Guía para la plantación de setos e islotes forestales en campos agrícolas mediterráneos



José Mª Rey Benayas
J. Ignacio Gómez Crespo
Aurora V. Mesa Fraile

FUNDACIÓN INTERNACIONAL PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS
FIRE

Texto: José María Rey Benayas, José Ignacio Gómez Crespo y Aurora Victoria Mesa Fraile
Revisor crítico del texto: Pedro Villar-Salvador
Diseño y maquetación: Miguel Ángel Hernández Gómez

Este documento es el resultado de un proyecto más amplio denominado ***Campos de Vida*** de la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE, www.fundacionfire.org).

Los contenidos de esta publicación pueden divulgarse siempre y cuando se cite expresamente la fuente.

Referencia sugerida: Rey Benayas, J.M., Gómez Crespo, J.I. y Mesa Fraile, A.V. 2016. *Guía para la plantación de setos e islotes forestales en campos agrícolas mediterráneos*. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas, Madrid.

Los autores: José Mª Rey Benayas (http://www3.uah.es/josemrey/) es catedrático de Ecología en la Universidad de Alcalá y Presidente de la FIRE, J. Ignacio Gómez Crespo es técnico de Heliconia S. Coop. Mad. y Aurora V. Mesa Fraile es Coordinadora de Proyectos de la FIRE.

© Texto: 2016, FIRE.
© Fotografías: 2016, FIRE.



Índice

Agradecimientos....5

Resumen....6

Abstract....7

1. Introducción....8

1.1. Motivaciones y objetivo de esta Guía....8

1.2. ¿Por qué plantar setos e islotes forestales en agroecosistemas?....9

2. Beneficios de los setos e islotes forestales....10

3. Diseño de las plantaciones....14

3.1. Organización espacial de las actuaciones de revegetación....14

3.2. Selección de especies....17

3.3. Material de revegetación....21

3.4. Proyectando las plantaciones....25

4. Ejecución de las plantaciones....31

4.1. Replanteo del diseño de la plantación en el terreno....31

4.2. Preparación previa del suelo....31

4.3. Plantación....32

5. Mantenimiento de las plantaciones....36

5.1. Riego....36

5.2. Eliminación de hierbas....37

5.3. Reposición de marras....37

5.4. Podas de formación....37

5.5. Revisión de protectores....38

6. El proyecto *Campos deVida*....39

Bibliografía....43

Agradecimientos

Agradecemos la ayuda de los organismos que han financiado los proyectos relacionados con esta Guía, concedidos tanto a la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas como a la Universidad de Alcalá. Entre los primeros destacan los del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España y los de la Fundación Biodiversidad entre los años 2009 y 2015, mientras que entre los segundos destacan los de la CICYT con referencia CGL2007-60533/BOS y CGL2010-18312 y los de la Comunidad de Madrid con referencia S2009AMB-1783 y S2013/MAE-2719. Agradecemos también la ayuda proporcionada por Finca Virgen de Lourdes, Bodega Abadía Retuerta, Bodega y Viñedos Gosálbez Orti, Bodega y Viñedos Martín Berdugo, HaciendasBio y todos los propietarios de las fincas donde hemos ejecutado actuaciones del proyecto Campos de Vida. Reconocemos la labor de los siguientes técnicos contratados por la FIRE: Patricia García Peña, Jorge Meltzer Escalonilla, Héctor Amador Carrero, Cristina Pablos Busto, Olaia Sobrado Conde y Guillem Crespo Cepas. Gracias a todos los propietarios que han autorizado las actuaciones del proyecto Campos de Vida de la FIRE y a los voluntarios que han contribuido al mismo. Finalmente, agradecemos la revisión crítica y comentarios de Pedro Villar sobre una versión anterior de este documento.

Resumen

Los agroecosistemas (tierras de cultivo y pastizales) se han expandido en detrimento de la vegetación natural original y ocupan casi la mitad de la tierra en el mundo y en España. Además, se han simplificado y perdido gran parte de los remanentes de vegetación natural y semi-natural como consecuencia de la intensificación de la agricultura. Esta vegetación tiene un papel importante en la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, incluida la producción agrícola. El principal objetivo de esta Guía es proporcionar al público algunas técnicas para plantar setos o cercas vivas e islotes forestales en los campos agrícolas mediterráneos, de forma compatible con la utilización agrícola del territorio, para reducir la simplificación y pérdidas mencionadas. Con ella trasladamos la experiencia y las lecciones aprendidas por la Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE, www.fundacionfire.org) desde que comenzó a restaurar agroecosistemas en el año 2009. El marco normativo europeo y algunas leyes españolas favorecen cada vez más la plantación de setos e islotes forestales. Los beneficios de éstos son múltiples, e incluyen la atenuación del viento y los rigores del clima, la regulación de plagas, la polinización, la producción y conexión de hábitats y el aumento de la cantidad y calidad de las cosechas, entre otros. Explicamos cómo diseñar las plantaciones, para lo que hay que tener en cuenta las diferentes formas de organizar espacialmente las actuaciones de revegetación, la selección de especies –proporcionamos información sobre más de 70 y una selección de ellas para cinco ambientes contrastados–, el material de plantación, el diseño de los módulos de plantación o combinación de especies que se repiten y la correcta valoración y organización de los recursos necesarios. Explicamos también cómo ejecutar las plantaciones, en particular el replanteo del diseño de las mismas en el terreno, la preparación previa del suelo, la apertura de hoyos y la plantación en sí misma, así como su mantenimiento. Finalmente, presentamos una síntesis del proyecto "Campos de Vida" de la FIRE, cuya visión es la renaturalización del paisaje compatible con la actividad agropecuaria. Confiamos en que esta Guía incentive y contribuya a plantar setos e islotes forestales y, en último término, a producir campos de vida.



Abstract

Agroecosystems, which include cultivated lands and pasture areas, have expanded around the world to the detriment of natural vegetation, and they now occupy nearly half the planet's land. At the same time, intensification of agriculture has reduced the extent of natural and semi-natural vegetation. These trends are also occurring in Spain. This means loss of biodiversity and provision of ecosystem services, including agricultural production. This Guide aims to help mitigate this loss by providing the public with techniques for planting hedges or living fences and forest islands on Mediterranean agricultural lands in a manner compatible with their agricultural use. It reflects the experiences and lessons learned by the International Foundation for Ecosystem Restoration (*Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas*; www.fundacionfire.org) since it began restoring agroecosystems in 2009. European regulatory frameworks and some laws in Spain favor the planting of hedges and island forests, which can attenuate wind and harsh climate, help regulate crop pests, facilitate pollination and the creation and interconnection of habitats, and increase harvest quantity and quality. In the Guide, we explain how to design plantations, which requires careful spatial organization of revegetation actions, selection of appropriate species – we provide information on more than 70 species and illustrate their use in a set of five contrasted environments –, selection of plant material, design of plantation modules (i.e. species combinations and repetition), as well as adequate evaluation and organization of necessary resources. We also explain how to execute the plantation plan, starting from re-assessment of the plantation design in the field, soil preparation, opening of holes, and plantation itself and its maintenance. Finally, the Guide presents the Foundation's "Fields for Life" (*Campos de Vida*) project, which aims to rewild landscapes in a manner compatible with farming activity. Our hope is that this Guide will encourage and inform the planting of hedges and forest islands as a step towards the widespread creation of living fields.



