientos genéricos con fungicidas sistémicos y de contacto, y la reducción o supresión de los riegos aéreos.

Como consecuencia del rápido desarrollo inicial las plántulas disponen de un vigor y tejidos poco lignificados que favorecen cuando las condiciones de temperatura son buenas ($>22^{\circ}\text{C}$) la aparición de plagas como pulgones y, ocasionalmente, cochinillas. El tratamiento que se recomienda es una reducción en el riego, humedad y temperatura ambiental y tratamientos periódicos con insecticidas genéricos.

En algunos casos cuando se desarrollan las plántulas aparecen organismos que pretenden utilizar a las plántulas como suministro de nutrientes de forma directa (limacos y caracoles) o indirecta (hormigas). En cualquiera de los dos casos se recomienda su eliminación de forma directa, y no se recomienda la realización de tratamientos preventivos.

Uno de los problemas que suelen aparecer en algunas especies de *Quercus* son las plántulas etioladas (color blanquecino a crema), carentes de cloroplastos y consecuentemente de clorofila e incapaces de desarrollarse de forma adecuada. Se recomienda la eliminación de estas plantas, ya que suelen ser focos de enfermedades, especialmente plagas de insectos y hongos, que atacan a los tejidos débiles que no acaban de lignificar y de los que se nutren.



Figura 30. Plántulas etioladas de *Quercus pyrenaica* Willd. Campaña 2019-2020. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754).

Micorrización

Una vez desarrollada la plántula es recomendable la aplicación de un medio para micorrizar a las especies del género *Quercus*. Son procesos sencillos que facultan a las plantas de unas cualidades de rusticidad y capacidad para soportar la sequía, reducir su susceptibilidad a patógenos

radiculares, mejorar la captación de agua y nutrientes ayudando a su desarrollo en los primeros dos a tres años y facilitando su arraigo final en campo.



Figura 31. Especies micorrizógenas: *Pisolithus* sp. (arriba izquierda), *Scleroderma* sp. (abajo izquierda). Riego esporal con pistola dosificadora (derecha).

Para la micorrización se recomienda una aplicación de una suspensión esporal con al menos 100.000 esporas /litro.

El preparado se realiza con agua destilada junto con un triturado de carpóforos de hongos, principalmente del grupo de los basidiomicetes, entre los que se encuentran especies de los géneros *Pisolithus*, *Boletus*, *Amanita*, *Lactarius*, *Russula*, *Laccaria*, *Cortinarius*, *Scleroderma* y/o *Tricholoma*. Adicionalmente se utilizan algunas especies de Ascomicetes como *Tuber*, *Terfezia* o *Peziza*.

Además, se debe añadir una solución alcalina para llevar el preparado a un pH por encima de 7.

Se aplicarán 10 ml de preparado por plántula mediante un riego superficial sobre el sustrato con una periodicidad de 5 días entre riegos durante 2 semanas.

En todo el proceso se exige una gran limpieza e higiene en los envases, en la elaboración de los elementos que constituyen el preparado y durante su aplicación.

En estas condiciones y tras el seguimiento del proceso habitualmente a los 40-45 días tras la aplicación aparecen en la raíces terciarias y cuaternarias los primeros glomérulos ectomicorrícicos.

PLANTAS

Se consideran plantas a partir del segundo periodo vegetativo, que suele acontecer de forma desigual, dependiendo de las condiciones ambientales y de las características de las especies.

Habitualmente desde la primavera al otoño se suceden periodos de crecimiento y parada vegetativa que delimitan los distintos periodos de crecimiento que presentan las plantas del género *Quercus*, dentro de un proceso normal de multiplicación. Los periodos vegetativos pueden variar de 2 a 4 por año, dependiendo de las condiciones ambientales y de los taxones. Ocasionalmente existen especies y ejemplares que disponen de crecimientos continuados a lo largo de más de 4 meses, impidiendo las paradas que habitualmente delimitan los periodos vegetativos y consecuentemente sólo disponen de un solo periodo vegetativo.

Caracterización

En general, las plantas disponen de tres elementos diferenciales para su caracterización: el tallo, las yemas y especialmente las hojas de cada periodo vegetativo. Para poder caracterizar a cada una de las especies se han organizado una especie de ficha descriptiva que se expone a continuación. La toma de datos se ha realizado sobre plantas de 1 savia (1+0) de cada una de las especies.

Taxon	Tallo (cm)	Hojas (cm)	Yemas (mm)
<i>Quercus canariensis</i> Willd.	20-25	3-15 x 2-8	3-6
<i>Quercus estremadurensis</i> O.Schwartz	24-32	3,5-20 x 2-10	2-3
<i>Quercus marianica</i> C.Vicioso	16-25	3-10 x 2-3	3-5
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	18-25	5-15 x 3-10	3-7
<i>Quercus robur</i> L. subsp. <i>boteroana</i> O.Schwartz	25-30	3-15 x 2-8	2-3

Tabla 3. Variables analizadas (longitud del tallo (cm), dimensiones de las hojas: longitud x anchura (cm) y longitud de las yemas (mm)) en las especies del género *Quercus* estudiadas.

Cuidados y Mantenimiento



Figura 32. Planta de *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz. 1 savia (izquierda), detalle de hojas adultas y yemas (derecha).

embargo, la iluminación debe ser controlada en todos los casos y favoreciendo el sombreado durante el periodo que transcurre de junio a octubre en umbráculos, con un gramaje de sombreado que proporcione una sombra entre el 60-80%, dependiendo del tipo de planta: las especies esclerófilas precisan de un sombreado menor (<70%), mientras que las esciófilas precisan de un sombreado mayor (<80%).

Las plantas disponen de un mantenimiento continuo basado en riegos y control de la iluminación excesiva para poder disminuir el posible estrés en verano, sobre todo en las condiciones del SW de la Península Ibérica.

Los riegos deben realizarse con una periodicidad de 2-3 días dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad ambiental. Sin



Figura 33. Planta de *Quercus canariensis* Willd. 1 savia (izquierda), detalle de hojas adultas (derecha arriba), y de las yemas (derecha abajo). Campaña 2018-2019. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754).



Figura 34. Plantas de *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz. 6 meses. Campaña 2018-2019. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754).

Adicionalmente el mantenimiento de nutrientes en las plantas debe estar asegurado y normalmente tras el segundo periodo vegetativo es preciso adicionar a las plantas nutrientes que se pueden dispensar de varias formas: vía foliar, como abono inorgánico (NPK) y, en mejor medida, como abono orgánico. Las dosis a suministrar varían en función del tamaño de la planta: por ejemplo, cuando las plantas

tienen un porte medio (16–22 cm) se les puede proporcionar un abono orgánico en una proporción de 1:15 del volumen total del sustrato.

El desarrollo de las plantas es desigual y obedece a varios factores que son determinantes en el resultado final de la planta salida de vivero una vez transcurrido el tiempo de multiplicación. Normalmente el desarrollo se produce en los periodos con temperaturas entre 15 y 32°C. En el periodo de multiplicación podemos identificar al menos tres periodos de desarrollo: 1) a la salida del invierno, de febrero a abril, si se encuentran las plantas protegidas (invernadero); 2) de abril a junio, al exterior y 3) en otoño de septiembre a octubre en el exterior. Ocasionalmente en veranos suaves (por debajo de los 37°C de máxima) y bajo sombreado podemos encontrar un cuarto periodo vegetativo.



Figura 35. Plantas de *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz. 6 meses. Campaña 2018–2019. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754).

Por otro lado, el desarrollo que puede alcanzar las especies consideradas es desigual como se ha observado en las fichas descriptivas de las plantas.

Enfermedades y plagas

Las enfermedades y plagas a las que se ven sometidas las especies de *Quercus* durante su fase de multiplicación y/o cultivo en vivero están relacionadas fundamentalmente con infecciones foliares o radicales.

En el caso de las raíces existen al menos dos grupos de daños causados por hongos patógenos, especies de los grupos *Cylindrocarpon spp.* y *Phytophthora spp.*, que generan podredumbre radicular, con síntomas iniciales como amarillamiento de hojas hasta su senescencia y defoliación total. El control de este tipo de infecciones se consigue con la higiene y esterilización de los sustratos y contenedores, la aplicación de fungicidas sistémicos de amplio espectro, fosfitos como preventivo para *Phytophthora* en caso de contaminación o bien la aplicación de micorrizas para combatir su instalación y proliferación.

En las hojas es posible la presencia de negrilla un hongo (*Capnodium quercinum*) que infecta a las plántulas de *Quercus* generando una pérdida de vigor y defoliaciones en ocasiones, provocando en algunos casos la muerte de los ejemplares. Se encuentra asociado a la presencia de insectos chupadores (áfidos, pulgones, mosca blanca, etc.). Su tratamiento se basa en la aplicación de fungicidas genéricos, junto con reducción de la humedad y la temperatura ambiental.

Microsphaera alphitoides, el oidio del roble, puede provocar daños importantes en vivero al afectar a las plantas jóvenes al producir el aborto de los brotes, clorosis, marchitamiento y caída prematura de las hojas. Afecta a las especies del género *Quercus*, principalmente a *Quercus robur*, *Quercus canariensis*, *Quercus petraea* y *Quercus pyrenaica*. Se pueden aplicar en vivero tratamientos preventivos efectivos a base de azufre



Figura 36. Plántulas de *Quercus* sp. afectadas por oidio (*Microsphaera alphitoides*) (izquierda) y hojas afectadas por defoliadores (derecha).

coloidal o mojable, y tratamientos curativos con fungicidas sistémicos y de contacto (penconazol, ciproconazol, pirifenox, etc.).

Por otro lado, existen defoliadores como *Lymantria dispar*, que puede producir pérdidas y daños foliares importantes. En ocasiones aparecen problemas de ácaros (*Eriophyes ilicis*) y especialmente pulgones (*Thelaxes suberi*, y otras especies del grupo *Aphididae*), así como, la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) cuando las plantas disponen de mucho vigor y existen condiciones ambientales favorables (humedad y temperatura elevadas). Estos últimos agentes los podemos controlar bajando la humedad ambiental y con tratamientos insecticidas con productos a base de piretrinas.

Las especies del género *Quercus* deben ir acompañadas de pasaporte fitosanitario para su circulación en la Unión Europea si el destino final es profesional y cuando el destino final es una zona protegida (ZP).

EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES.

Los procesos que se han detallado precisan el uso de instalaciones y maquinaria específica que faciliten el desarrollo de las actividades del ciclo productivo de multiplicación. Dentro de las instalaciones y equipamiento que habitualmente se utilizan para la producción de plantas del género *Quercus* podemos mencionar: Viveros. Invernaderos, Cámaras germinación, Riego, Maquinaria.

Viveros

Dentro de los espacios de viveros es preciso hacer notar que las especies del género *Quercus* que nos ocupan (especies raras y/o endémicas) son sensibles a la radiación elevada, y en los meses de verano, las condiciones ambientales de los espacios de clima Mediterráneo no son propicias para ellas. Adicionalmente las condiciones de temperatura son excesivas para poder mantener la humedad en los sustratos. Estos elementos han condicionado la necesidad de disponer de zonas sombreadas para la multiplicación de estas especies durante estos períodos.

En el periodo de verano, con condiciones de más de 14 horas de sol e irradiación de más de 5,5 kWh/m²día, se necesita un túnel de sombreado (umbráculo) que permita un control de la irradiación, la temperatura y la humedad. En los viveros se puede habilitar durante el periodo comprendido entre 15 de mayo al 15 de octubre una estructura de sujeción metálica o de madera que



Figura 37. Umbráculo para el control de la radiación, la temperatura y la humedad durante el periodo más desfavorable en el suroeste peninsular (15 de junio a 15 de octubre).

soporte una malla de sombreado que proporcione una reducción de luz entre el 45 y el 80%, siendo recomendables las mallas de cobertura del 60-70% para las especies que nos ocupan. Se debe controlar el período de tiempo que permanecen las plantas en estas condiciones para evitar potenciales pérdidas de calidad (ahilado) o reducción de crecimiento.

Por otro lado, también se precisa de equipos y/o maquinaria que facilite la movilidad de los contenedores de las plantas, con el fin de organizar el espacio y las condiciones de desarrollo de forma adecuada, permitiendo su desplazamiento y sin grandes esfuerzos por el vivero.

Adicionalmente se recomienda en los viveros disponer de espacios amplios que permitan la instalación temporal de bandejas con las plantas de *Quercus* para facilitar su endurecimiento antes de salir a campo. El endurecimiento se consigue en algunas especies, especialmente en las de hoja perenne, reduciendo progresivamente el sombreado; mientras que en las de hoja caduca o marcescente se recomienda un endurecimiento a través del control del riego, en condiciones moderadas de sombreado, que permitan un buen desarrollo radicular y un cierto amortiguamiento del desarrollo aéreo de las plantas.

Invernaderos

Cuando las semillas han germinado y se han depositado en las bandejas forestales, la temperatura del entorno al aire libre suele ser bajas y en estas condiciones la radícula de la futura planta suele parar su crecimiento, deteriorándose algunas por efecto de la humedad excesiva y su incapacidad de desarrollo.

Los invernaderos son instalaciones necesarias durante los primeros estadios de desarrollo de las plántulas. El mantenimiento de temperaturas moderadas en invierno y oscilaciones térmicas reducidas facilitan el desarrollo adecuado de las plantas, posibilitando que no paralizen su crecimiento y aumente la supervivencia.



Figura 38. Invernadero con sistema de mesas de cultivo elevadas móviles que permiten un mejor aprovechamiento del espacio y flexibilidad de los trabajos en el invernadero, y permite que los riegos se produzcan mediante la absorción del agua desde la base del contenedor.

El periodo de uso de los invernaderos se limitaría a los meses de invierno, desde diciembre a marzo, y ocasionalmente en noviembre cuando se produzca una germinación temprana en alguna de las especies.

Adicionalmente en los invernaderos es preciso hacer notar que cuando las condiciones son óptimas el desarrollo de las plantas se

acelera generando problemas sanitarios y de desequilibrio raíz/tallo en las

plantas que deben subsanarse, especialmente controlando el periodo de permanencia en los invernaderos.

Los problemas de plagas y enfermedades que afectan a plántulas durante el periodo de invernadero se han descrito anteriormente en el respectivo apartado de enfermedades y plagas.

Las características de los invernaderos no deben ser distintas a la de los invernaderos hortícolas, si bien se recomienda igualmente un cierto sombreado de las bandejas con las plantas emergiendo que impidan potenciales quemaduras en periodos soleados, y faciliten igualmente sombreado sobre la superficie del invernadero, disminuyendo la temperatura ambiental general. El tipo de malla de sombreado no debe ser superior al 50%, recomendándose que oscile entre 30-40%.

Cámaras

Dentro de este apartado es preciso hacer notar que para el tratamiento y conservación de las semillas de *Quercus* destinadas a la producción de planta forestal es preciso de la intervención de cámaras de conservación, germinación y finalmente, si es preciso, de desarrollo o multiplicación.