1. Introducción

1.1. Motivaciones y objetivos de esta Guía

Las tierras de cultivo y los pastizales, que en esta Guía denominamos genéricamente como agroecosistemas, ocupan aproximadamente el 42% de la tierra en el mundo (Foley *et al*. 2011) y el 50% en España (MAGRAMA 2015). Los agroecosistemas se han expandido en detrimento de la vegetación natural original, existiendo amplias áreas donde no existen apenas remanentes de la misma y en las cuales la superficie agrícola se extiende sobre prácticamente el 100% del territorio (Foto 1). Sin embargo, la vegetación natural y semi-natural tiene un papel importante en la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, incluida la propia producción agrícola, como veremos más adelante (Carricondo, 2007; Rey Benayas & Bullock, 2012).

El principal objetivo de esta Guía es proporcionar al público amplio algunas técnicas para implementar actuaciones de revegetación que, junto con otras, permiten conciliar la utilización agrícola del territorio con la conservación o el aumento de la biodiversidad y los servicios que ésta proporciona a los humanos. Estas actuaciones, en general, podemos etiquetarlas como de "restauración agroecológica". Las principales tienen que ver con la plantación de setos o cercas vivas (Íbero 1999) e islotes forestales (Rey Benayas *et al*. 2008a, 2008b), aunque existen otras como son la creación de charcas o la introducción de elementos tales como cajas-nido y atalayas para aves rapaces y refugios de piedra o madera para la fauna silvestre en los paisajes agrícolas. Entre los servicios ecosistémicos se incluyen la fertilidad edáfica, la mitigación de la erosión, la polinización, la regulación de plagas, la fijación de carbono y la conectividad entre hábitats a escala de paisaje y otros. Esta conciliación es el fin del proyecto "Campos de Vida" de la FIRE, que se desarrolla desde el año 2009.

Afortunadamente, el **marco normativo** favorece cada vez más la plantación de setos e islotes forestales en los campos agrícolas. Así, por ejemplo, las prácticas medioambientales del *greening* de la PAC proponen la dedicación de al menos un 7% de las hectáreas elegibles, salvo las de pastos permanentes, a *superficies de interés ecológico (SIE)*, tales como "tierras en barbecho, bancales, elementos paisajísticos, franjas de protección y zonas forestadas" (art.32 PAC 2014-2020). La proporción del 7% es también la designada como "área de compensación ecológica" necesaria para la certificación de agricultura ecológica en Suiza. Por todo ello, esta cifra es una buena referencia general para dimensionar el espacio mínimo que deben ocupar los nuevos setos e islotes forestales, aunque debe considerarse con flexibilidad. Por otro lado, la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental (BOE 296 de 11 de diciembre de 2013) introduce el concepto de "bancos de conservación de la naturaleza" como mecanismo voluntario para compensar, reparar o restaurar pérdidas netas de biodiversidad mediante medidas para la creación, mejora, restauración o conservación en las áreas que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente o en su caso las comunidades autónomas designen. Esta nueva figura propicia el futuro desarrollo de proyectos para la revegetación en superficies agrícolas.

Esta Guía aspira a trasladar el conocimiento generado por la investigación a proyectos operativos en el mundo real y recopila una buena parte de nuestra experiencia y lecciones aprendidas desde que comenzamos a restaurar agroecosis-

temas. Es más, confiamos en que sirva para animar a propietarios y gestores de fincas agrícolas, administraciones públicas y organizaciones conservacionistas a emprender actuaciones de restauración agroecológica.

1.2. ¿Por qué plantar setos e islotes forestales en agroecosistemas?

La principal razón para plantar setos e islotes forestales en los paisajes agrícolas es restaurar la vegetación semi-natural y natural con el fin de conservar o aumentar la biodiversidad y los múltiples servicios ecosistémicos que proporciona, incluida la producción agropecuaria. Esta vegetación ha sido extirpada en una enorme extensión de campos agrícolas y pastizales debido a la intensificación de las prácticas agrícolas y la organización del territorio (por ejemplo, la concentración parcelaria).

La agricultura tradicional o pre-industrial permitía la coexistencia de campos agrícolas con remanentes de vegetación semi-natural y natural que se localizaban en las lindes, ribazos, bordes de camino y áreas muy poco productivas como terrenos pedregosos, salinos o encharcadizos. Sin embargo, la intensificación de la agricultura moderna o industrial, y muy en particular la roturación mecanizada a partir de la segunda mitad del siglo XX, ha supuesto en muchos casos la eliminación de todos aquellos elementos distintos al propio cultivo, haciendo desaparecer la vegetación original de nuestros paisajes agrícolas.



▲ ***Foto 1***. *Mar agrícola en la provincia de Salamanca, donde no existe ninguna planta leñosa en todo el campo visual que abarca varias decenas de km2. Algunos paisajes completamente desnudos de vegetación natural y semi-natural presentan valores culturales y de biodiversidad muy elevados pero, en general, deben ser sujetos de actuaciones de revegetación como las propuestas en esta Guía.*

2. Beneficios de los setos e islotes forestales

Los beneficios aportados por los setos e islotes forestales en los agroecosistemas son varios y han sido documentados científicamente repetidas veces (Cuadro 1). Estos beneficios se manifiestan a nivel local (es decir, en un campo agrícola y sus inmediaciones) y/o a nivel del paisaje, en una superficie mucho más amplia. Además pueden favorecer la propia productividad agrícola como en los casos de la polinización y la regulación de plagas, entre otros.

1. Atenuación del viento y los rigores del clima. Los setos protegen los cultivos de la acción del viento y, en menor medida, de la insolación excesiva y de las heladas (Cuadro 2). La protección incluye el efecto abrasivo de las partículas arrastradas por el viento sobre los cultivos, la rotura de las ramas y brotes en frutales, el deterioro de los frutos por caída y el encamado de los cereales y, por tanto, la incidencia de enfermedades causadas por hongos. Las barreras formadas por los setos frenan el aire y protegen el cultivo hasta una distancia de 20-30 veces su altura. También favorecen una brisa suave entre zonas soleadas y umbrías y reducen las pérdidas de agua por evapotranspiración, repercutiendo positivamente en la producción agrícola.

2. Reducción de la erosión del suelo. Es una consecuencia de la retención del suelo por parte de las raíces y de la disminución de la velocidad del viento y la escorrentía superficial, esta última sobre todo en los terrenos con pendiente, lo que favorece la infiltración del agua de lluvia y la retención de los nutrientes.

3. Aporte y retención de agua y nutrientes. Relacionado con el punto anterior, las raíces de las plantas de los setos e islotes forestales trasladan los nutrientes desde las capas más profundas del suelo hasta las más superficiales a través del desfronde de las hojas, flores y ramitas que se transforman en humus. Muchas plantas fijan nitrógeno en simbiosis con microorganismos y producen auxinas que favorecen el crecimiento vegetal. Además, algunas especies de árboles y arbustos tales como la retama bombean agua

Cuadro 1. Beneficios de los setos e islotes forestales

- Atenuación del viento y los rigores del clima.
- Reducción de la erosión del suelo.
- Aporte y retención de agua y nutrientes.
- Regulación de plagas.
- Polinización.
- Protección de los cultivos.
- Protección y alimentación del ganado.
- Producción y conexión de hábitats.
- Valor paisajístico y estético.
- Aumento de la producción agrícola y rendimiento de las cosechas.
- Provisión de productos adicionales a los cultivados.
- Delimitación de las propiedades.

desde las capas profundas del suelo que, en parte, queda a disposición de los cultivos con raíces más superficiales.

4. Regulación de plagas. Los setos e islotes forestales son un importante hábitat para depredadores que regulan numerosas plagas de cultivos. Favorecen a aves que consumen gran cantidad de insectos, ya sean adultos u orugas, y a rapaces que consumen roedores. Invertebrados como escolopendras, escarabajos, mantis religiosas y arañas, entre otros, que viven bajo las piedras o en la vegetación, también son depredadores de especies que causan plagas agrícolas. Algunas especies de vertebrados que habitan los setos como son muchos carnívoros, erizos, reptiles y anfibios, entre otros, contribuyen así mismo a la regulación de plagas. Este control biológico redunda en una disminución o supresión del empleo de pesticidas en los cultivos que contaminan el ambiente.

5. Polinización. Del mismo modo, son un hábitat importante para especies polinizadoras tanto de plantas domesticadas como silvestres. Más de la mitad de la producción de los alimentos del mundo que consumimos los humanos dependen de los polinizadores, habiéndose valorado sus servicios en más de 260.000 millones de euros (Lautenbach *et al*. 2012).

6. Protección y alimentación del ganado. Actúan como abrigo suavizando los rigores climáticos y protegiendo al ganado de las heladas, lluvia, viento, etc. Por otro lado, durante las épocas de escasez de pastos, éstos se mantienen verdes más tiempo, sirviendo como agostaderos, a lo que hay que unir la capacidad forrajera que pueden llegar a desempeñar muchas de las plantas que los componen.

7. Producción y conexión de hábitats. Tanto los setos como los islotes forestales inter-

Cuadro 2. Algunas cifras relacionadas con el microclima producido por los setos. Fuentes: Abella (1996), Costa Pérez (2002a) y De Miguel (2008).

- Reducción de la velocidad del viento hasta un 60%.
- Reducción de la evaporación del agua hasta un 35%. En áreas de regadío puede suponer hasta un 10% de media en el ahorro de agua para riego.
- Incremento de la cantidad de rocío hasta un 70%.
- Aumento de la humedad del suelo hasta en un 20%, mejorando las reservas de agua y disminuyendo las necesidades de riego.
- Incremento de la cantidad de lluvia hasta en un 20% con una buena red de setos a nivel regional.
- Amortiguación de las temperaturas extremas del aire y del suelo. En regiones frías, la temperatura del aire y del suelo durante el día puede aumentar hasta un 15% y 10%, respectivamente, lo que resulta ventajoso en regiones con periodos vegetativos cortos. Así mismo, pueden aumentar las temperaturas mínimas hasta en 2º C, aspecto a tener en cuenta en los cultivos de frutales en comarcas con heladas tardías. En cambio, en regiones cálidas, disminuyen la temperatura del aire y del suelo.
- Aumento de la humedad relativa del aire hasta un 5%.

calados en los campos de cultivo desempeñan un importante papel como (1) hábitat propicio para numerosas especies de flora y fauna silvestre, especialmente relevante para la fauna en agroecosistemas deforestados como lugar de refugio, cría y alimentación; (2) núcleos para la dispersión de especies vegetales y animales que con frecuencia han desaparecido de las zonas con una intensa utilización agrícola, contribuyendo de este modo a la regeneración natural de los campos abandonados próximos; y (3) mejora de la conectividad ecológica del paisaje (Figura 1). Los setos son, de alguna manera, bosques reticulados que favorecen los flujos de animales y plantas a través de los mismos.

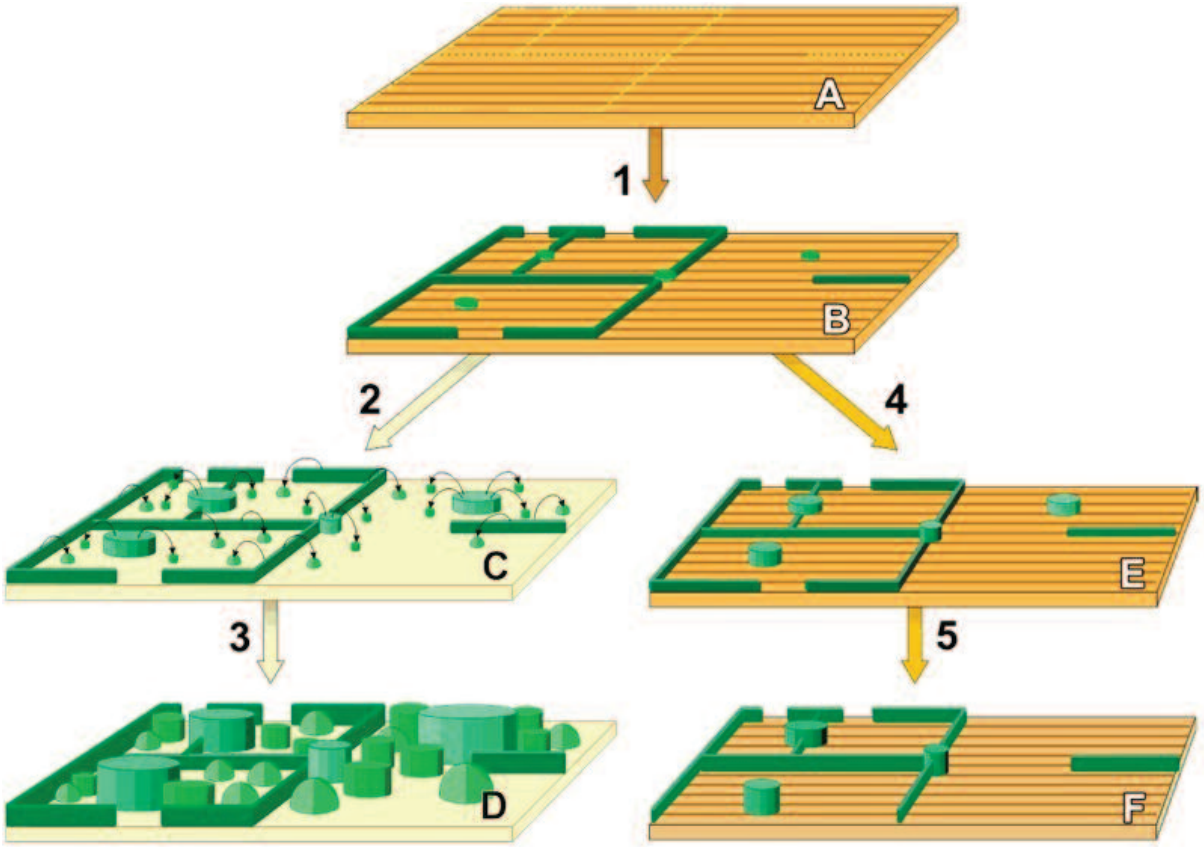
En síntesis, la creación de setos e islotes forestales en tierras agrícolas concilia la producción agrícola y la restauración ecológica, particularmente de la biodiversidad, favoreciendo el aprovechamiento sostenible del medio rural.