Para la conservación se estima como temperatura adecuada para mantenimiento de las bellotas en estado latente, sin que se facilite la germinación ni se deterioren las semillas la temperatura de 3°C. En condiciones de humedad por debajo del 85% y por encima del 75%. El grado de iluminación debe ser nulo y mantenerse en oscuridad las bellotas para su conservación. En estas condiciones las semillas de *Quercus* las podemos mantener entre 6-8 meses, sin que se deterioren.



Figura 39. Cámara frigorífica para la conservación prolongada de semillas de *Quercus*.

Para el proceso de germinación es posible el uso de cámaras de germinación que faciliten y controlen todo el proceso, aunque los resultados encontrados en nuestros ensayos muestran que la germinación en bandejas con arena proporciona resultados similares a los obtenidos con estos equipos, superiores al 70% en todas las especies estudiadas, y con un menor coste energético y de instalaciones.

El empleo de cámaras de multiplicación presenta ciertas ventajas en el crecimiento inicial y desarrollo de las plántulas. Mediante el control de las condiciones de temperatura, irradiación y humedad se puede facilitar o inhibir el desarrollo de las plántulas de cualquiera de las especies de *Quercus* con las que hemos trabajado. En el caso de *Q. marianica* precisa de un número de horas de luz superior al del resto de especies (>14), para alcanzar su desarrollo óptimo en menor tiempo; igual que la temperatura media de desarrollo en el caso de *Q. robur* subsp. *broteroana* es de menos de 18°C, frente al resto que su óptimo se encuentra por encima de los 20°C.

Atendiendo a estos resultados y reflexiones, se hace evidente que las cámaras de cualquier tipo son herramientas que pueden ser utilizadas para el mejor control de los procesos y que, en el caso de conservar las semillas recalcitrantes de *Quercus*, se hacen imprescindibles.

Riego

Los sistemas de riego más extendidos dentro de los viveros forestales de producción a gran escala son los riegos por aspersión. En general, este tipo de riegos son eficaces y fáciles de organizar con buenos rendimientos y escasos problemas, salvo alguna plaga o enfermedad que puede afectar a las plantas en los meses de máximas temperaturas e irradiación en el sur de la Península Ibérica.

Junto a este riego, se han probado riegos puntuales por microaspersión que son eficaces, presentando igualmente los problemas previamente indicados, aunque se disminuyen los problemas sanitarios y la pérdida de agua, siendo este más eficaz. El problema de este sistema es su mayor coste de instalación y mantenimiento respecto al resto de sistemas de riego.

Los riegos manuales son eficaces, aunque habitualmente generan problemas de uniformidad en la distribución del agua y un coste en personal elevado, aunque la inversión en el sistema es mínima. Este sistema es inviable en lugares con altas producciones de planta, donde suele ser más eficaz el riego por aspersión.

Actualmente mediante el riego se suele introducir nutrientes que facilitan el crecimiento y en algunos casos productos fitosanitarios preventivos y curativos de plagas y enfermedades. La fertirrigación exige un sistema paralelo e instalación específica para este tipo de riego. Aunque

su coste es elevado se amortiza en poco tiempo en zonas de producción elevada, constituyendo un sistema eficaz y rentable,

Maquinaria

Entre la infraestructura que habitualmente se utiliza en los viveros forestales destinados a la producción de ejemplares o plantas de *Quercus*, se encuentran las elevadoras de pales para el transporte y organización de planta a lo largo del periodo de producción.

Para la preparación de los sustratos son recomendables cintas transportadoras y mezcladoras que faciliten la producción a escala del sustrato destinado a las bandejas. Igualmente, llenadoras de bandejas se hacen útiles en los grandes viveros forestales, disminuyendo el periodo de preparación de los contenedores de plantas.

Adicionalmente se emplean equipos de fumigado y espolvoreo (atomizadores-nebulizadores) para el tratamiento fitosanitario y, en ocasiones, para la fertilización foliar de las plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alía, R., García del Barrio, J. M., Iglesias, S., Mancha, J., Miguel, J., Nicolás, J., Pérez, F., Sánchez de Ron, D. 2009. Regiones de procedencia de especies forestales en España. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid. 363 pp.
- Alía, R., Alba, N., Agúndez, D., Iglesias, S. (coord.) 2005. *Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. Materiales de base y de reproducción*. Serie Forestal. DGB. Madrid. 384 pp.
- Amaral Franco, J. 1990. *Fagaceae*. En: S. Castroviejo, M. Laínz, G. López González, P. Montserrat, F. Muñoz, J. Paiva, L. Villar (eds.) Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol II. Platanaceae-Plumbaginaceae (partim). Real Jardín Botánico, Madrid. pp. 10-36.
- Andivia, E., Fernández, M., Vázquez-Piqué, J. 2011. Autumn fertilization of *Quercus ilex* ssp. *ballota* (Desf.) Samp. nursery seedlings: effects on morpho-physiology and field performance. *Ann. For. Sci.* 68, 543-553. <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0048-4>.
- Aroca M.J., Serrada R., Calderón C., 2005. Influencia del contenido de humedad y del tiempo de almacenaje sobre la capacidad germinativa en bellotas de encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota* L.) sometidas a congelación. Resultados preliminares. En: Actas del IV Congreso Forestal Español. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, ed.). Zaragoza.
- Bacchetta, G.; Bueno Sánchez, A.; Fenu, G.; Jiménez-Alfaro, B; Mattana, E.; Piotta B.; Virevaire, M. (eds.) 2008. Conservación ex situ de plantas silvestres. Ed. Jardín Botánico Atlántico, Principado de Asturias. La Caixa. 375 pp. Recurso electrónico disponible en: http://www.ahim.org/docs/Conservacion_ex-situ_0.pdf. Consulta realizada el 15 de septiembre de 2019.
- Bonner F.T. 2008. *Quercus*. En: F. T. Bonner, R.P. Karrfalt (eds.) The woody plant seed manual United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, Washington. pp. 928-938.
- Bonner, F.T. 2008. *Storage of seeds. The Woody Plant Seed Manual*. Forest Service. Department of Agriculture, USDA, Washington, D.C., Estados Unidos de América.
- Castro, L., Díaz-Fernández P.M., Gil, L., 2000. *Influencia del tamaño de semilla y del cultivo en vivero en el desarrollo de procedencias de Quercus suber*. Congresso Mundial do Sobreiro e da Cortiça. Lisboa, 19-21 julio 2000.
- Catalán G., 1991. *Semillas de árboles y arbustos forestales*. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Chirino, E., Vilagrosa, A., Hernández, E.I., Matos, A., Vallejo, V.R. 2009. Effects of a deep container on morpho-functional characteristics and root colonization in *Quercus suber* L. seedlings for reforestation in Mediterranean climate. *Forest Ecology and Management* 256, 779-785.
- Cortina J., Monerris J., Disante K., Fuentes D., Valdecantos A. 2009. Fertilización tardía y establecimiento de *Quercus ilex* subsp. *ballota*. En: Actas del 5 Congreso Forestal Español. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, Junta de Castilla y León, eds.). Ávila.
- Cuesta, B., Villar-Salvador, P., Puértolas, J., Jacobs, D., Rey-Benayas, J.M., 2010. Why do large, nitrogen rich seedlings better resist stressful trasplanting conditions? A physiological analysis in two functionally contrasting mediterranean forest species. *Forest Ecology and Management* 260, 71-78.
- Díaz-Fernández, P.M., Jiménez, P., Martín S., De Tuero, M., Gil, L. 1995. *Regiones de procedencia de Quercus robur L., Quercus petraea (Matt) Liebl. y Quercus humilis Mill.* ICONA, Madrid, 87 pp + 15 mapas y fichas.

- Diez, J., Manjón, J.L., Kovács, G.M., Celestino, C., Toribio, M. 2000. Mycorrhization of vitroplants raised from somatic embryos of cork oak (*Quercus suber* L.). *Applied Soil Ecology* 15, 119–123.
- Directiva 1999/105/CE del Consejo de 22 de diciembre de 1999 sobre la comercialización de materiales forestales de reproducción. D.O.L. 11 de 15 de enero de 2000
- Domenech, J., Ramo-Solano, B., Probanza, A., Lucas-García, J.A., Colón, J.J., Gutiérrez-Mañero, F.J. 2004. *Bacillus* spp. and *Pisolithus tinctorius* effects on *Quercus ilex* ssp. *ballota*: a study on tree growth, rhizosphere community structure and mycorrhizal infection. *Forest Ecology and Management* 194: 293–303.
- Domínguez, S., Murrias, G., Herrero, N., Peñuelas, J.L., 2001. Cultivo de once especies mediterráneas en vivero. Implicaciones prácticas. *Ecología* 15, 213–223.
- Domínguez-Lerena, S., Murrias, G., Herrero, N., Peñuelas, J.L., 2001. Comparación del desarrollo de ocho especies mediterráneas durante su primer año en campo y su relación con los parámetros funcionales de las plantas. En: *Actas del III Congreso Forestal Español* (Junta de Andalucía, ed.). Granada. Mesa 3. pp. 75–81.
- Esteso-Martínez, J., Gil-Pelegrín, E. 2004. Frost resistance of seeds in mediterranean oaks and the role of litter in the thermal protection of acorns. *Ann. For. Sci.* 61, 481–486.
- Fernández, M. 2008. Endurecimiento en vivero de especies leñosas mediterráneas destinadas a plantación forestal. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 28, 13–24.
- Foucard, J.C. 1997. *Viveros. De la producción a la plantación. Innovaciones técnicas. Productos. Mercados*. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 439 pp.
- García-Fayos P. (coord.) 2001. *Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana*. Banc de Llavors Forestals, Conselleria de Medi Ambient, Generalitat Valenciana, Alboraya (Valencia). 82 pp.
- González, J., Sánchez, A., Arroyo, M. (coord.) *Material forestal de reproducción y planta de vivero de encina y alcornoque en Andalucía*. Ecosistemas de dehesa: Desarrollo de políticas y herramientas para la gestión y conservación de la biodiversidad LIFE11/BIO/ES/000726. 41 pp.
- González, V., Villar, R., Navarro-Cerrillo, R.M. 2008. Efecto del peso de la semilla y del progenitor en la biomasa y uso de las reservas a de cuatro especies de *Quercus*. *Cuadernos de la SECF* 28, 151–156.
- González, V., Villar, R., Navarro-Cerrillo, R.M. 2011. Maternal influences on seed mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species, *Acta Oecologica* 37, 1, 1–9.
- Honrubia, M., Torres, P., Díaz, G., Cano, A. 1992. *Manual para micorrizar plantas en viveros forestales*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- ISTA (International Seed Testing Association) 2011. *International rules for seed testing*. Edition 2011. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- Jiménez, P., Díaz-Fernández, P.M., Martín, S., Gil, L. 1998. *Regiones de procedencia de Quercus pyrenaica W., Quercus faginea Lam. y Quercus canariensis Willd.* Servicio de Material Genético, DGCONA, Madrid, 91 pp + 55 mapas y fichas.
- Jiménez, P., Gil, L. 2000. Conservación de recursos genéticos de los *Quercus* mediterráneos en España. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.: Fuera de Serie* 2: 103–115.
- Jiménez, M.N., Ponce, A., Hurtado, M.J., Navarro, F.B. 2014. *Terminología utilizada para definir el tipo de planta forestal en los viveros comerciales*. Granada, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 15 pp.
- Junta de Andalucía 2001. *I Curso de gestión de viveros forestales*. Resumen de las ponencias. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 160 pp.

- Marañón, T., Villar R., Quero, J.L., Pérez-Ramos, I.M. 2005. Análisis del crecimiento de plántulas de *Quercus suber* y *Quercus canariensis*: experimentos de campo y de invernadero. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 20, 87-92.
- Martínez, G., Planelles, R., Zazo, J., Bela, D., Vivar, A., López, M. 2001. Estudio de la influencia de la fertilización nitrogenada y la iluminación sobre atributos morfológicos y fisiológicos de brinzales de *Q. suber* L. cultivado en vivero. Resultados del 1er año en campo. *Actas del III Congreso Forestal Español. Tomo II*, 784-789.
- Mollá, S., Villar-Salvador, P., García-Fayos, P., Peñuelas, J.L., 2006. Physiological and trasplant performance of *Quercus ilex* L. (holm oak) seedlings grown in nurseries with different winter conditions. *Forest Ecology and Management* 237, 218-226.
- Montero, G., Cañellas, I. 1999. El alcornoque (*Quercus suber* L.). Manual de reforestación y cultivo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Navarro, R.M., Gálvez, C., 2001. *Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Tomo II*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba. pp. 283-285.
- Navarro, R.M., Del Campo, A., Alejano, R., Álvarez, L. 1999. Caracterización de la calidad de planta de encina (*Quercus ilex*), alcornoque (*Q. suber*), algarrobo (*Ceratonia siliqua*), y acebuche (*Olea europaea*) en cinco viveros en Andalucía. *Montes* 56, 57-67.
- Navarro-Cerrillo, R.M., Villar, P., Del Campo, A. 2006. *Morfología y establecimiento de los plantones*. En: Cortina, J., Peñuelas, J., Puértolas, J., Savé, R., Milagrosa, A. (eds.) Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Organismo autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España, pp.67-88.
- Pemán, J., Voltas, J., Gil-Pelegrin E., 2006. Morphological and functional variability in the root system of *Quercus ilex* L. subject to confinement: consequences for afforestation. *Ann. For. Sci.* 63, 425-430.
- Pemán, J.; Navarro, R. M., Nicolás, J.L., Prada, M.A., Serrada, R. (coord.) 2013. *Producción y manejo de semillas y plantas forestales. Tomo II. Naturaleza y Parques Nacionales*. Serie Forestal. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 818 pp.
- Pera, J., Parladé, J. 2005. Inoculación controlada con hongos ectomicorrícicos en la producción de planta destinada a repoblaciones forestales: estado actual en España. *Invest Agrar: Sist Recur For* 14 (3), 419-433.
- Quero, J.L., Villar, R., Marañón, T., Murillo, A., Zamora, R., 2008. Respuesta plástica a la luz y al agua en cuatro especies mediterráneas del género *Quercus* (Fagaceae). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 81: 373-385.
- Quero, J.L., Villar, R., Marañón, T., Zamora, R., Poorter, L., 2007. Seed mass effects in four mediterranean *Quercus* species (Fagaceae) growing in contrasting light environments. *Am. J. Bot.* 94(11), 1795-1803.
- Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción. B.O.E. número 58 de 8 de marzo de 2003.
- Real Decreto 58/2005, de 21 de enero, por el que se adoptan medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales, así como para la exportación y tránsito hacia países terceros. B.O.E. número 19 de 22 de enero de 2005.
- Resolución Ministerial de 28 de julio de 2009 por la que se autoriza y publica el Catálogo Nacional de las Regiones de Procedencia relativa a diversas especies forestales

- Reyes, O., Casal, M., 2006. Seed germination of *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica* and *Quercus ilex* and the effects of smoke, heat, ash and charcoal. *Ann. For. Sci.* 63, 205–212.
- Rink, G. y Williams, R.D. (1984). Sotorage technique affects white oak acorn viability. *Tree Planter's Notes* 35, 3–5
- Rodá F., Retana J., Gracia C.A., Bellot J. (eds.) 1999. *Ecology of Mediterranean Evergreen Oak Forests*. Springer-Verlag. Berlín, 373 pp.
- Ruano, J.R. 2008. *Viveros forestales. Manual de cultivo y proyectos*. Ediciones Mundiprensa Madrid. 285 pp.
- Suárez, M.A., Vázquez, F., Baselga, P. 1997. Efecto de distintos tipos de envase, sustrato y grados de endurecimiento en la producción de planta de *Quercus suber* L. y *Quercus rotundifolia* Lam. I Congreso Hispano-Luso y II Congreso Forestal Español, Pamplona, 3, 621–626.
- Suárez, M.A., Vázquez, F., Baselga, P., Torres, E., Cuevas, S. 1997b. Efectos de distintos tratamientos en vivero en el arraigo y primer desarrollo en campo de plantas de *Quercus suber* L. y *Quercus rotundifolia* Lam. Efecto del protector. En: F. Puertas, M. Rivas (eds.) *Actas del 1 Congreso Hispano-Luso y II Congreso Forestal Español*, Pamplona, 3, 627–632.
- Tsakalidini, M., Zagas, T., Tsitsoni, T., Ganatsas, P., 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two mediterranean evergreen oak species raised in different container types. *Plant Soil* 278, 85–93.
- Urbietta I.R., Pérez-Ramos I.M., Zavala M.A., Marañón T., Kobe R.K., 2008. Soil water content and emergence time control seedling establishment in three co-occurring mediterranean oak species. *Can. J. For. Res.* 38, 2382–2393.
- Vázquez, F. 1998. *Semillas del género Quercus L. (biología, ecología y manejo)*. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Consejería de Agricultura y Comercio, Junta de Extremadura, Badajoz.
- Vieira, J. 1950. *Subericultura*. Dir. Gral. Do Ser. Florestais e Aquícolas, Lisboa. Edición Española de 1992, MAPA, Madrid.
- Villar-Salvador P., Peñuelas J.L., Cuadrado J., Valencia E., 2008a. Efecto de la fertilización nitrogenada durante el cultivo en vivero sobre el desarrollo en campo de *Quercus coccifera* y *Q. faginea*. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 28, 183–187.
- Villar-Salvador, P., Peñuelas J.L., Valencia, E., Cuadrado, J. 2008. El crecimiento de los brinzales de *Quercus coccifera* y *Q. faginea* responde de manera diferente a la fertilización con nitrógeno. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 28, 177–182.
- Villar-Salvador, P., Planelles, R., Oliet, J., Peñuelas, J.L., Jacobs, D.F., González, M. 2004. Drought tolerance and transplanting performance of holm oak (*Quercus ilex*) seedlings alter drought hardening in the nursery. *Tree Physiol.* 24, 1147–1155.

MANUAL DE MULTIPLICAÇÃO DE PLANTAS DO GÉNERO
QUERCUS (ESPECIES VULNERÁVEIS DO SUDOESTE
DA PENÍNSULA IBÉRICA)

PROJETO: LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754).

*Francisco M^a Vázquez, *David García, *Francisco Máquez, *Maria José Guerra,
**Mauro Raposo, **Catarina Meireles y **Carlos Pintos-Gómez.

* Unidad de Biodiversidad Vegetal, CICYTEX. Junta de Extremadura. España.
** Departamento de Ingeniería del Paisaje y Ecología. Universidade Evora. Portugal.

Edita: Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX)

ISSN: 2695-5776

Depósito legal: BA-763-2019

Imprime: Iberprint, Artes Gráficas

ÍNDICE

Introdução	53
Características Botánicas, Ecológicas y Fitogeográficas das Espécies	54
<i>Quercus canariensis</i> Willd.	54
<i>Quercus estremadurensis</i> O. Schwartz	55
<i>Quercus maríanica</i> C. Vicioso.....	57
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	58
<i>Quercus robur</i> L. subsp. <i>broteroana</i> O. Schwartz.....	59
Frutos	61
Sementes	62
Caracterização.....	62
Recolha	65
Armazenamento	67
Sementeira	68
Germinação	68
Substratos	71
Envasamentos	72
Épocas	74
Cuidados	74
Plântulas	76
Caracterização	76
Cuidados e Manutenção	77
Micorrização	79
Plantas	81
Caracterização	81
Cuidados e Manutenção	81
Pragas e Doenças	83
Equipamentos e Instalações	86
Viveiros	86
Estufas	87
Câmaras	88
Rega	89
Maquinaria	90
Referências Bibliográficas	91

INTRODUÇÃO

As espécies do género *Quercus* são frequentes em todo o hemisfério norte, especialmente na Península Ibérica. Constituem bosques de diferentes potenciais que formam boa parte dos ecossistemas terrestres, desde o nível do mar até aos 1800 m de altitude.

Na metade ocidental da Península Ibérica encontram-se mais de metade das espécies conhecidas do género *Quercus* que povoam a Península, chegando a ocorrer numerosos táxones endémicos deste território ou da zona ibérico-magrebina.

Como consequência da necessidade de conservar a vegetação relíqua de origem Mesozoica, de características lauroides, que povoa determinadas superfícies montanhosas das serras de Portugal Continental, desenvolveram-se estratégias de conservação e multiplicação da flora arbórea que acompanham este tipo de vegetação lauroide a proteger.

As espécies seleccionadas com interesse foram as seguintes: *Quercus canariensis* Willd., *Quercus estremadurensis* O. Schwartz; *Quercus marianica* C. Vicioso, *Quercus pyrenaica* Willd. e *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O. Schwartz., sendo algumas delas endémicas da Península Ibérica ou Ibero-Magrebina.



Figura 1. Formação florestal com espécies do género *Quercus* L. no SW de Portugal (Monchique, Algarve).

O objetivo deste manual é destacar as técnicas e os aspectos relacionados com a multiplicação de espécies do género *Quercus* L., de modo a que qualquer técnico/a disponha da informação necessária para facilitar a obtenção de plantas de qualidade, a conservação da vegetação, e assim, os objetivos contemplados no projeto LIFE-RELICT (LIFE16 NAT/PT/000754).

CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS, ECOLÓGICAS E FITOGEOGRÁFICAS DAS ESPÉCIES

As árvores apresentadas neste manual são descritas, de forma específica, destacando as principais características morfológicas, ecológicas e corológicas, permitindo discriminar cada um dos carvalhos estudados.

Quercus canariensis Willd., *Enum. Pl.* [Willdenow], 2: 975. 1809.

Descrição:

Árvore até 35 metros de altura; folhas caducas a marcescentes, com limbo, crenado com mais de 10 cm do comprimento e até 7 cm de largura, apresentando mais de 10 pares de nervuras secundárias, paralelas e claramente demarcadas, pelosas quando jovens, com pelos caducos na página inferior, quando maduras; pecíolo com mais de 1,5 cm, cilíndrico, habitualmente pendente a patente. Os frutos reúnem-se em grupos racemosos, de 2-6, com pedúnculo glabrescente a glabro, curto com menos de 2,5 cm, fixados por uma cúpula de até 1,7 cm da altura, formada por brácteas, escamas sub-lanceoladas, imbricadas, pubescentes, com ápice arredondado, que contem uma semente (aquénio) cilíndrica, até 3,7 cm de comprimento e 1,5 cm de espessura. Floresce de março a abril (maio) e frutifica de setembro a outubro.



Figura 2. *Quercus canariensis* Willd.

Habitat:

Vive associado a zonas térmicas e abrigadas em serras e depressões montanhosas próximas da costa Atlântica e Mediterrânica, sobre solos profundos e ricos, de pH neutro a ligeiramente ácido, com regimes de precipitação acima de 800 milímetros anuais, sem ocorrência de geadas severas, no inverno, e convivendo com outras espécies do género *Quercus*, especialmente do grupo *Gallifera* como *Q. faginea* Lam., *Q. lusitanica* Lam. ou *Q. tlemcenensis* (A.DC.) Trab.

Distribuição:

É uma espécie endêmica da Península Ibérica e do quadrante Norocidental de África. Ocorre de forma dispersa no sudoeste da Península Ibérica, nas montanhas de influência atlântica das províncias de Cadiz e Malaga (Espanha), em zonas abrigadas do maciço de Monchique no Algarve (Portugal) e dispersa de forma descontínua no sul de Badajoz, Cidade Real e Barcelona.

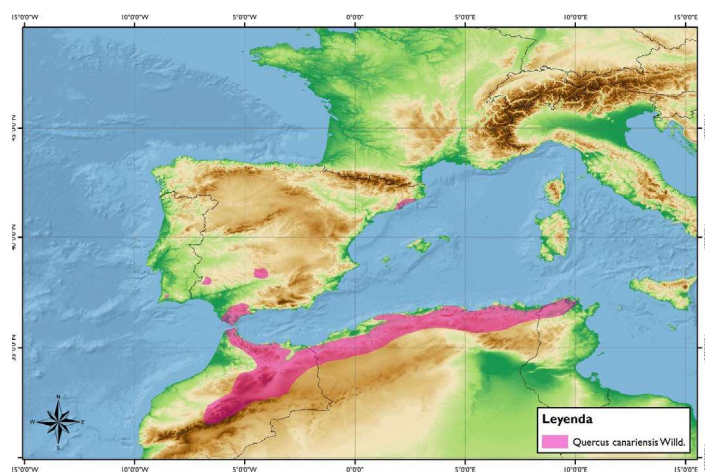


Figura 3. Mapa de distribuição de *Quercus canariensis* Willd.

Quercus estremadurensis O.Schwartz, *Notizbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem*, 12: 463. 1935.

Descrição:

Árvore até 30 metros de altura, folhas caducas a marcescentes, com limbo largo lobulado de contorno romboidal, até 11 cm de comprimento e até 4,5 cm de largura, até 6 pares de nervuras secundárias, paralelas e sinusoidais no extremo apical, lampinhos quando jovens e na maturidade, com pelos simples articulados glandulosos dispersos na página inferior; pecíolo curto até 1,2 cm, cilíndrico, habitualmente patente. Os frutos são solitários ou em grupos racemosos, de 2-3, com pedúnculo longo até 11 cm, organizado numa cúpula até 1,1 cm de altura, formada por brácteas, escamas lanceoladas, imbricadas, pubescentes, de ápice arredondado, que contêm uma semente (aquénio)

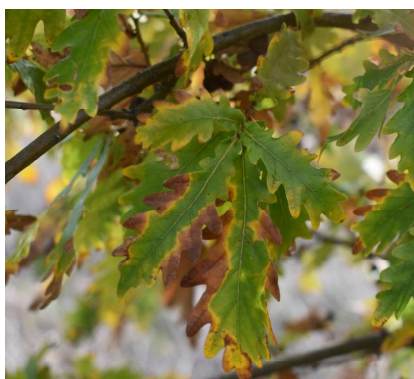


Figura 4. *Quercus estremadurensis* O.Schwartz

cilíndrica, até 2,6 cm de comprimento e 1,2 cm de espessura. Floresce de março a abril e frutifica de setembro a outubro.

Habitat:

Vive associado a zonas abrigadas de serra e depressões próximas da costa Atlântica, sobre solos profundos e ricos, de pH neutro a ligeiramente alcalino, com regimes de precipitação superior a 700 milímetros anuais, com ou sem geadas severas no inverno e convivendo com outras espécies do género *Quercus*, especialmente pertencentes ao grupo *Gallifera* como *Q. faginea* Lam., *Q. lusitanica* Lam., ou *Q. tlemcenensis* (A.DC.) Trab. (no sul), bem como de *Q. suber* L. e *Q. pyrenaica* Willd. (mais a norte).

Distribuição:

É uma espécie endémica da Península Ibérica e do extremo Norocidental de África. Ocorre de forma dispersa por toda a costa Atlântica Portuguesa desde o Porto a Monchique (Algarve), alcançando ainda as zonas Salamanca, Cáceres, Huelva e especialmente Badajoz, em Espanha. No norte de África existem testemunhos da sua presença na região de Tânger (Marrocos).

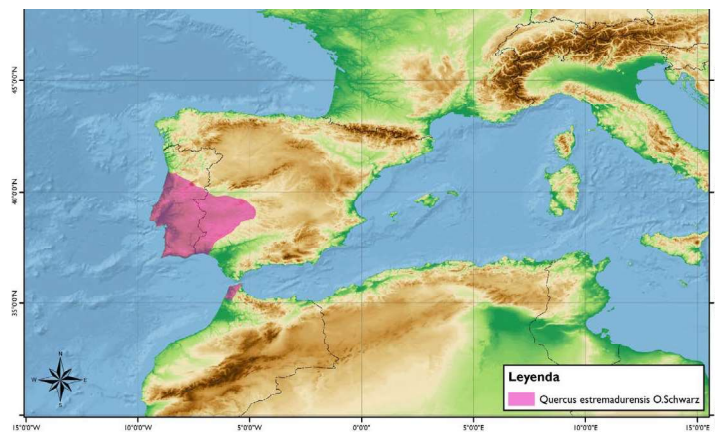


Figura 5. Mapa de distribuição de *Quercus estremadurensis* O.Schwarz

Quercus marianica C.Vicioso, *Bol. Inst. For. Invest. & Exper. Madrid*, 51: 129. 1950.

Descrição:

Árvore até 27 metros de altura, folhas caducas a marcescentes, com limbo largo com mais de 7 cm de comprimento e até 5 cm de largura, com margem serrada a ligeiramente lobulada, com mais de 7 pares de nervuras secundárias, claramente demarcadas, pelosas quando jovens, com pelos caducos na página inferior quando maduras, originando folhas glabrescentes; pecíolo com mais



Figura 6. *Quercus marianica* C.Vicioso

de 1 cm, cilíndrico, geralmente pendulo ou patente. Os frutos surgem em grupos racemosos, de (1) 2-7, com pedúnculo pubescente a glabrescente, com menos de 3 cm, suspensos por uma cúpula de até 1,8 cm de altura, formada por brácteas, escamas sub-lanceoladas, imbricadas, pubescentes, com ápice arredondado que contem uma semente (aquénio) cilíndrica, até 3,5 cm de comprimento e 1,4 cm de espessura. Floresce de março a abril e frutifica de setembro a outubro.

Habitat:

Vive associado a zonas quentes e abrigadas das serras e em depressões próximas à costa Atlântica e de sua influência, sobre solos profundos e ricos, de pH neutro a ligeiramente alcalino, com regimes de precipitação acima de 700 mm anuais, com algumas geadas severas no inverno e convivendo com outras espécies do género *Quercus*, especialmente pertencentes ao grupo *Gallifera*, como *Q. faginea* Lam., *Q. lusitanica* Lam., *Q. tlemcenensis* (A.DC.) Trab. e mais frequentemente com *Q. suber* L.