8. Valor paisajístico y estético. Los setos e islotes forestales proporcionan heterogeneidad espacial a los paisajes agrícolas, aumentando la diversidad de sus elementos, formas y colores, dotándolos de un mayor valor estético y generando paisajes atractivos. Este valor estético también se manifiesta a escala local por la floración, fructificación, cambio de color de las hojas, etc.

9. Aumento de la producción agrícola y rendimiento de las cosechas. Los setos e islotes forestales pueden repercutir de forma medible en un aumento de la cantidad y la calidad de las cosechas. Este aumento puede ser de hasta un 20% respecto a los campos abiertos (Costa Pérez, 2002a). Un seto puede reducir la producción en la zona de cultivo muy próxima al mismo, pero este efecto es pequeño frente a las ventajas sobre el conjunto del área cultivada.

10. Provisión de productos adicionales. Algunas especies de flora y fauna generan una serie de productos adicionales al cultivo tales como madera y leña, plantas medicinales, plantas comestibles (espárragos, por ejemplo), frutos silvestres, setas, caracoles, miel, alimento para el ganado (ramón) y caza, entre otros. Muchos de estos productos pueden ser una importante fuente de ingresos.

11. Delimitación de las propiedades. Esta función es básicamente histórica, ya que actualmente las fotografías aéreas, imágenes de satélite, sistemas de información geográfica y catastro de la propiedad la han hecho casi irrelevante en muchos lugares. No obstante, esta función es el origen de paisajes con un mayor valor estético. Asimismo, los setos dirigen el uso del territorio por parte del ganado, limitando su acceso a zonas cultivadas o cercándolo dentro de parcelas designadas.



▲ ***Figura 1***. *Esquema que ilustra el modelo de los "Islotes forestales y costas en mares agrícolas" propuesto por Rey Benayas & Bullock (2015), que supone una ampliación del modelo de Rey Benayas et al. (2008a) y que hace énfasis en la función de dispersión de las plantas. En un paisaje agrícola totalmente desarbolado (**A**) se introducen unos pocos (cuatro en este esquema) pequeños islotes forestales y setos (**B**). Si el campo agrícola es abandonado, los islotes y setos pueden expandirse y exportar semillas y otros organismos que acaben colonizando el terreno circundante (**C**). Con el tiempo, y a la velocidad que permitan el clima, el suelo y las perturbaciones de un lugar, se restablecerá la cubierta vegetal (**D**). Alternativamente, el terreno puede mantener su uso agrícola o de otro tipo (por ejemplo, como pastizal) y los islotes y setos permanecen como diminutos fragmentos de la comunidad forestal nativa mientras los árboles y arbustos plantados, u otros que hayan llegado hasta allí, crecen (**E**). Como estos islotes y setos son pequeños, algunos pueden desaparecer (un islote y dos segmentos de seto en este esquema) por perturbaciones tales como el fuego o una severa sequía (**F**).*

3. Diseño de las plantaciones

A la hora de diseñar la plantación de un seto o islote forestal se deben tener en cuenta aspectos tales como el clima, el suelo, los elementos naturales o semi-naturales presentes previamente en la parcela, el tipo de cultivo, las necesidades del agricultor, la función que se quiere que desempeñen, la disponibilidad de espacio y el presupuesto. En general, proponemos los siguientes principios: utilizar plantas que sean (1) nativas, (2) adecuadas a las condiciones climáticas y edáficas de la zona de introducción, (3) diversas (es decir, pertenecientes a varias especies distintas) y (4) plantadas en densidades elevadas. Cabe una matización respecto al criterio (1), ya que especies como el algarrobo (*Ceratonia siliqua*), el pino piñonero (*Pinus pinea*) o el ciprés (*Cupressus sempervirens*) pueden ser interesantes y no son nativas en sentido estricto sino que fueron introducidas en España hace siglos.

Idealmente, sería deseable lograr que las zonas de plantación afecten a una parte sustancial de una comarca o territorio, por ejemplo en torno al 10% de la superficie, más allá de una o unas pocas propiedades individuales. Una red de setos e islotes forestales distribuidos por un territorio amplio puede generar importantes beneficios como se explicó anteriormente, además del ahorro en los costes del propio establecimiento de la red.

3.1 Organización espacial de las actuaciones de revegetación

Existen distintas formas de organizar espacialmente las actuaciones de revegetación en función de los objetivos perseguidos.

Franjas de terreno no cultivadas entre campos de labor (Foto 2). Constituyen una excelente oportunidad para recuperar la vegetación nativa de una zona, dando más naturalidad a los paisajes agrarios. Lejos de menoscabar la función productiva, estas franjas de terreno deben redundar en una mejora del cultivo. Se debe primar el empleo de especies arbustivas, que no ocupen mucho espacio de cultivo, sin que esto implique la exclusión en todos los casos de



▲ ***Foto 2****. Franja no cultivada con seto plantado entre dos campos de cultivo en Monreal del Campo (Teruel).*

especies arbóreas. Estos espacios pueden ejercer una influencia notable en la conservación del suelo, la regulación de plagas o la mejora de la caza, entre otros beneficios.