Distribuição:

É uma espécie endémica da Península Ibérica e do quadrante norocidental de África. Ocorre de forma dispersa por todo o sudoeste da Península Ibérica, nas montanhas de influência atlântica das províncias de Huelva, Cádiz, Badajoz e Cáceres (Espanha), nas áreas abrigadas do maciço de Monchique no Algarve, grande parte do Alentejo, Ribatejo, Estremadura e Beira Litoral (Portugal).



Figura 7. Mapa de distribuição de *Quercus marianica* C.Vicioso.

Quercus pyrenaica Willd., *Sp. Pl.*, ed. 4 [Willdenow], 4(1): 451. 1805.

Descrição:

Árvore até 32 metros de altura, folhas caducas a marcescentes, com limbo médio a largo com mais de 5 cm de comprimento e até 6,5 cm de largura, margem lobulada, até 11 pares de nervuras secundárias, claramente demarcadas, pubescentes com pelos fasciculados na parte inferior das folhas jovens e maduras, e pubescentes quando jovens no verso, embora possam ser raspados quando maduros e tornarem-se glabrescentes na nervura; pecíolo de até 2,5 cm, cilíndrico. Frutos em cachos, (1) 2-4 (7), num pedúnculo curto até 2,5 cm, organizado em um domo até 2 cm de altura, formado por brácteas, escamas sub-lanceoladas, livres. Ápice ligeiramente sobreposto, pubescente, arredondado, contendo uma semente cilíndrica (aquénio), até 4,1 cm de comprimento e 2,7 cm de espessura. Floresce de março a maio e frutifica de setembro a novembro.



Figura 8. *Quercus pyrenaica* Willd.

Habitat:

Vive, em áreas de influência atlântica fria ou continental, sobre solos de profundidade média a profunda, de pH neutro a ligeiramente ácido, com regimes pluviométricos acima de 800 mm anuais, geralmente em áreas de fortes geadas inverniais e convivendo com outras espécies do gênero

Quercus, como *Q. robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl. e, em menor frequência, com espécies como *Q. faginea* Lam. e *Q. suber* L.

Distribuição:

É uma espécie que ocorre desde o sul da França, percorre boa parte da Península Ibérica e atinge o noroeste de África. É mais frequente em zonas montanhosas acima dos 700 m de altitude na Península Ibérica e África, embora também apareça em locais perto do nível do mar na costa Atlântica Portuguesa e sul da França.

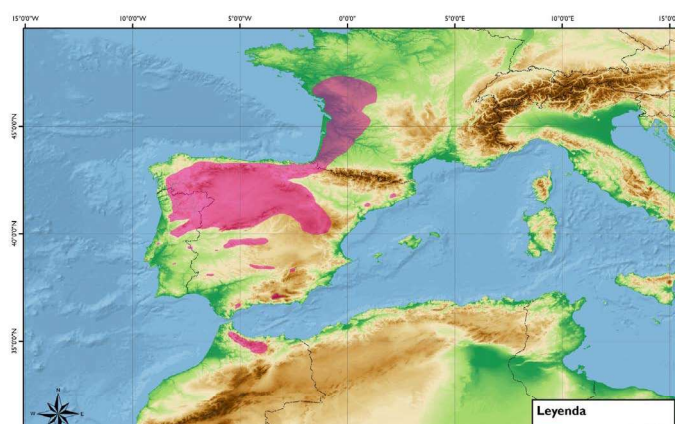


Figura 9. Mapa de distribuição de *Quercus pyrenaica* Willd.

Quercus robur L. subsp. ***broteroana*** O.Schwartz, *Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Sonderbeih. D:* 108. 1937.

Descrição:

Árvore até 32 metros de altura; folhas caducas, com limbo comprido até 14 cm e 7,5 cm de largura, amplamente lobadas, de forma sub-romboidal, com mais de 6 pares de nervuras secundárias, claramente demarcadas, glabras; pecíolo até 0,7 cm, cilíndrico, geralmente patente. Os frutos em grupos racemosos, (1)2-4, com pedúnculo até 7 cm de comprimento, organizado numa cúpula até 1,4 cm de altura, formado por brácteas, escamas sub-lanceoladas, fortemente imbricadas, às vezes gibosas no dorso, pubescentes, com ápice arredondado, contendo uma semente cilíndrica (aquénio), até 3,2 cm de comprimento e 1,9 cm de espessura. Floresce de março a maio e frutifica de setembro a outubro.

Habitat:

Vive associado a zonas temperadas e chuvosas em toda a área de influência atlântica. É frequente em bosques caducifólios convivendo, por vezes com *Q. pyrenaica* em vales, e associado à vegetação ribeirinha onde ocorrem espécies dos géneros *Alnus*, *Ulmus*, *Fraxinus* ou *Salix*. Prefere solos ricos e profundos, com pH ácido a ligeiramente alcalino, sendo frequente em solos siliciosos, abaixo dos 1700 m de altitude, até o nível do mar.



Figura 10. *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz

Distribuição:

É uma espécie endémica da Península Ibérica, especialmente do seu terço ocidental. A principal área de distribuição deste carvalho é Portugal, ocorrendo em menor grau nas regiões espanholas da Galiza, Astúrias e ocasionalmente na Extremadura e Castela-Leão.

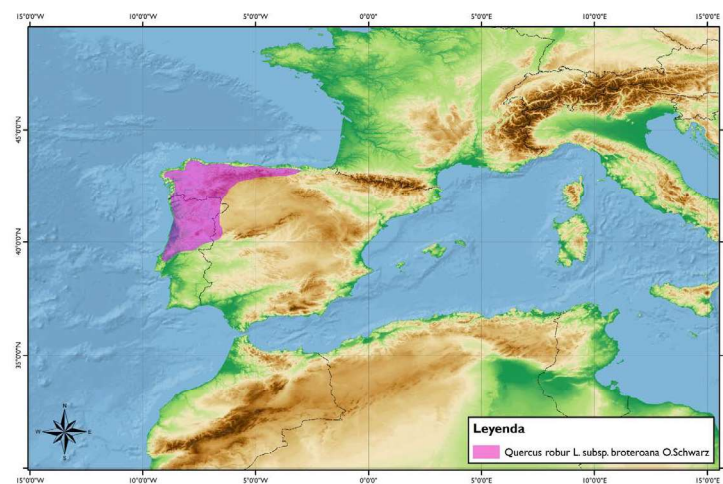


Figura 11. Mapa de distribuição de *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz

FRUTOS

Os frutos das espécies do género *Quercus* L., caracterizam-se por possuírem um aquénio encerrado ou suportado por uma cobertura semilenhosa em forma de cavidade semi-cilíndrica a subesférica.

No fruto podemos distinguir o pedúnculo, a cúpula, cobertura da semente e o aquénio ou semente.

O pedúnculo é uma estrutura na qual a cúpula e o aquénio são suspensos, com comprimento desigual, dependendo da espécie, geralmente cilíndrica, glabra ou pubescente e fortemente vascularizada.

A cúpula possui uma parte externa coberta por escamas de diferentes morfologias, imbricadas, livres ou soldadas, cobrindo toda a superfície da cobertura da cúpula. Internamente, é lisa, geralmente com um filtro superficial formado por pelos simples, lisos e curtos, que constituem a área sobre a qual assenta o aquénio.

Dentro do aquénio podemos distinguir uma cobertura semilenhosa, flexível quando fresca, dura quando seca, que protege uma cobertura membranosa e nervurada que cobre dois cotilédóneos de face próxima plana e distal arredondada, conexas pela face plana e unidos entre si pelo embrião apical.

As espécies aqui trabalhadas podem ser discriminadas com base nas características dos frutos de acordo com a chave dicotómica seguinte.

- 1.- Frutos com pedúnculos com mais de 6 cm de comprimento2.
- 1.- Frutos com pedúnculos até 5,5 cm de comprimento3.
- 2.- Pedúnculos de frutos glabrescentes, com aquénios cilíndricos até 1,8 cm de espessura *Q. estremadurensis*
- 2.- Pedúnculos de frutos glabros com aquénios cilíndricos até 2,1 cm de espessura *Q. robur* subsp. *broteroana*
- 3.- Frutos com escamas da cúpula livres *Q. pyrenaica*
- 3.- Frutos com escamas da cúpula imbricadas 4.
- 4.- Frutos com pedúnculo glabro a glabrescente *Q. canariensis*
- 4.- Frutos com pedúnculo pubescente a glabrescente *Q. marianica*

SEMENTES

Nos seguintes tópicos serão tratados aspetos relacionados com o protocolo de caracterização de sementes, bem como questões relativas à sua colheita e armazenamento.

Caracterização

As espécies do género *Quercus* L. são caracterizadas ao nível das suas sementes por apresentarem uma elevada diversidade morfológica, dimensões e características da sua cobertura externa ou pericarpo

Juntamente com a diversidade ou variações na cobertura, a morfologia do embrião em cada espécie é geralmente única, variando as dimensões e a morfologia do epicótilo e hipocótilo, bem como a parte distal ou radícula nos estágios iniciais do desenvolvimento embrionário.

Todas estas características permitem-nos discriminar as sementes de cada uma das espécies em estudo.

Quercus canariensis Willd.

Aquénio: 20–30 x 12–18 mm,
forma: cilíndrica

Cúpula: 7–18 x 12–18 mm con
escamas ovadas e
tomentosas, en
disposição densa e, pelo
menos nas inferiores,
gibosas.

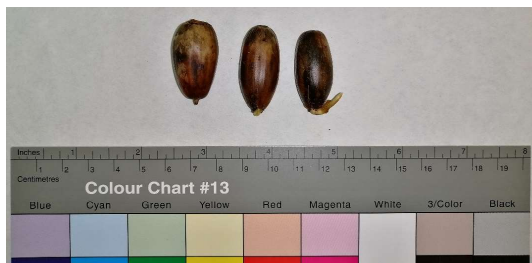


Figura 12. Bolotas de *Quercus canariensis* Willd.

Cobertura de sementes:

apresenta uma superfície externa lisa, de cor castanho-amarelada e endocarpo sem pelos

Cotilédones: surgem imbricados um ao outro, com a superfície externa membranosa castanho pálido.

Embrião: possui formato cilíndrico, com as seguintes dimensões: 4–5 x 2–3 mm.

Quercus estremadurensis O.Schwartz

Aquénio: 25-45 x 10-18 mm, forma: cilíndrica

Cúpula: 7-12 x 12-20 mm, escamas pubérulas, oval-triangulares adpressas e imbricadas, planas mais ou menos gibosas.

Cobertura de sementes: apresenta uma superfície externa lisa, castanho-amarelada e endocarpo sem pelos.

Cotilédones: surgem imbricados

um ao outro, com a superfície externa membranosa castanha clara.

Embrião: possui uma forma oval, com as seguintes dimensões: 3-4 x 2-3 mm.

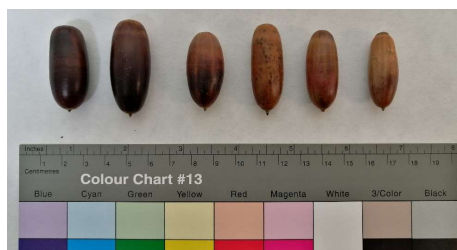


Figura 13. Bolotas de *Quercus estremadurensis* O.Schwartz

Quercus marianica C. Vicioso

Aquénio: 20-35 x 12-20 mm, forma: oblonga

Cúpula: 9-12 x 12-15 mm, hemisférica aveludada com escamas curtas e imbricadas, as inferiores ovadas e as superiores linear-triangulares, mais ou menos livres

Cobertura de sementes: apresenta uma superfície externa lisa, de cor castanho-amarelada e endocarpo sem pelos.

Cotilédones: surgem imbricados um ao outro, com a superfície externa membranosa de tom castanho escuro.

Embrião: apresenta forma cilíndrica, com as seguintes dimensões: 1,8-2,0 x 0,4-0,5 mm.



Figura 14. Bolotas *Quercus marianica* C. Vicioso

Quercus pyrenaica Willd.

Aquénio: 15-45 x 10-25 mm,
forma: cilíndrica

Cúpula: 6-18 x 14-26 mm
hemisférica aveludada com
escamas curtas imbricadas,
cinzento-aveludadas, as
inferiores ovadas e as
superiores lineal-
triangulares, mais ou menos
livres

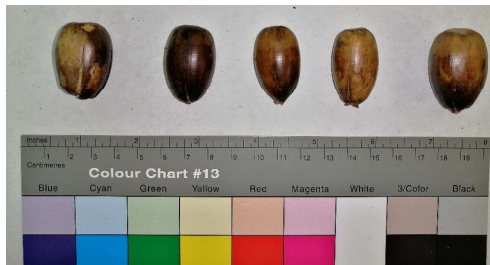


Figura 15. Bolotas *Quercus pyrenaica* Willd.

Cobertura de sementes: apresenta uma superfície externa lisa, de cor acastanhada e endocarpo sem pelos.

Cotilédones: surgem imbricados um ao outro, com a superfície externa membranosa e tom castanho claro.

Embrião: possui forma cilíndrica, com as seguintes dimensões: 7-9 x 3-4 mm.

Quercus robur L. subsp. *broteroana* O.Schwartz

Aquénio: 20-35 x 12-20 mm, forma:
oval-oblonga.

Cúpula: 8-12 x 12-25 mm, com escamas
pubérulas, oval-triangulares
adpressas e imbricadas, planas mais
ou menos gibosas.



Figura 16. Bolotas de *Quercus robur*
L. subsp. *broteroana* O.Schwartz

Cobertura das sementes: apresenta uma
superfície externa lisa, brilhante, de
cor castanha e endocarpo sem
pelos.

Cotilédones: surgem imbricados um ao outro, com a superfície externa membranosa de tom castanho pálido.

Embrião: apresenta forma oval, com as seguintes dimensões: 5-6 x 3-4 mm.

Recolha

Os aspetos a considerar no momento da recolha de sementes relacionam-se com as autorizações legais e ambientais que facilitam uma colheita correta e com os métodos adequados para a recolha e armazenamento das sementes no campo, bem como durante o processo de transporte.

Do ponto de vista legal, existem regulamentos específicos a nível europeu, nacional e regional que controlam e gerem de forma adequada a recolha de sementes de espécies silvestres, com particular destaque para aquelas que possuem um grau de ameaça ou vulnerabilidade.

Por outro lado, a legislação europeia obriga a que os coletores de sementes de espécies silvestres, destinadas à multiplicação, para posterior introdução na natureza, a obter licenças. Estas licenças servirão no futuro como passaporte para a certificação em viveiros de plantas com reprodução de origem silvestre para a plantação de superfícies naturais, especialmente em áreas com estatuto de proteção.

Uma vez conhecidos estes aspetos, é necessário abordar a forma de recolha das sementes, seguindo um protocolo padronizado e homogéneo para cada espécie ou grupo de espécies, de acordo com as recomendações das agências internacionais como a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), em questões de conservação e proteção de plantas.