Setos arbolados en los bordes de camino (Foto 3). Entre sus objetivos destacan la protección frente al sol o el viento, mejora estética y cerramiento de la finca. Si el objetivo es el de protección, lo habitual es plantar árboles grandes como encinas (*Quercus ilex*), cipreses o almeces (*Celtis australis*), a los que pueden añadirse arbustos. Si es el de cerrar el acceso, lo mejor es el empleo de arbustos densos, ramificados y espinosos como son los rosales silvestres (*Rosa spp.*), majuelos (*Crataegus monogyna*), endrinos (*Prunus spinosa*) y espinos (*Rhamnus spp.*), entre otros.

Cerramientos para el ganado. Al igual que en el caso anterior, hay que primar el empleo de arbustos densos y espinosos de un tamaño mediano o alto (Foto 4), que pueden alternarse con alguna otra especie con función forrajera como los fresnos (*Fraxinus spp.*), algunos robles como el rebollo (*Quercus pyrenaica*), espantalobos (*Colutea arborescens*) y la cornicabra (*Pistacia terebinthus*).

Islotes forestales (Foto 5). Se trata de núcleos o conjuntos de árboles y arbustos de diferentes características. Si el objetivo es favorecer la vida silvestre es conveniente el empleo de cierta diversidad de especies, en las que se alterne el empleo de árboles con arbustos que produzcan frutos carnosos. Si el islote forestal se va a desarrollar en suelos especialmente improductivos, se emplearán mayoritariamente especies arbustivas con bajo requerimiento de agua y nutrientes, como las especies aromáticas (*Thymus spp., Lavandula spp., Rosmarinus officinalis, Salvia spp.*), los rosales silvestres, la cornicabra, las retamas (*Retama spp.*), la aliaga (*Genista scorpius*) o los espinos, así como especies de mayor porte, pero siempre "austeras", como la encina, la coscoja (*Quercus coccifera*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*) o las sabinas (*Juniperus spp*).



▲ ***Foto 3***. *Seto plantado en un borde de camino en los viñedos de Abadía Retuerta (Sardón de Duero, Valladolid).*



▲ **Foto 4**. *Fructificación profusa de un rosal silvestre o escaramujo (Rosa canina) en un seto plantado en Valdepeñas (Ciudad Real).*



▲ **Foto 5**. *Encina joven (primer término) reclutada a partir de la dispersión de una bellota procedente de un islote forestal (al fondo) plantado hace 24 años desde que se tomó esta foto en la finca experimental La Higueruela (Santa Olalla, Toledo).*

3.2. Selección de especies

De modo general se perseguirá una composición de árboles y arbustos autóctonos diversa, lo que aportará distintas funciones y beneficios de los setos e islotes forestales. Como introdujimos anteriormente, la composición de especies puede variar notablemente según los objetivos perseguidos. Así, se emplearán preferentemente especies arbóreas de hoja perenne para plantar un seto de protección frente al viento, especies arbustivas espinosas para limitar el acceso de ganado y especies con frutos carnosos, hojas palatables y que puedan ser empleadas como refugio para aumentar la diversidad faunística. Conviene seleccionar especies con distinta fenología, que difieran en la época de floración y fructificación, lo que contribuirá a proporcionar alimento a la fauna durante más tiempo a lo largo del año y aumentará la heterogeneidad estacional, contribuyendo a mejorar la belleza escénica.

Los principales **criterios generales** a tener en cuenta para elegir las especies que se emplearán en las actuaciones de revegetación son:

- **Adecuación al territorio en el que van a ser establecidas** (adecuación biogeográfica y ecológica). La localidad donde se van a establecer las especies debe pertenecer al área de distribución de las mismas. El régimen de temperaturas y de precipitaciones y el tipo de suelo son los siguientes aspectos relevantes para seleccionar las especies. Un buen indicador para ayudarnos en la selección es que la especie se encuentre presente cerca del área de plantación o en los ecosistemas de referencia próximos, es decir, remanentes de vegetación natural o semi-natural de la zona relativamente bien conservados.
- **Adecuación al emplazamiento concreto en el que van a ser plantadas** (adecuación a las características del micrositio o microambiente). Las condiciones ambientales en las que se encuentra una planta durante su desarrollo pueden variar notablemente con respecto a las generales del territorio o región en función de características tales como la orientación (solana/umbría), la profundidad del suelo, la pendiente, la exposición al viento y el riesgo de encharca-





▲ ***Fotos 6 (izquierda) y 7 (derecha)***. *Colutea arborescens y Retama sphaerocarpa son dos especies rústicas, bien adaptadas a las condiciones ambientales de la Meseta castellana.*

miento, entre otras. Por ejemplo, una encina debe introducirse en un suelo relativamente profundo y no en uno raquítico expuesto al sol en lo alto de una loma en climas secos.

- **Rusticidad**, es decir, que sean capaces de establecerse por sí mismas sin o con un mínimo mantenimiento (fotos 6 y 7).
- **Disponibilidad en vivero.** Exceptuando proyectos de gran extensión, o que busquen propagar alguna especie en particular que no se encuentre en los viveros comerciales, el establecimiento de un vivero propio generalmente no es viable económicamente. Seleccionar especies disponibles en los viveros próximos de la zona abarata notablemente los costes y puede asegurar una procedencia local y una mejor aclimatación y adaptación del material a emplear en las actuaciones de revegetación.

El catálogo del *Proyecto Forestal Ibérico*, disponible en http://www.proyectoforestaliberico.es/, detalla para cada especie de planta disponible en este vivero un esquema de su área de distribución en la Península Ibérica e Islas Baleares y un breve resumen de su hábitat. La página web de *Viveros Ponce Lajara* (http://www.viverosponcelajara.com/) informa sobre la forma de crecimiento (árbol, arbusto, etc.), distribución en España y el hábito foliar (perenne o caducifolia), y la de *Flora Ibérica Anthos* (http://www.anthos.es/) proporciona información muy completa de numerosas especies. La página *Flora Vascular* (http://www.floravascular.com/), creada por unos biólogos sevillanos, proporciona descripciones y otra información útil como la distribución, fenología y ecología de las especies vasculares de la Península. Además, como resultado de las actividades del proyecto europeo ECOPLANTMED (http://www.ecoplantmed.eu), una iniciativa mediterránea conjunta basada en la colaboración entre bancos de semillas, institutos de investigación e instituciones implicadas en la conservación y la gestión de plantas autóctonas, se ha publicado recientemente un Manual para la propagación de plantas mediterráneas seleccionadas que incluye criterios para la selección de especies, metodologías para la recolección, limpieza y conservación y 73 fichas de especies (Ballesteros *et al*. 2015).

Algunas especies que se pueden utilizar para actuaciones de revegetación en agroecosistemas mediterráneos son las de la Tabla 1. Esta selección excluye la mayor parte de las denominadas plantas aromáticas como son las lavandas (*Lavandula spp.*), los tomillos (*Thymus spp.*) y las salvias (*Salvia spp.*) por su muy pequeño tamaño y capacidad inhibidora del establecimiento de otras plantas. Esta capacidad de inhibición también la tienen las jaras (*Cistus spp.*), pero su porte es bastante mayor. No obstante, todas estas especies pueden ser interesantes para revegetar suelos esqueléticos, como se mencionó, y favorecer la atracción de polinizadores y la producción de miel.

A continuación presentamos cinco combinaciones de especies en diferentes situaciones geográficas dentro del dominio climático mediterráneo español, es decir, en (1) una zona semiárida (<350 mm de precipitación anual) de inviernos suaves como es el sureste por debajo de los 500 m de altitud, (2) una semiárida (350-400 mm de precipitación anual) de inviernos fríos como son Los Monegros y algunas localidades de La Mancha, (3) una seca (400-500 mm) de inviernos suaves-frescos como son el interior de Valencia, Huesca, Cataluña, Extremadura y muchas zonas del interior de Andalucía, (4) una seca (400-500 mm de precipitación anual) de invier-

▼ ***Tabla 1***. *Lista de especies útiles para la plantación de setos e islotes forestales en agroecosistemas mediterráneos habitualmente disponibles en viveros. Las especies con un superíndice tienen algunos requerimientos especiales ([A] más necesidad de agua, [C] suelos calizos, [S] suelos silíceos).*

Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
[A,C]*Acer monspessulanum*	Arce de Montpellier	*Myrtus communis*	Mirto, arrayán
Amelanchier ovalis	Guillomo	*Nerium oleander*	Adelfa
Arbutus unedo	Madroño	*Olea europaea* var. *sylvestris*	Acebuche
[C]*Atriplex halimus*	Salado	*Phyllirea angustifolia/P. latifolia*	Labiérnago
Berberis vulgaris	Agracejo	*Pistacia lentiscus*	Lentisco
Bupleurum fruticosum	Adelfilla	*Pistacia terebinthus*	Cornicabra
[A,C]*Buxus sempervirens*	Boj	[S]*Pinus halepensis*	Pino carrasco
[A]*Castanea sativa*	Castaño	[C]*Pinus nigra*	Pino negral
[A]*Celtis australis*	Almez	[S]*Pinus pinaster*	Pino resinero
[C]*Ceratonia siliqua*	Algarrobo	*Pinus pinea*	Pino piñonero
Chamaerops humilis	Palmito	*Pyrus bourgeana*	Piruétano
[S]*Cistus salvifolius*	Jara estepa	[A]*Populus alba*	Álamo blanco
Cistus albidus	Jara blanca	[A]*Populus nigra*	Álamo negro
[C]*Colutea arborescens*	Espantalobos	*Prunus dulcis*	Almendro
Cornus sanguinea	Cornejo	*Prunus spinosa*	Endrino
Crataegus monogyna	Majuelo	*Punica granatum*	Granado
Crataegus azarolus	Acerolo	*Quercus coccifera*	Coscoja
Cupressus sempervirens	Ciprés	[A,S]*Quercus faginea*	Quejigo
Daphne gnidium	Torvisco	*Q. ilex subsp ballota*	Encina / Carrasca
Dorycnium pentaphyllum	Bocha o mijediega	*Q. ilex* subsp *ilex*	Alsina
Ephedra fragilis	Efedra	[A,S]*Quercus pyrenaica*	Melojo
Ficus carica	Higuera	[S]*Quercus suber*	Alcornoque
[A]*Fraxinus angustifolia*	Fresno	*Retama sphaerocarpa*	Retama común
[S]*Genista florida*	Piorno	*Rhamnus alaternus*	Aladierno
[C]*Genista scorpius*	Aliaga	[C]*Rhamnus lycioides*	Espino negro
Jasminum fruticans	Jazmín silvestre	*Rosa canina*	Escaramujo
[A]*Juglans regia*	Nogal	*Rosmarinus officinalis*	Romero
Juniperus oxycedrus	Enebro de la miera	*Ruscus aculeatus*	Rusco
Juniperus phoenicea	Sabina mora	[A]*Salix sp.*	Sauces
[C]*Juniperus thurifera*	Sabina albar	*Sambucus nigra*	Saúco
[C]*Lavandula latifolia*	Espliego	[A]*Tamarix gallica*	Taray
[S]*Lavandula stoechas*	Cantueso	*Teucrium fruticans*	Olivilla blanca
Lonicera etrusca/L. implexa	Madreselva	[A]*Ulmus minor*	Olmo
[A]*Morus nigra*	Morera	*Viburnum tinus*	Durillo

nos fríos como son Teruel, Cuenca, La Alcarria, La Meseta Norte, zonas altas de Andalucía y el Pre-Pirineo y (5) una sub-húmeda (>500 mm de precipitación anual) de inviernos fríos como son zonas montanas por encima de los 1.000 m en el interior peninsular. Recordamos al lector que los superíndices que acompañan a varias de las especies están explicados en la leyenda de la Tabla 1.

(1) Zona semiárida de inviernos suaves: *[C]Atriplex halimus, [C]Ceratonia siliqua, Chamaerops humilis, [S]Cistus salvifolius, Cupressus sempervirens, Dorycnium pentaphyllum, Ephedra fragilis, Ficus carica, Olea europaea* var. *sylvestris, Pistacia lentiscus, [S]Pinus halepensis, Prunus dulcis, Punica granatum, Quercus coccifera, Retama sphaerocarpa, Rhamnus alaternus, [C]Rhamnus lycioides* y *Rosmarinus officinals.*

(2) Zona semiárida de inviernos fríos: *[C]Atriplex halimus, [S]Cistus salvifolius, [C]Cistus albidus, Crataegus monogyna, Daphne gnidium, [C]Genista scorpius, Juniperus oxycedrus, Juniperus phoenicea, [C]Juniperus thurifera, [C]Lavandula latifolia, Phyllirea angustifolia/P. latifolia, [S]Pinus halepensis, Pinus pinea, Prunus dulcis, Quercus coccifera, Quercus ilex, Retama sphaerocarpa, Rhamnus alaternus, [C]Rhamnus lycioides, Rosa canina, Rosmarinus officinalis, [A]Tamarix gallica y Teucrium fruticans.*