Como recomendações básicas a seguir durante a recolha, podemos mencionar:

- Não eliminar mais de 5% dos propágulos regenerativos de cada população.
- Nunca eliminar sementes ou propágulos de regeneração em áreas com elevada vulnerabilidade ou riscos para a sua conservação.
- Realizar a coleta programada, projetada e com pessoal especializado.
- Recolher o máximo de diversidade possível sem deteriorar ou comprometer a diversidade existente.
- Nunca escalonar a recolha de sementes, faça-o apenas uma vez e com o menor risco possível para a população.

Uma vez consideradas as recomendações básicas de acesso e controlo da recolha, todas as informações básicas de carácter geográfico, fisiográfico, biológico, ambiental e antrópico devem ser registadas, nomeadamente:

- Informações geográficas em formato de coordenadas georreferenciadas.
- Altitude, orientação e declive.
- Solo: tipo de solo, profundidade e fertilidade aproximada.
- Flora: tipo de vegetação, espécies mais abundantes, índice aproximado de riqueza específica.
- Fauna: espécies potenciais de aves, espécies polinizadoras e insetos que podem gerar danos diretos à flora.
- Fungos: espécies presentes de forma genérica.
- Climatologia: informação térmica e pluviométrica (em gabinete).
- Bioindicadores: presença de bulbosas, aves frugívoras.
- Ação humana: distância a núcleos populacionais, cultivos próximos, presença de pastoreio.
- Ameaças: incêndios, erosão, antrópica.

Por outro lado, alguns destes táxones (*Quercus canariensis* Willd., *Quercus pyrenaica* Willd., *Quercus robur* L.) estão incluídos nos regulamentos europeus (Diretiva 1999/105 / CE) e espanhol (Decreto Real 289/2003) sobre comercialização de materiais de reprodução florestal.

No território espanhol, atualmente existem regiões de origem (RP) e áreas de proveniência (PAR) definidas para *Quercus canariensis* Willd. (Maciço do Aljibe; Serra de Aracena-Jerez dos Caballeros, Catalunha, Las Villuercas, Nava de Santiago), *Quercus pyrenaica* Willd. (Galiza do Norte, Galiza do Sul, Aliste-Maragateria, Montes Cantábricos do Sul, Montes Cantábricos do Norte, Sistema Ibérico do Norte, Salamanca-Sayago, Gata e Peña de Francia, Gredos e Serra de Ávila, Vales de Tiétar e Jerte, a norte da Serra de Guadarrama, ao sul da Serra de Guadarrama, Sistema Ibérico Meridional, Serra Morena Oriental Serra Nevada; Rias Alta, Rias Bajas, Astúrias, Picos da Europa, Serras e Pirenéus Navarro, Montanhas Prades, Peñagolosa, Serra de San Pedro, Serra Morena Ocidental, Serras de Segura e Alcaraz, Maciço de Aljibe e Prepirineo Catalán) e *Quercus robur* L. (Galiza, Montanhas León, Montanhas Cantábricas Centrais, Montanhas Cantábricas do Sul, Costa Basco-Navarro, Pirineus Navarra, Pirineus Centrais e Serras Catalãs, Sistema Ibérico Norte; Moncayo, Las Batuecas-Norte de Extremadura).

Armazenamento

Após a recolha das sementes, elas devem ser armazenadas, sempre em recipientes que permitam a troca gasosa, do tipo têxtil ou de papel, impedindo o desenvolvimento de fungos e facilitando o armazenamento e o transporte sem causar danos às sementes ou aos propágulos.



Figura 17. Exemplo envelopes de papel para armazenamento e transporte sementes de *Quercus*

Os recipientes de armazenamento devem ser perfeitamente rotulados com os dados do passaporte simplificados, com base nos seguintes itens: espécie, local de origem, lote, data da coleta, peso, referência da licença de coleta, coletores, etc.

Com os dados do passaporte, as sementes podem ser transportadas para os centros de multiplicação. Adicionalmente, as sementes antes de serem transportadas podem passar por alguns processos preventivos de desinfecção (fungicidas e inseticidas) antes do seu armazenamento, de forma a facilitar a conservação das sementes, como benefício de manter a sua qualidade e evitar a sua deterioração. Para facilitar a conservação das sementes podem também ser submetidas a fontes de luz ultravioleta, de modo a eliminar e destruir esporos e possíveis agentes patogénicos que poderiam danificar as coberturas ou o conteúdo das sementes.

Todos os tratamentos e procedimentos de maneo aos quais as sementes foram submetidas devem ser registados numa nota informativa no seu passaporte.

As sementes de *Quercus* são recalcitrantes, portanto é recomendável que a humidade das sementes não baixe dos 65%. Portanto, devem realizar-se pequenas regas ou pulverizações desde a coleta à sementeira, mantendo as condições de temperatura entre os 5 e os 15°C.

SEMENTEIRA

Germinação

As sementes necessitam de condições específicas para ativar o processo de germinação: a água deve penetrar na semente para dissolver nutrientes e suavizar a sua cobertura, presença de oxigénio, uma temperatura dentro de uma faixa ideal, períodos de escuridão e/ou luz, etc.



Figura 18. Câmara climática usada em testes de germinação

De um modo geral, podemos definir características básicas que podem ser estendidas às espécies do género *Quercus* (temperatura, humidade, fotoperíodo):

- Humidade ambiental constante acima de 80%.
- Obscuridade: acima de 70% de sombreamento.
- Ciclos de luz: entre 9 (luz) –15 (escuro) e 11 (luz) –13 (escuro).
- Temperatura ambiente acima de 14°C em ciclos de pelo menos 10 horas.

No entanto, cada uma das espécies multiplicadas carece de um conjunto de especificidades próprias, as quais são definidas:

Taxon	Humidade relativa (%)	Oscuridade (%)	Ciclos de luz (horas)	Ciclos térmicos (horas)
<i>Quercus canariensis</i> Willd.	80-85	75	11 horas (luz) – 13 horas (escuro)	11 horas (18°C) – 13 horas (9°C)
<i>Quercus estremadurensis</i> O.Schwartz	80-85	75	10 horas (luz) – 14 horas (escuro)	10 horas (16°C) – 14 horas (8°C)
<i>Quercus marianica</i> C.Vicioso	80-85	70	11 horas (luz) – 13 horas (escuro)	11 horas (18°C) – 13 horas (9°C)
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	80-85	70	10 horas (luz) – 14 horas (escuro)	11 horas (16°C) – 14 horas (6°C)
<i>Quercus robur</i> L. subsp. <i>boteroana</i> O.Schwartz	80-85	70	9 (luz) – 15 (escuro).	9 horas (14°C) – 15 horas (6°C).

Quadro 1. Ótimas condições ambientais (temperatura, umidade e fotoperíodo) para a germinação de diferentes espécies do género *Quercus*.

Obtiveram-se diferentes resultados na germinação de cada uma das espécies tendo em conta as condições (temperatura, fotoperíodo, humidade) previamente definidas. A germinação de algumas espécies ocorreu de forma rápida, enquanto noutras esse processo foi mais demorado. De uma forma geral podem-se estabelecer gráficos de germinação para as diferentes espécies do género *Quercus*, no qual, uma vez iniciado o processo, a germinação ocorre durante 30 a 40 dias, sendo este processo beneficiado ou desacelerado pelo regime de temperaturas existentes (v. figuras 18, 19, 20, 21 y 22).

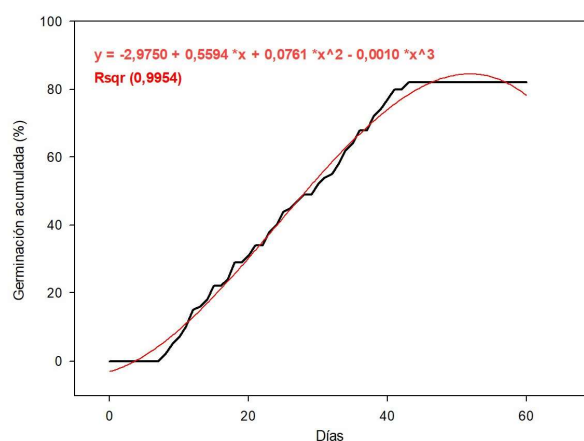


Figura 19. Distribuição da curva de germinação das sementes de *Quercus canariensis* Willd., ao longo do ano 2018–2019, nas condições de escuridão e temperatura indicadas anteriormente, com humidade acima de 80%. A vermelho a curva de tendência com R^2 , que nos oferece o ajuste dos dados observados para uma curva polinomial do tipo 3 graus.

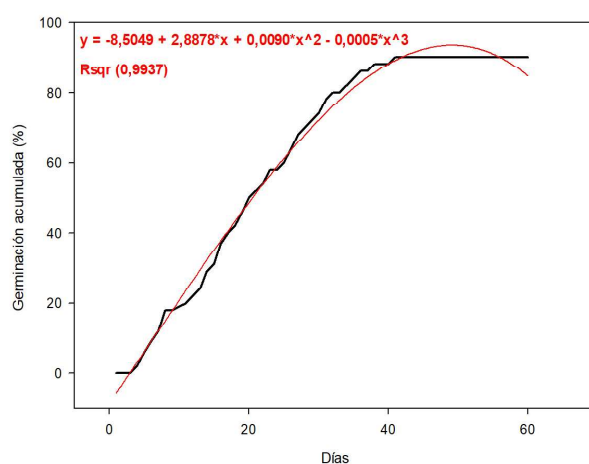


Figura 20. Distribuição da curva de germinação das sementes de *Quercus estremadurensis* O.Schwartz., ao longo do ano 2018–2019, nas condições de escuridão e temperatura indicadas anteriormente, com humidade acima de 80%. A vermelho a curva de tendência com R^2 , que nos oferece o ajuste dos dados observados para uma curva polinomial do tipo 3 graus.

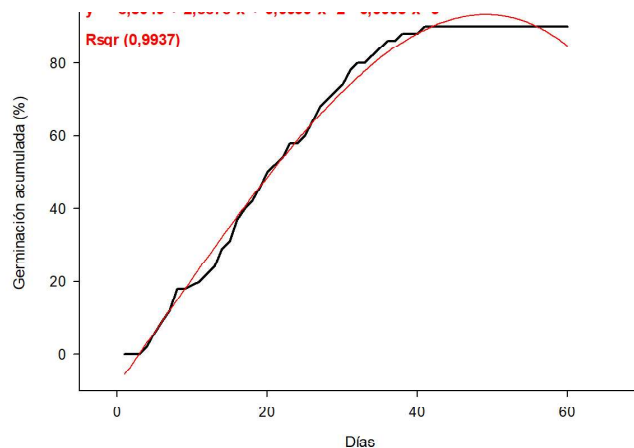


Figura 21. Distribuição da curva de germinação das sementes de *Quercus marianica* C.Vicioso., ao longo do ano 2018–2019, nas condições de escuridão e temperatura indicadas anteriormente, com humidade acima de 80%. A vermelho a curva de tendência com R^2 , que nos oferece o ajuste dos dados observados para uma curva polinomial do tipo 3 graus.

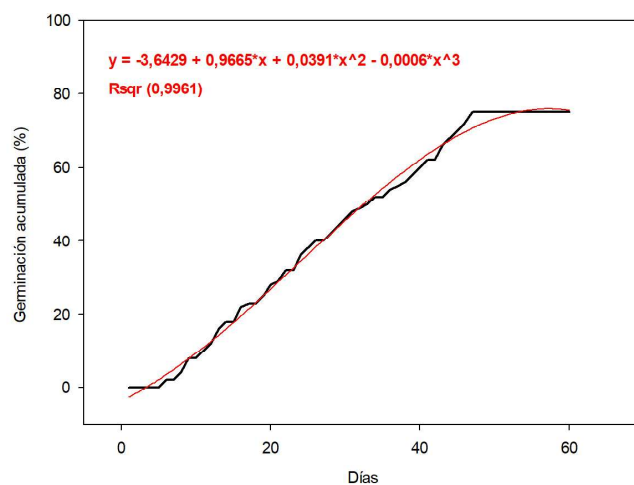


Figura 22. Distribuição da curva de germinação das sementes de *Quercus pyrenaica* Willd., ao longo do ano 2018–2019, nas condições de escuridão e temperatura indicadas anteriormente, com humidade acima de 80%. A vermelho a curva de tendência com R^2 , que nos oferece o ajuste dos dados observados para uma curva polinomial do tipo 3 graus.

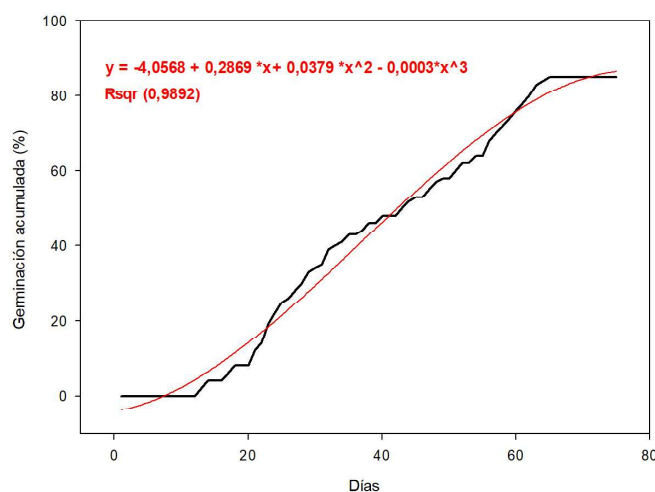


Figura 23. Distribuição da curva de germinação das sementes de *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O.Schwartz, ao longo do ano 2018–2019, nas condições de escuridão e temperatura indicadas anteriormente, com humidade acima de 80%. A vermelho a curva de tendência com R^2 , que nos oferece o ajuste dos dados observados para uma curva polinomial do tipo 3 graus.

Substratos

Os substratos aconselhados para o crescimento das raízes do género *Quercus* devem ser soltos, esponjosos e arejados, permitindo o desenvolvimento de uma conformação adequada das raízes, através da humidade constante durante os primeiros estágios do desenvolvimento das plântulas.

Os substratos geralmente usados são compostos por uma mistura de materiais que facilitam o arejamento, nutrição e manutenção da humidade das raízes em desenvolvimento.

Os substratos podem conter alguns destes elementos ativos: turfa (preta ou loira) de diferentes pHs, que variam de neutro a ácido; manta morta ou húmus, como produtos que fornecem nutrientes extra; fibra de coco, para arejar e facilitar a interconexão de produtos, mantendo a humidade; ou



Figura 24. Preparação manual do substrato e enchimento das bandejas florestais

areia inerte, usada como suporte que facilita o arejamento e a estrutura do substrato; perlite para melhorar o arejamento e a retenção de humidade, etc.

Esses elementos podem ser combinados de diferentes formas e proporções, gerando vários tipos de substratos que servem determinadas funções, dependendo da sua composição e textura. A título de exemplo, propõe-se as seguintes combinações de elementos:

- 1.- Turfa negra (70%) + Areia (10%) + Húmus (20%). Adequado para plântulas com crescimento médio das raízes e que requerem solos não ácidos e ricos em nutrientes.
- 2.- Turfa loira (60%) + Areia (20%) + Fibra de coco (10%) + Palha (10%). Adequado para plântulas com desenvolvimento radicular vigoroso e que requerem nutrientes médios nos estágios iniciais.
- 3.- Turfa negra (60%) + Areia (15%) + Húmus (25%). Adequado para plântulas com fortes necessidades nutricionais e com desenvolvimento radicular médio a alto nas fases iniciais.

Nos dois primeiros tipos de substrato, as plântulas podem permanecer até 6 meses no mesmo recipiente, após este período deve-se proceder à mudança de substrato e de recipiente, de modo a facilitar o desenvolvimento contínuo das plântulas. No substrato nº 3 as plântulas podem permanecer durante 9 a 10 meses em desenvolvimento sem necessidade adicional de nutrientes.

Envasamentos

Os vasos que irão conter as plântulas durante as primeiras fases de desenvolvimento, no caso das espécies de *Quercus*, devem possuir características que facilitem o desenvolvimento radicular, sem limitações, permitindo uma conformação radicular e aérea natural, o mais proporcional possível, favorecendo assim a sua sobrevivência, crescimento e estabilidade no campo.

Os vasos adotados são geralmente de plástico, mais ou menos rígidos, com volumes que oscilam entre 250 a 420 cm³, em função do uso futuro do vaso e do tempo de permanência das plântulas. Recomendam-se vasos até 380 cm³ de capacidade para plantas do género *Quercus* não caducifólias e mais de 450 cm³ para *Quercus* caducifólios que estarão pelo menos 9 meses em cultivo.

Recomenda-se que as plantas possuam uma altura mínima de 12 cm, sendo a altura de 15 a 17 cm mais adequada para alcançar um sistema radicular profundo. Por outro lado, recomenda-se que a boca ou entrada de cada alvéolo ou recipiente possua pelo menos 3,5 x 3,5 cm, sendo a medida mais recomendada acima dos 4 cm de lado.

Além disso, recomenda-se que os vasos possuam um sistema anti-revirado e auto-repicado, a fim de promover o natural desenvolvimento radicular e impedir o desenvolvimento desordenado das raízes das plântulas.

Associado a estas características, recomenda-se que os vasos sejam integrados ou agrupados em bandejas florestais, facilitando o seu manuseio, transporte e o melhor aproveitamento da superfície destinada à multiplicação das plantas. Dentro das bandejas, recomenda-se que o número de plantas não exceda os 40 indivíduos e que não seja inferior a 25 alvéolos por recipiente. Densidades superiores afetam negativamente o crescimento das plantas e o equilíbrio entre as frações aéreas/radiculares.



Figura 25. Exemplo de uma bandeja florestal alveolar adequada para a produção de uma planta florestal de qualidade. Modelo Forest-pot: polipropileno de alta densidade e equipado com sistema antirevirado e autorepicado.

Recomenda-se o uso de recipientes reutilizáveis, permitindo 3-4 ciclos de produção antes da desinfecção, de modo a melhorar o aproveitamento e rendimento dos investimentos. Os vasos descartáveis apresentam várias desvantagens, sobretudo devido à frequente quebra acidental e à deterioração progressiva num curto espaço de tempo, originando uma deterioração direta ou complementar nos materiais que se destinam a serem produzidos.

Épocas

Recomenda-se que a sementeira seja realizada nos meses de dezembro a janeiro, coincidindo exatamente com o aumento do número de horas de sol

Os períodos anteriores a essas datas são desejáveis para germinação e pré-sementeira das sementes em condições controladas e sob escuridão constante.

Os períodos subsequentes, em fevereiro e, ocasionalmente, em março, são menos adequados para a sementeira de sementes pré-germinadas, apresentando como limitação o desenvolvimento de plântulas de forma violenta ou demasiado rápida. Estas plântulas são particularmente frágeis e são frequentemente mais afetadas por pragas e doenças, condicionando assim uma produção adequada.

Cuidados

A sementeira de *Quercus* realiza-se após uma pré-germinação das sementes (radícula de emergência ≤ 2 cm), o que permite a redução da percentagem de falhas nos alvéolos. Não se recomenda a sementeira com tamanhos de radículas superiores, devido à possibilidade de ocorrerem deformações radiculares.



Figura 26. Bolotas de sobreiro (*Quercus smariánica* C.Vicioso) pré-brotadas.

Durante a fase de sementeira das sementes de *Quercus*, independentemente da espécie, deve haver especial atenção para:

- A plantação deve realizar-se em substratos húmidos.
- A semente deve ser enterrada entre 1,5–2,5 cm de profundidade.
- A semente será sempre introduzida na posição horizontal.

Após a sementeira, é necessário realizar uma rega que permita fixar a semente ao recipiente com o substrato selecionado no interior do recipiente.

Das condições ambientais necessárias durante os processos de sementeira até ao aparecimento das estruturas aéreas das plântulas e desenvolvimento da radícula, são recomendados os seguintes fatores:

- Os recipientes com as sementes devem estar num ambiente com temperatura superior a 10°C.
- A humidade dos substratos deve permanecer acima de 70% e não deve exceder 95% por mais de 3 horas.
- A humidade ambiental do recinto não deve baixar de 65%.
- As ervas daninhas que aparecem nos substratos devem ser removidas manualmente, quando ainda são pequenas.
- Na presença de fungos nos substratos, recomenda-se uma irrigação suave com sulfato de cobre diluído.
- A irrigação habitualmente é realizada através de um sistema de aspersão ou com uma pistola de irrigação de baixa pressão, garantindo caudais abaixo de 20 litros/minuto.
- A semente deve ser coberta com substrato, normalmente por turfa.

Além disso, recomenda-se que os cuidados imprevistos relacionados com a plantação, desenvolvimento inicial das plântulas e mudanças bruscas nas condições de cultivo (temperatura, humidade, etc.) sejam realizadas sem causar estresse adicional nas sementes e plântulas.

PLÂNTULAS

Os aspetos a serem tratados nesta seção são os seguintes: caracterização, cuidados e manutenção, doenças e micorrização.

Caracterização.

As plântulas do gênero *Quercus* são caracterizadas globalmente pela presença de uma radícula pivotante, com poucas ramificações laterais, a menos que o substrato seja duro, denso ou com elevada pedregosidade. Possui um colo entre o início da radícula e os catafilos, que é a primeira área lenhificada e geralmente encontra-se parcialmente protegida pelo substrato. Acima do colo, está o caule o qual pode ser distinguida em duas partes: a) a parte proximal, mais próxima do substrato, onde um número desigual de nomófilos ou folhas não verdadeiras se desenvolvem, dependendo da espécie e b) a fração do caule apical onde eles finalmente se desenvolvem de 2 a mais de 5 folíolos, com uma conformação e textura diferentes das folhas maduras, que se denominam folhas jovens.



Figura 27. Estágios iniciais do desenvolvimento de plântulas de *Quercus canariensis* Willd. durante os 90 dias após o surgimento da radícula (de cima para baixo e esquerda-direita). Campanha 2019-2020. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT / PT / 000754).

Dependendo da espécie, as distintas partes identificadas anteriormente apresentam características próprias. De modo a melhorar o conhecimento sobre as plântulas de cada espécie, desenvolveu-se uma descrição pormenorizada com base nas medições realizadas aos 90 dias após o aparecimento da radícula (n = 20 indivíduos por táxon) (Quadro 2):

Taxon	Raiz primária (cm)	Colo da raiz (mm)	Talo (cm)	Nomófilos (cm)
<i>Quercus canariensis</i> Willd.	13-21	3-4	4-12	7-10 x 4-6
<i>Quercus estremadurensis</i> O.Schwartz	3-21	3-4	4-7	6-10 x 2,5-4
<i>Quercus marianica</i> C.Vicioso	7-15	2-3	10-13	4-6,5 x 2-4
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	14-16	4-5	11-12	5,5-7 x 3-4
<i>Quercus robur</i> subsp. <i>boteroana</i> O.Schwartz	13-16	4-5	7-11	4,5-6,5 x 3,5-4

Quadro 2. Variáveis analisadas (comprimento da raiz primária, diâmetro da raiz, comprimento e dimensões dos nomófilos) nas espécies *Quercus* estudadas.

Cuidados e Manutenção



Figura 28. Fases iniciais do desenvolvimento das plântulas de *Quercus canariensis* Willd. (canto superior esquerdo), *Quercus estremadurensis* O.Schwartz. (canto superior direito), *Quercus marianica* C. Viciou (canto inferior esquerdo), *Quercus pyrenaica* Willd. (no meio à direita) e *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O. Schwartz. (canto inferior direito). Campanha 2019-2020. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT / PT / 000754)

As plântulas durante o período de desenvolvimento até atingirem a primeira paragem do crescimento vegetativo, necessitam de humidade, temperatura e condições nutricionais adequadas para facilitar o seu ótimo desenvolvimento.

A humidade deve ser constante no local de desenvolvimento, pelo que não deverá ser inferior a 70%. Ao nível do substrato a humidade deve ser permanente, de modo a facilitar o desenvolvimento e o

acesso da plântula aos nutrientes, por meio de irrigação, com frequência de 2-3 dias, dependendo da temperatura e da humidade ambiental.

A temperatura ambiente diária pode variar entre 6 e 30°C, sendo o ideal entre 18-24°C durante o dia e 9-12°C durante a noite

No caso das plântulas, não é necessário adicionar nutrientes nos substratos, uma vez que entre as reservas dos cotilédones das sementes e os nutrientes presentes no substrato preparado inicialmente, elas dispõem de alimento suficiente para alcançar o desenvolvimento ideal.



Figura 29. Plântula de *Quercus pyrenaica* Willd. em diferentes fases do seu desenvolvimento inicial

Recomenda-se que a irrigação se realize por absorção a partir da base dos alvéolos. Caso não seja possível, a

irrigação por aspersão ou pulverização é igualmente válida, embora nessas condições seja favorecido o aparecimento de alguns fungos que podem prejudicar o desenvolvimento das plântulas, sobretudo das folhas. No caso de ataques de fungos, recomenda-se o uso de tratamentos genéricos através de fungicidas sistêmicos e de contacto, complementado com a redução ou suspensão da irrigação aérea.

Como consequência do rápido desenvolvimento inicial, as plântulas apresentam vigor e tecidos pouco lenhificados que favorecem, quando as condições de temperatura são favoráveis ($> 22^{\circ}\text{C}$), o aparecimento de pragas como os pulgões e as cochonilhas. O tratamento recomendado nestes casos é a redução da rega, humidade e temperatura ambiente, podendo ser aplicados também tratamentos periódicos com inseticidas genéricos.

Por vezes, quando as plântulas se desenvolvem surgem organismos que pretendem usar os seus nutrientes de forma direta (lesmas e caracóis) ou indireta (formigas). Em qualquer dos casos, recomenda-se a sua eliminação de forma direta, sem recurso a quaisquer tratamentos preventivos.

Um dos problemas que geralmente surgem em algumas espécies de *Quercus* são as plântulas estioladas (de coloração esbranquiçada), pela ausência de cloroplastos e consequentemente clorofila, devido à incapacidade de se desenvolver adequadamente. Recomenda-se nestes casos a eliminação dessas plantas, uma vez que são mais propensas a desenvolver focos de doenças, principalmente de pragas como insetos e fungos, que atacam tecidos fracos que não acabam de lenhificar.



Figura 30. Plântulas estioladas de *Quercus pyrenaica* Willd. Campanha 2019–2020. LIFE-RELICT (LIFE16NAT/PT/000754).

Micorrização

Uma vez desenvolvida a plântula, é aconselhável aplicar um meio para micorrizar as espécies do gênero *Quercus*. A micorrização trata-se de um processo simples que capacita as plantas com qualidades rústicas e capacidade de resistir à seca, reduzindo a suscetibilidade a peptógenos radiculares, melhorando a captação de água e nutrientes. Este processo é particularmente importante no desenvolvimento dos primeiros dois a três anos, facilitando o seu enraizamento final no campo.

Para a micorrização recomenda-se a aplicação de uma suspensão de esporos com pelo menos 100.000 esporos/litro.

A preparação é feita com água destilada juntamente com o esmagamento dos carpóforos fúngicos, principalmente do grupo basidiomicetos, como são exemplo as espécies dos gêneros *Pisolithus*, *Boletus*, *Amanita*, *Lactarius*, *Russula*, *Laccaria*, *Cortinarius*, *Scleroderma* e/ou *Tricholoma*. Podem também utilizar-se algumas espécies de ascomicetos, como *Tuber*, *Terfezia* ou *Peziza*.



Figura 31. Espécies micorrízicas: *Pisolithus* sp. (canto superior esquerdo), *Scleroderma* sp. (canto inferior esquerdo). Irrigação por esporos com pistola dosadora (direita).

Além disso, uma solução alcalina deve ser adicionada para elevar o pH da preparação acima de 7.

Aplicam-se 10 ml da preparação por plântula, através de irrigação superficial sobre o substrato, em intervalos de 5 dias entre regas e durante 2 semanas.

Durante todo o processo, é necessário grande limpeza e higiene nos recipientes, na preparação dos elementos que constituem a preparação e durante a sua aplicação.

Sob essas condições e após o acompanhamento do processo, geralmente 40-45 dias após a aplicação, os primeiros glomérulos ectomicorrízicos aparecem nas raízes terciárias e quaternárias.

PLANTAS

Consideram-se plantas a partir do segundo período vegetativo, que geralmente ocorre de forma irregular, dependendo das condições ambientais e das características das próprias espécies.

Normalmente, desde a primavera ao outono ocorrem os períodos de crescimento e paragem vegetativa, que delimitam os distintos períodos de crescimento que apresentam as plantas do género *Quercus*, tendo em conta o processo normal de multiplicação. Os períodos vegetativos podem variar de 2 a 4 por ano, dependendo das condições ambientais e dos táxones. Ocasionalmente, existem espécies e exemplares que apresentam crescimento contínuo por mais de 4 meses, impedindo as paragens que habitualmente delimitam os períodos vegetativos, apresentando assim estes casos, um único período vegetativo.

Caracterização

Em geral, as plantas possuem três elementos diferenciais para sua caracterização: o caule, as gemas e principalmente as folhas de cada período vegetativo. De forma a caracterizar cada uma das espécies estudadas foi organizado um arquivo descritivo, sendo este apresentado de seguida. O registo de dados realizou-se sobre as plantas de 1 seiva (1 + 0) de cada uma das espécies.

Taxon	Haste (cm)	Folhas (cm)	Botões (mm)
<i>Quercus canariensis</i> Willd.	20-25	3-15 x 2-8	3-6
<i>Quercus estremadurensis</i> O.Schwartz	24-32	3,5-20 x 2-10	2-3
<i>Quercus marianica</i> C.Vicioso	16-25	3-10 x 2-3	3-5
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	18-25	5-15 x 3-10	3-7
<i>Quercus robur</i> L. subsp. <i>botoana</i> O.Schwartz	25-30	3-15 x 2-8	2-3

Quadro 3. Variáveis analisadas (comprimento do haste (cm), dimensões das folhas: comprimento x largura (cm) e comprimento dos botões (mm)) nas espécies do género *Quercus* estudadas.