(3) Zona seca de inviernos suaves-frescos: *Arbutus unedo, Bupleurum fruticosum, [A]Celtis Australis, [C]Ceratoia siliqua, [S]Cistus salvifolius, [C]Colutea arborescens, Crataegus monogyna, Daphne gnidium, Ficus carica, [S]Genista florida, [C]Genista scorpius, Jasminum fruticans, Juniperus oxycedrus, Juniperus phoenicea, [C]Lavandula latifolia, [S]Lavandula stoechas, Lonicera etrusca/L. implexa, [A]Morus nigra, Myrtus communis, Nerium oleander, Olea europaea* var. *sylvestris, Phyllirea angustifolia/P. latifolia, Pistacia lentiscus, [S]Pinus halepensis, [S]Pinus pinaster, Pinus pinea, [A]Populus alba, [A]Populus nigra, Prunus dulcis, Prunus spinosa, Punica granatum, Quercus coccifera, Quercus ilex* subsp. *ballota, [S]Quercus suber, Retama sphaerocarpa, Rhamnus alaternus, [C]Rhamnus lycioides, Rosa canina, Rosmarinus officinalis, Ruscus aculeatus, [A]Salix spp., [A]Tamarix gallica, Teucrium fruticans y Viburnum tinus.*

(4) Zona seca de inviernos fríos: *[A,C]Acer monspessulanum, Amelanchier ovalis, Berberis vulgaris, Bupleurum fruticosum, [A,C]Buxus sempervirens, [A]Celtis australis, [S]Cistus salvifolius, [C]Colutea arborescens, Cornus sanguinea, Crataegus monogyna, Crataegus azarolus, Daphne gnidium, [A]Fraxinus angustifolia, [S]Genista florida, [C]Genista scorpius, Jasminum fruticans, [A]Junglans regia, Juniperus oxycedrus, Juniperus phoenicea, [C]Juniperus thurifera, [C]Lavandula latifolia, [S]Lavandula stoechas, Lonicera etrusca, Pistacia terebinthus, [S]Pinus halepensis, [C]Pinus nigra, [S]Pinus pinaster, Pinus pinea, Pyrus bourgeana, [A]Populus alba, [A]Populus nigra, Prunus dulcis, Prunus spinosa, Quercus coccifera, [A,S]Quercus faginea, Q. ilex* subsp. *ballota, Q. ilex* subsp. *ilex, [A,S]Q. pyrenaica, Retama sphaerocarpa, Rhamnus alaternus, [C]Rhamnus lycioides, Rosa canina, Rosmarinus officinalis, Ruscus aculeatus, [A]Salix sp., Sambucus nigra y [A]Tamarix gallica.*

(5) Zona sub-húmeda de inviernos fríos: *[A,C]Acer monspessulanum, Amelanchier ovalis, Berberis vulgaris, Bupleurum fruticosum, [A,C]Buxus sempervirens, [A]Castanea sativa, [A]Celtis australis, [C]Colutea arborescens, Cornus sanguinea, Crataegus monogyna, Crataegus azarolus, [A]Fraxinus angustifolia, [S]Genista florida, [C]Genista scorpius, Jasminum fruticans, [A]Junglans regia, Juniperus oxycedrus, [C]Lavandula latifolia, [S]Lavandula stoechas, Lonicera etrusca, Pistacia terebinthus, [C]Pinus nigra, [S]Pinus pinaster, Pyrus bourgeana, [A]Populus alba, [A]Populus nigra, Prunus spinosa, [A,S]Quercus faginea, Q. ilex* subsp. *ballota, Q. ilex* subsp. *ilex, [A,S]Quercus pyrenaica, Rosa canina, Ruscus aculeatus, [A]Salix sp. y Sambucus nigra.*

3.3. Material de revegetación

Los materiales de revegetación empleados pueden ser: a) semillas, b) plantas en contenedor (Foto 8), c) plantas a raíz desnuda y d) fragmentos vegetativos de plantas como las estaquillas. El método principal de revegetación que recomendamos es la plantación (materiales b, c y d anteriormente citados). Sin embargo, se puede optar por la siembra de algunas especies de fácil germinación como los *Quercus* y en circunstancias tales como una baja tasa de depredación y climas poco secos.

La FIRE ha empleado mayoritariamente plantas en contenedor (alvéolos forestales de 250 a 300 ml) de una o dos savias. La razón principal es que facilita notablemente la logística en las labores de plantación y la conservación de las plantas durante el periodo de tiempo que duren las plantaciones, asegurando mayores posibilidades de establecimiento en ambientes severos como los de la zona mediterránea.



▲ ***Foto 8****. Plantón de coscoja (Quercus coccifera) cultivado en contenedor de una savia de edad.*

El empleo de material a raíz desnuda o estaquillas puede resultar más apropiado para algunas especies en plantaciones localizadas en ambientes relativamente húmedos tales como riberas, zonas con nivel freático somero o zonas con elevadas precipitaciones como en el norte peninsular. Las estaquillas tienen las desventajas de que una recolección mal planificada puede reducir la diversidad genética de la nueva población y que el arraigo en condiciones de campo es peor que el de las plantas ya enraizadas en vivero.

Localización del vivero y regiones de procedencia

Como se mencionó, es importante adquirir las plantas en viveros locales, próximos al lugar donde van a ser empleadas, ya que la probabilidad de que se hayan usado semillas y estaquillas de fuentes locales o climáticamente homólogas es mayor. Además, si el vivero se halla próximo al lugar de revegetación o en una zona climática semejante, las plantas estarán aclimatadas a las condiciones ambientales de plantación. Todo ello permite que las plantas producidas estén adaptadas al lugar donde se van a establecer.

El Real Decreto 289/2003 regula en España la obtención y comercialización de las semillas, fragmentos de plantas y plantas, lo que se denomina "materiales forestales de reproducción" (MFR), con el fin de garantizar la identidad y el origen de los materiales de reproducción de algunas especies forestales. El ámbito de aplicación de esta legislación son los terrenos forestales y

no los campos agrícolas, a no ser que se recalifiquen a terrenos forestales tal como se hace en las reforestaciones de la PAC. No obstante, debemos considerar que el espíritu de la ley contempla el conocimiento del origen y el uso de los MFR procedentes de la misma región u otra homóloga de la región de actuación y, en este sentido, proporciona una "buena práctica" aunque no sea de aplicación forzosa para plantar setos y bosquetes pequeños en campos agrícolas.