Cuidados e Manutenção

As plantas possuem manutenção contínua, baseada na irrigação e no controle da iluminação excessiva de forma a reduzir o possível estresse durante o verão, sobretudo nas condições do SW da Península Ibérica.

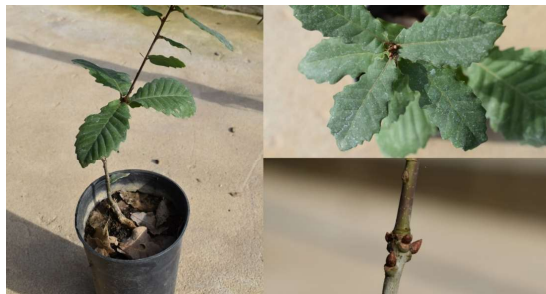


Figura 32. Planta de *Quercus canariensis* Willd. 1 seiva (esquerda), detalhe de folhas adultas (canto superior direita) e botões (canto inferior direita). Campanha 2018-2019. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT / PT / 000754).

as espécies esclerofilas necessitam de um ensombramento menor (<70%), enquanto as esciófilas requerem um ensombramento maior (<80%).

Todavia, a manutenção dos nutrientes nas plantas deve ser assegurada, sendo que, após o segundo período vegetativo é normalmente necessário adicionar alguns nutrientes às plantas que



Figura 33. *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O. Schwartz. 1 seiva (esquerda), detalhe de folhas e gemas (direita).



Figura 34. *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O. Schwartz. 6 meses. Campanha 2018-2019. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT / PT / 000754).

A rega deve ser realizada com uma frequência de 2-3 dias, dependendo das condições de temperatura e humidade. No entanto, a iluminação deve ser controlada em todos os casos, de modo a favorecer o sombreamento durante o período de junho a outubro. A rede de ensombramento deve filtrar a luz em 60-80%, dependendo do tipo de planta:

podem ser dispensados por diferentes formas: via foliar, como fertilizante inorgânico (NPK), ou de preferência, através de fertilizante orgânico. As doses a serem fornecidas variam de acordo com o tamanho da planta: por exemplo, quando as plantas possuem um tamanho médio (16-22 cm), elas podem receber um fertilizante orgânico na proporção de 1:15 do volume total do substrato.

Uma vez decorrido o período de multiplicação, o desenvolvimento das plantas obtido é irregular, devido aos vários fatores que determinaram o crescimento das plantas até ao resultado final à saída do viveiro. Normalmente o desenvolvimento ocorre em períodos com temperaturas entre 15 e 32 ° C. Durante o processo de multiplicação, podemos identificar pelo menos três períodos de desenvolvimento: 1) no final do inverno, de fevereiro a abril, no caso de plantas protegidas (em estufa); 2) de abril a junho, no exterior e 3) no outono de setembro a outubro no exterior. Ocasionalmente, em verões amenos (abaixo de 37°C no máximo) e à sombra, é possível identificar um quarto período vegetativo.



Figura 35. *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O. Schwartz. 6 meses. Campanha 2018-2019. LIFE-RELICT (LIFE16 NAT / PT / 000754).

O desenvolvimento que as espécies selecionadas podem alcançar é irregular, como se observou nas fichas descritivas das plantas

Pragas e Doenças

As pragas e doenças às quais as espécies de *Quercus* são mais suscetíveis durante a fase de multiplicação e/ou cultivo em viveiro, relacionam-se sobretudo com infeções foliares ou radiculares.

No caso das raízes existem pelo menos dois grupos de danos causados por fungos patogênicos, pertencentes principalmente aos géneros *Cylindrocarpon* e *Phytophthora*, que geram podridão radicular, com sintomas iniciais de amarelecimento das folhas, levando à sua queda

e mesmo ao desfolhamento total. O controle desse tipo de infeção é realizado através da higiene e esterilização dos substratos e vasos. É também possível a aplicação de fungicidas sistémicos de amplo espectro, nomeadamente de fosfatos como preventivos para *Phytophthora*, em caso de contaminação ou a aplicação de micorrizas para combater a instalação e proliferação destas pragas.

Nas folhas é possível o aparecimento de um fungo negro (*Capnodium quercinum*) que infeta as plântulas de *Quercus*, gerando a perda de vigor e ocasionalmente o desfolhamento, conduzindo por vezes à morte dos espécimes. Esta situação, está normalmente associada à presença de insetos sugadores (afídios, pulgões, moscas brancas, etc.). Seu tratamento é baseado na aplicação de fungicidas genéricos, juntamente com a redução da humidade e temperatura ambiental.

Microsphaera alphitoides, o oídio do carvalho, pode causar danos significativos em viveiro, afetando as plantas jovens pelo aborto dos brotos, clorose (insuficiente produção de clorofila), murchamento e queda prematura das folhas. Afeta as espécies do género *Quercus*, com especial impacto em *Quercus robur*, *Quercus canariensis*, *Quercus petraea* e *Quercus pyrenaica*. De forma preventiva, podem aplicar-se em viveiro tratamentos baseados em enxofre coloidal ou molhável e tratamentos curativos com fungicidas sistémicos ou de contato (penconazol, ciproconazol, pirifenox, etc.).

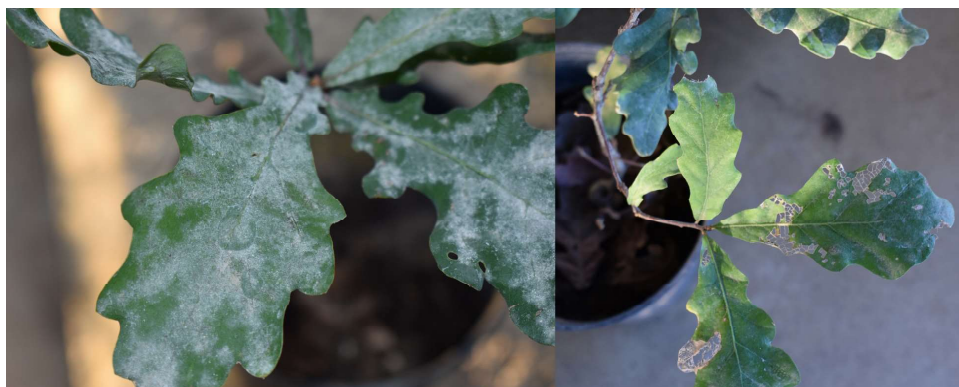


Figura 36. Plântulas de *Quercus robur* L. subsp. *broteroana* O. Schwartz afetada por oídio (*Microsphaera alphitoides*) (esquerda) e folhas afetadas por desfolhadores (direita).

Por outro lado, existem desfolhadores como *Lymantria dispar*, que podem causar perdas e elevados danos foliares aos espécimes. Ocasionalmente, existem problemas com os ácaros (*Eriophyes ilicis*) e especialmente com os pulgões (*Thelaxes suberi* e outras espécies do grupo *Aphididae*), bem como com a mosca-branca (*Trialeurodes*

vaporariorum). Estes ocorrem sobretudo quando as plantas se encontram vigorosas e existem condições ambientais favoráveis (de humidade e elevada temperatura). Estes últimos agentes podem ser controlados através da diminuição da humidade e com tratamentos inseticidas, cujos princípios ativos se baseiam em piretrinas.

As espécies do género *Quercus* devem ser acompanhadas por um passaporte fitossanitário para circulação na União Europeia, caso o destino final seja profissional ou uma área protegida (ZP).

EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES

Os processos referidos necessitam de instalações e máquinas específicas que facilitam o desenvolvimento das atividades de todo o ciclo produtivo de multiplicação. Entre as instalações e equipamentos normalmente utilizados para a produção de plantas do género *Quercus*, podemos citar: Viveiros, Estufas, Câmaras de germinação, Sistema de rega e Maquinaria.

Viveiros

Dentro dos viveiros, é necessário observar que as espécies do género *Quercus* aqui referidas (espécies raras e/ou endémicas) são sensíveis à elevada radiação solar, pelo que nos meses de verão, as condições ambientais dos espaços climáticos do Mediterrâneo não são propícias para elas. Além disso, as condições de temperatura são excessivas para manter a humidade nos substratos. Estas condições resultam na necessidade de criar áreas de ensombramento para o desenvolvimento das espécies durante estes períodos.

No período de verão, com condições de mais de 14 horas de sol e irradiação superior a 5,5 kWh /m² dia, é necessário um túnel de sombreamento (umbráculo) a fim de permitir o controle da irradiação, temperatura e humidade. Em viveiro, no período de 15 de maio a 15 de outubro, pode ser instalada uma estrutura de fixação metálica ou de madeira que serve de suporte a uma malha de ensombramento, proporcionando uma redução da luz entre 45 e 80%, sendo recomendada 60–70% da cobertura para as espécies aqui tratadas. O período de tempo em que as plantas permanecem nessas condições deve ser controlado de modo a evitar uma possível perda de qualidade (arqueamento) ou redução do crescimento.



Figura 37. Túnel de sombreamento (umbráculo) para controle de radiação, temperatura e umidade durante o período mais desfavorável no sudoeste da Península Ibérica (15 de junho a 15 de outubro).

Por outro lado, são necessários também equipamentos e/ou máquinas que facilitem a mobilidade dos suportes das plantas, a fim de

otimizar adequadamente as condições de espaço e desenvolvimento, permitindo a sua deslocação sem grandes esforços dentro do viveiro.

Além disso, recomenda-se que os viveiros possuam espaços amplos que permitam a instalação temporária de bancadas com plantas de *Quercus*, facilitando o seu robustecimento antes de serem transferidas para o campo. O robustecimento é alcançado em algumas espécies, especialmente as de folha persistente, reduzindo progressivamente o grau de ensombramento; enquanto nas espécies de folha caduca ou marcescente recomenda-se o robustecimento através do controle da irrigação, em condições moderadas de sombra, que permitem um bom desenvolvimento radicular e um certo amadurecimento do desenvolvimento aéreo das plantas.

Estufas

Quando as sementes germinam e são colocadas nos alvéolos florestais, as temperaturas do ambiente externo costumam ser baixas e, nessas condições, a radícula da futura planta geralmente interrompe seu crescimento, deteriorando-se devido à humidade excessiva e à incapacidade de se desenvolver.

As estufas são instalações necessárias durante os primeiros estágios de desenvolvimento das plântulas. A manutenção de temperaturas moderadas no inverno e as oscilações térmicas reduzidas facilitam o desenvolvimento adequado das plantas, permitindo que não paralise o seu crescimento e aumentem a sua sobrevivência.



Figura 38. Estufa com um sistema de mesas móveis de cultivo que permitem um melhor aproveitamento do espaço e flexibilidade do trabalho em estufa e permite a irrigação pela absorção de água da base do vaso.

O período de utilização das estufas deve limitar-se aos meses de inverno, de dezembro a março, e ocasionalmente, em novembro, quando ocorre germinação precoce de algumas espécies.

Além disso, em estufa, deve-se notar que, quando as condições são ótimas, o desenvolvimento das plantas é acelerado, gerando problemas de saúde e desequilíbrio raiz/caule nas plantas, pelo que devem ser corrigidas através do controlo do período de permanência nas estufas.

Os problemas de pragas e doenças que afetam as plântulas durante o período na estufa foram descritos anteriormente na seção de pragas e doenças.

As características das estufas não devem ser diferentes das estufas de horticultura, embora também seja recomendada uma certa sombra nas mesas com as plantas emergentes, evitando possíveis queimaduras em períodos ensolarados, além de facilitar o sombreamento na superfície da estufa, diminuindo a temperatura ambiente geral. O tipo de malha de sombreamento não deve exceder 50%, sendo recomendado variar entre 30-40%.

Câmaras

Nesta seção, deve-se notar que, para o tratamento e conservação de sementes de *Quercus* destinadas à produção de uma planta florestal, é necessário intervir nas câmaras de conservação, germinação e, por fim, se necessário, no desenvolvimento ou multiplicação.

Para fins de conservação estima-se que a temperatura adequada para a manutenção de bolotas em estado latente, sem que a germinação ocorra ou que as sementes se deteriore, uma temperatura de 3°C e uma humidade entre 75% e 85%. O grau de iluminação deve ser nulo e as bolotas devem permanecer escuras para a sua conservação. Garantindo estas condições, as sementes de *Quercus* podem ser mantidas por 6-8 meses, mantendo a sua viabilidade germinativa.



Figura 39. Câmara de refrigeração para conservação prolongada de sementes de *Quercus*.

Para o processo de germinação, é possível utilizar câmaras de germinação que facilitem e controlem todo o processo, embora os resultados encontrados nos nossos testes revelem que a germinação em tabuleiros de areia fornece resultados semelhantes aos obtidos com este

equipamento, nomeadamente com sucesso acima de 70% para todas as espécies estudadas e com menor custo de energia e instalações.

O uso de câmaras de multiplicação apresenta certas vantagens no crescimento e desenvolvimento inicial das plântulas. Ao controlar as condições de temperatura, irradiação e humidade, o desenvolvimento das plântulas de qualquer espécie de *Quercus* trabalhado, pode ser beneficiado ou inibido. No caso de *Q. marianica*, esta espécie requer um número maior de horas de luz comparativamente com as restantes espécies (> 14), de modo a atingir o seu ótimo desenvolvimento em menos tempo; o mesmo se passa com a temperatura média de desenvolvimento de *Q. robur* subsp. *broteroana*, que deve ser inferior a 18°C. Para os restantes exemplares a temperatura média deve situar-se acima dos 20°C.

Em resposta a esses resultados e reflexões, fica claro que câmaras de qualquer tipo são ferramentas que podem ser usadas para o melhor controle de processos e que, no caso de preservar as sementes recalcitrantes de *Quercus*, elas se tornam essenciais.

Rega

O sistema de rega mais difundido nos viveiros florestais de grande dimensão é a rega por aspersão. De modo geral, este tipo de rega é eficaz e fácil de organizar, com bons rendimentos e poucos problemas. Contudo, por vezes surgem algumas pragas ou doenças que podem afetar as plantas nos meses de temperaturas e irradiação mais elevadas, sobretudo no sul da Península Ibérica.

Juntamente com esta rega, implementaram-se regas pontuais por microaspersão que são eficazes, apresentando igualmente os problemas indicados anteriormente, embora se diminuam os problemas sanitários e a perda de água, resultando assim, num sistema mais eficaz. O problema com este sistema é o custo mais elevado na fase de instalação e a sua manutenção, comparando com outros sistemas de rega.

A rega manual é eficaz, embora frequentemente surjam problemas de uniformidade na distribuição da água e hajam maiores custos com pessoal, pelo que o investimento no sistema é menor. Este sistema não é viável em locais com elevada produção de plantas, onde a irrigação por aspersão geralmente é mais eficaz.

Atualmente na irrigação é possível introduzir nutrientes que facilitam o crescimento e em alguns casos, a utilização de produtos fitossanitários preventivos e curativos para pragas e doenças. A

fertirrigação requer um sistema paralelo e instalação específica para esse tipo de irrigação. Embora o seu custo seja mais elevado, é amortizado em pouco tempo em áreas de elevada produção, constituindo um sistema eficiente e rentável.

Maquinaria

Dentro da infra-estrutura usada nos viveiros florestais para a produção de exemplares de *Quercus*, estão os elevadores de paletes para transporte e organização das plantas durante o período de produção.

Para a preparação dos substratos são recomendáveis cintas transportadoras e misturadores, uma vez que facilitam a produção à escala do substrato destinado às bandejas. As máquinas de enchimento de bandejas também são úteis em grandes viveiros florestais, reduzindo o período de preparação dos recipientes das plantas.

Por vezes, são utilizados equipamentos de pulverização e vaporização (atomizadores-nebulizadores) para o tratamento fitossanitário, que, ocasionalmente, servem também para a fertilização foliar das plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alía, R., García del Barrio, J. M., Iglesias, S., Mancha, J., Miguel, J., Nicolás, J., Pérez, F., Sánchez de Ron, D. 2009. Regiones de procedencia de especies forestales en España. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid. 363 pp.
- Alía, R., Alba, N., Agúndez, D., Iglesias, S. (coord.) 2005. *Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. Materiales de base y de reproducción*. Serie Forestal. DGB. Madrid. 384 pp.
- Amaral Franco, J. 1990. *Fagaceae*. En: S. Castroviejo, M. Laínz, G. López González, P. Montserrat, F. Muñoz, J. Paiva, L. Villar (eds.) Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol II. Platanaceae-Plumbaginaceae (partim). Real Jardín Botánico, Madrid. pp. 10-36.
- Andivia, E., Fernández, M., Vázquez-Piqué, J. 2011. Autumn fertilization of *Quercus ilex* ssp. *ballota* (Desf.) Samp. nursery seedlings: effects on morpho-physiology and field performance. *Ann. For. Sci.* 68, 543-553. <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0048-4>.
- Aroca M.J., Serrada R., Calderón C., 2005. Influencia del contenido de humedad y del tiempo de almacenaje sobre la capacidad germinativa en bellotas de encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota* L.) sometidas a congelación. Resultados preliminares. En: Actas del IV Congreso Forestal Español. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, ed.). Zaragoza.
- Bacchetta, G.; Bueno Sánchez, A.; Fenu, G.; Jiménez-Alfaro, B; Mattana, E.; Piotto B.; Virevaire, M. (eds.) 2008. Conservación ex situ de plantas silvestres. Ed. Jardín Botánico Atlántico, Principado de Asturias. La Caixa. 375 pp. Recurso electrónico disponible en: http://www.ahim.org/docs/Conservacion_ex-situ_0.pdf. Consulta realizada el 15 de septiembre de 2019.
- Bonner F.T. 2008. *Quercus*. En: F. T. Bonner, R.P. Karrfalt (eds.) The woody plant seed manual United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, Washington. pp. 928-938.
- Bonner, F.T. 2008. *Storage of seeds. The Woody Plant Seed Manual*. Forest Service. Department of Agriculture, USDA, Washington, D.C., Estados Unidos de América.
- Castro, L., Díaz-Fernández P.M., Gil, L., 2000. *Influencia del tamaño de semilla y del cultivo en vivero en el desarrollo de procedencias de Quercus suber*. Congresso Mundial do Sobreiro e da Cortiça. Lisboa, 19-21 julio 2000.
- Catalán G., 1991. *Semillas de árboles y arbustos forestales*. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Chirino, E., Vilagrosa, A., Hernández, E.I., Matos, A., Vallejo, V.R. 2009. Effects of a deep container on morpho-functional characteristics and root colonization in *Quercus suber* L. seedlings for reforestation in Mediterranean climate. *Forest Ecology and Management* 256, 779-785.
- Cortina J., Monerris J., Disante K., Fuentes D., Valdecantos A. 2009. Fertilización tardía y establecimiento de *Quercus ilex* subsp. *ballota*. En: Actas del 5 Congreso Forestal Español. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, Junta de Castilla y León, eds.). Ávila.
- Cuesta, B., Villar-Salvador, P., Puértolas, J., Jacobs, D., Rey-Benayas, J.M., 2010. Why do large, nitrogen rich seedlings better resist stressful trasplanting conditions? A physiological analysis in two functionally contrasting mediterranean forest species. *Forest Ecology and Management* 260, 71-78.
- Díaz-Fernández, P.M., Jiménez, P., Martín S., De Tuero, M., Gil, L. 1995. *Regiones de procedencia de Quercus robur L., Quercus petraea (Matt) Liebl. y Quercus humilis Mill.* ICONA, Madrid, 87 pp + 15 mapas y fichas.

- Diez, J., Manjón, J.L., Kovács, G.M., Celestino, C., Toribio, M. 2000. Mycorrhization of vitroplants raised from somatic embryos of cork oak (*Quercus suber* L.). *Applied Soil Ecology* 15, 119–123.
- Directiva 1999/105/CE del Consejo de 22 de diciembre de 1999 sobre la comercialización de materiales forestales de reproducción. D.O.L. 11 de 15 de enero de 2000
- Domenech, J., Ramo-Solano, B., Probanza, A., Lucas-García, J.A., Colón, J.J., Gutiérrez-Mañero, F.J. 2004. *Bacillus* spp. and *Pisolithus tinctorius* effects on *Quercus ilex* ssp. *ballota*: a study on tree growth, rhizosphere community structure and mycorrhizal infection. *Forest Ecology and Management* 194: 293–303.
- Domínguez, S., Murrias, G., Herrero, N., Peñuelas, J.L., 2001. Cultivo de once especies mediterráneas en vivero. Implicaciones prácticas. *Ecología* 15, 213–223.
- Domínguez-Lerena, S., Murrias, G., Herrero, N., Peñuelas, J.L., 2001. Comparación del desarrollo de ocho especies mediterráneas durante su primer año en campo y su relación con los parámetros funcionales de las plantas. En: *Actas del III Congreso Forestal Español* (Junta de Andalucía, ed.). Granada. Mesa 3. pp. 75–81.
- Esteso-Martínez, J., Gil-Pelegrín, E. 2004. Frost resistance of seeds in mediterranean oaks and the role of litter in the thermal protection of acorns. *Ann. For. Sci.* 61, 481–486.
- Fernández, M. 2008. Endurecimiento en vivero de especies leñosas mediterráneas destinadas a plantación forestal. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 28, 13–24.
- Foucard, J.C. 1997. *Viveros. De la producción a la plantación. Innovaciones técnicas. Productos. Mercados*. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 439 pp.
- García-Fayos P. (coord.) 2001. *Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana*. Banc de Llavors Forestals, Conselleria de Medi Ambient, Generalitat Valenciana, Alboraya (Valencia). 82 pp.
- González, J., Sánchez, A., Arroyo, M. (coord.) *Material forestal de reproducción y planta de vivero de encina y alcornoque en Andalucía*. Ecosistemas de dehesa: Desarrollo de políticas y herramientas para la gestión y conservación de la biodiversidad LIFE11/BIO/ES/000726. 41 pp.
- González, V., Villar, R., Navarro-Cerrillo, R.M. 2008. Efecto del peso de la semilla y del progenitor en la biomasa y uso de las reservas a de cuatro especies de *Quercus*. *Cuadernos de la SECF* 28, 151–156.
- González, V., Villar, R., Navarro-Cerrillo, R.M. 2011. Maternal influences on seed mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species, *Acta Oecologica* 37, 1, 1–9.
- Honrubia, M., Torres, P., Díaz, G., Cano, A. 1992. *Manual para micorrizar plantas en viveros forestales*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- ISTA (International Seed Testing Association) 2011. *International rules for seed testing*. Edition 2011. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- Jiménez, P., Díaz-Fernández, P.M., Martín, S., Gil, L. 1998. *Regiones de procedencia de Quercus pyrenaica W., Quercus faginea Lam. y Quercus canariensis Willd.* Servicio de Material Genético, DGCONA, Madrid, 91 pp + 55 mapas y fichas.
- Jiménez, P., Gil, L. 2000. Conservación de recursos genéticos de los *Quercus* mediterráneos en España. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.: Fuera de Serie* 2: 103–115.
- Jiménez, M.N., Ponce, A., Hurtado, M.J., Navarro, F.B. 2014. *Terminología utilizada para definir el tipo de planta forestal en los viveros comerciales*. Granada, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 15 pp.
- Junta de Andalucía 2001. *I Curso de gestión de viveros forestales*. Resumen de las ponencias. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 160 pp.

- Marañón, T., Villar R., Quero, J.L., Pérez-Ramos, I.M. 2005. Análisis del crecimiento de plántulas de *Quercus suber* y *Quercus canariensis*: experimentos de campo y de invernadero. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 20, 87-92.
- Martínez, G., Planelles, R., Zazo, J., Bela, D., Vivar, A., López, M. 2001. Estudio de la influencia de la fertilización nitrogenada y la iluminación sobre atributos morfológicos y fisiológicos de brinzales de *Q. suber* L. cultivado en vivero. Resultados del 1er año en campo. *Actas del III Congreso Forestal Español. Tomo II*, 784-789.
- Mollá, S., Villar-Salvador, P., García-Fayos, P., Peñuelas, J.L., 2006. Physiological and trasplant performance of *Quercus ilex* L. (holm oak) seedlings grown in nurseries with different winter conditions. *Forest Ecology and Management* 237, 218-226.
- Montero, G., Cañellas, I. 1999. El alcornoque (*Quercus suber* L.). Manual de reforestación y cultivo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Navarro, R.M., Gálvez, C., 2001. *Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Tomo II*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba. pp. 283-285.
- Navarro, R.M., Del Campo, A., Alejano, R., Álvarez, L. 1999. Caracterización de la calidad de planta de encina (*Quercus ilex*), alcornoque (*Q. suber*), algarrobo (*Ceratonia siliqua*), y acebuche (*Olea europaea*) en cinco viveros en Andalucía. *Montes* 56, 57-67.
- Navarro-Cerrillo, R.M., Villar, P., Del Campo, A. 2006. *Morfología y establecimiento de los plantones*. En: Cortina, J., Peñuelas, J., Puértolas, J., Savé, R., Milagrosa, A. (eds.) Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Organismo autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España, pp.67-88.
- Pemán, J., Voltas, J., Gil-Pelegrin E., 2006. Morphological and functional variability in the root system of *Quercus ilex* L. subject to confinement: consequences for afforestation. *Ann. For. Sci.* 63, 425-430.
- Pemán, J.; Navarro, R. M., Nicolás, J.L., Prada, M.A., Serrada, R. (coord.) 2013. *Producción y manejo de semillas y plantas forestales. Tomo II. Naturaleza y Parques Nacionales*. Serie Forestal. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 818 pp.
- Pera, J., Parladé, J. 2005. Inoculación controlada con hongos ectomicorrícicos en la producción de planta destinada a repoblaciones forestales: estado actual en España. *Invest Agrar: Sist Recur For* 14 (3), 419-433.
- Quero, J.L., Villar, R., Marañón, T., Murillo, A., Zamora, R., 2008. Respuesta plástica a la luz y al agua en cuatro especies mediterráneas del género *Quercus* (Fagaceae). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 81: 373-385.
- Quero, J.L., Villar, R., Marañón, T., Zamora, R., Poorter, L., 2007. Seed mass effects in four mediterranean *Quercus* species (Fagaceae) growing in contrasting light environments. *Am. J. Bot.* 94(11), 1795-1803.
- Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción. B.O.E. número 58 de 8 de marzo de 2003.
- Real Decreto 58/2005, de 21 de enero, por el que se adoptan medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Comunidad Europea de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales, así como para la exportación y tránsito hacia países terceros. B.O.E. número 19 de 22 de enero de 2005.
- Resolución Ministerial de 28 de julio de 2009 por la que se autoriza y publica el Catálogo Nacional de las Regiones de Procedencia relativa a diversas especies forestales

- Reyes, O., Casal, M., 2006. Seed germination of *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica* and *Quercus ilex* and the effects of smoke, heat, ash and charcoal. *Ann. For. Sci.* 63, 205–212.
- Rink, G. y Williams, R.D. (1984). Sotorage technique affects white oak acorn viability. *Tree Planter's Notes* 35, 3–5
- Rodá F., Retana J., Gracia C.A., Bellot J. (eds.) 1999. *Ecology of Mediterranean Evergreen Oak Forests*. Springer-Verlag. Berlín, 373 pp.
- Ruano, J.R. 2008. *Viveros forestales. Manual de cultivo y proyectos*. Ediciones Mundiprensa Madrid. 285 pp.
- Suárez, M.A., Vázquez, F., Baselga, P. 1997. Efecto de distintos tipos de envase, sustrato y grados de endurecimiento en la producción de planta de *Quercus suber* L. y *Quercus rotundifolia* Lam. I Congreso Hispano-Luso y II Congreso Forestal Español, Pamplona, 3, 621–626.
- Suárez, M.A., Vázquez, F., Baselga, P., Torres, E., Cuevas, S. 1997b. Efectos de distintos tratamientos en vivero en el arraigo y primer desarrollo en campo de plantas de *Quercus suber* L. y *Quercus rotundifolia* Lam. Efecto del protector. En: F. Puertas, M. Rivas (eds.) *Actas del 1 Congreso Hispano-Luso y II Congreso Forestal Español*, Pamplona, 3, 627–632.
- Tsakalidimi, M., Zagas, T., Tsitsoni, T., Ganatsas, P., 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two mediterranean evergreen oak species raised in different container types. *Plant Soil* 278, 85–93.
- Urbieto I.R., Pérez-Ramos I.M., Zavala M.A., Marañón T., Kobe R.K., 2008. Soil water content and emergence time control seedling establishment in three co-occurring mediterranean oak species. *Can. J. For. Res.* 38, 2382–2393.
- Vázquez, F. 1998. *Semillas del género Quercus L. (biología, ecología y manejo)*. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Consejería de Agricultura y Comercio, Junta de Extremadura, Badajoz.
- Vieira, J. 1950. *Subericultura*. Dir. Gral. Do Ser. Florestais e Aquícolas, Lisboa. Edición Española de 1992, MAPA, Madrid.
- Villar-Salvador P., Peñuelas J.L., Cuadrado J., Valencia E., 2008a. Efecto de la fertilización nitrogenada durante el cultivo en vivero sobre el desarrollo en campo de *Quercus coccifera* y *Q. faginea*. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 28, 183–187.
- Villar-Salvador, P., Peñuelas J.L., Valencia, E., Cuadrado, J. 2008. El crecimiento de los brinzales de *Quercus coccifera* y *Q. faginea* responde de manera diferente a la fertilización con nitrógeno. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 28, 177–182.
- Villar-Salvador, P., Planelles, R., Oliet, J., Peñuelas, J.L., Jacobs, D.F., González, M. 2004. Drought tolerance and transplanting performance of holm oak (*Quercus ilex*) seedlings alter drought hardening in the nursery. *Tree Physiol.* 24, 1147–1155.



CENTRO DE INVESTIGAÇÕES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DE EXTREMADURA