Para garantizar la adecuación de los MFR a las condiciones ecológicas de los lugares de plantación, están catalogadas las Regiones de Procedencia de las especies arbóreas de los géneros *Pinus*, *Abies* (abetos) y *Quercus* y la especie *Fagus sylvatica* (haya) en la *Resolución de 28 de julio de 2009* (BOE. Nº 224, de 16.09.09). Estas Regiones constituyen una parte del territorio, ecológicamente uniforme, donde las poblaciones de dichas especies (masas, rodales o fuentes semilleras) presentan unas características fenotípicas y genéticas semejantes, teniendo en cuenta el aislamiento geográfico y las diferencias ecológicas. Como en muchos casos no es posible o es muy complicado definir Regiones de Procedencia, para el resto de las especies leñosas se emplean las denominadas Regiones de Identificación y Utilización (RIU, Cuadro 3). Las RIUs son comunes para todas las especies, y se basan en la definición de unidades geográficas ecológicamente homogéneas (Mapa 1), donde se asume que las poblaciones de una especie presentan un comportamiento y adaptación similares. Por ello, si queremos asegurar que las plantas que adquirimos en un vivero están potencialmente adaptadas a las condiciones ambientales de la zona de nuestra actuación, es importante solicitar al viverista la identificación

Cuadro 3. Cómo determinar las Regiones de Identificación y Utilización (RIUs) del material de reproducción en las revegetaciones.

- En el Anexo XI del RD 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción, se encuentran las distintas regiones de procedencia en las que se divide el territorio español (Mapa 1). Aunque el RD indica el rango de coordenadas de cada una de estas RIUs, cada término municipal está asignado a alguna región de procedencia para facilitar la asignación de los materiales de base. La información se puede encontrar en https://sites.google.com/site/sigforestspecies/home/mapas-de-especies.
- En los anexos del mismo RD están los listados de especies que están sometidas a regulación. En el anexo I se encuentran aquellas especies sometidas a regulación en toda la UE y en el anexo XII las que están sometidas a regulación en el estado español.
- En la siguiente tabla, extraída de Alía *et al*. (2005), se puede encontrar un resumen para cada una de las especies reguladas:

Especie	Clave[1]	Abreviatura[2]	Método[3]	Anexo[4]	Publicacion[5]
Abies alba Mill.	031	Aal	A	I	RDGA00
Abies pinsapo Boiss.	032	Api	A	I	RDGA00
Acer platanoides L.	676	Apl	D	I	RD289/03
Acer pseudoplatanus L.	576	Aps	D	I	RD289/03
Alnus glutinosa Gaertn.	054	Agl	D	I	RD289/03
Arbutus canariensis Veill.	268	Aca	D	XII	RD289/03
Arbutus unedo L.	068	Aun	D	XII	RD289/03
Betula pendula Roth	373	Bpe	D	I	RD289/03
Betula pubescens Ehrh.	273	Bpu	D	I	RD289/03
Carpinus betulus L.	098	Cbe	D	I	RD289/03
Castanea sativa Mill.	072	Csa	D	I	RD289/03
Híbridos artificiales de *Castanea sativa* Mill.	072		D	XII	RD289/03
Fagus sylvatica L.	071	Fsy	A	I	RDGA00
Fraxinus angustifolia Vahl.	455	Fan	D	I	RD289/03
Fraxinus excelsior L.	255	Fex	D	I	RD289/03
Ilex aquifolium L.	065	Iaq	D	XII	RD289/03
Juglans spp. e híbridos artificiales entre estas especies	075	Jni	D	XII	RD289/03
Juniperus communis L.	037	Jco	D	XII	RD289/03
Juniperus oxycedrus L.	237	Jox	D	XII	RD289/03
Juniperus phoenicea L.	039	Jph	D	XII	RD289/03
Juniperus thurifera L.	038	Jth	D	XII	RD289/03
Olea europea Brot.	066	Oeu	D	XII	RD289/03
Phoenix canariensis Hort.	069	Pcn	D	XII	RD289/03
Pinus canariensis C. Smith.	027	Pca	A	I	RDGA00
Pinus halepensis Mill.	024	Pha	A	I	RDGA00/RDGA01
Pinus nigra Arn.	025	Pni	A	I	RDGA00/RDGA01
Pinus pinaster Ait.	026	Ppa	A	I	RDGA00
Pinus pinea L.	023	Ppe	A	I	RDGA00
Pinus radiata D. Don.	028	Pra	D	I	RD289/03
Pinus sylvestris L.	021	Psy	A	I	RDGA00/RDGA01
Pinus uncinata Mill.	022	Pun	A	XII	RDGA00
Pistacia atlantica Desf.	293	Pat	D	XII	RD289/03
Populus alba L.	051	Pop	D	I	RD289/03
Populus nigra L.	058	Pop	D	I	RD289/03
Populus tremula L.	052	Pop	D	I	RD289/03
Prunus avium L.	095	Pav	D	I	RD289/03
Pseudotsuga menziesii Franco	034	Pme	D	I	RD289/03
Quercus petraea Liebl.	042	Qpe	A	I	RDGA00
Quercus canariensis Willd.	047	Qca	A	XII	RDGA00
Quercus coccifera L.	049	Qco	D	XII	RD289/03
Quercus faginea Lam.	044	Qfa	A	XII	RDGA00
Quercus ilex L.	045	Qil	A	I	RDGA00
Quercus pubescens Willd.	243	Qpu	D	I	RD289/03
Quercus pyrenaica Willd.	043	Qpy	A	XII	RDGA00
Quercus robur L.	041	Qro	A	I	RDGA00
Quercus suber L.	046	Qsu	A	I	RDGA00/RDGA01
Robinia pseudoacacia L.	092	Rps	D	I	RD289/03
Sorbus aria Crantz.	278	Sar	D	XII	RD289/03
Sorbus aucuparia L.	378	Sau	D	XII	RD289/03
Tamarix gallica L.	053	Tga	D	XII	RD289/03
Taxus baccata L.	014	Tba	D	XII	RD289/03
Tetraclinis articulata Masters.	219	Tar	D	XII	RD289/03
Tilia cordata Mill.	277	Tic	D	I	RD289/03
Tilia platyphyllos Scop.	377	Tip	D	I	RD289/03
Ulmus glabra Huds	056	Ugl	D	XII	RD289/03
Ulmus minor Mill. (*Ulmus campestris* L.)	256	Umi	D	XII	RD289/03

1) Clave de la especie para establecer el código de la región de procedencia;
2) Abreviatura utilizada en la Lista comunitaria (REGLAMENTO (CE) No 1597/2002 DE LA COMISIÓN, de 6 de septiembre de 2002) Para las especies no incluidas en el Anexo I, y por tanto en el Reglamento, se ha aplicado una regla similar para establecer su abreviatura.
3) A: Aglomerativo, **D**: Divisivo
4) Anexo I: Especies reguladas en toda la UE. Las regiones de procedencia se establecen en el Artículo 6.2 del RD, o las aceptadas previamente. **Anexo XII:** Especies reguladas por el estado Español. Las regiones de procedencia se establecen en el Anexo XII, o las aceptadas previamente.
5) RDGA00: RESOLUCIÓN de 27 de abril de 2000 de la Dirección General de Agricultura, por la que se publica el Catálogo Nacional de las Regiones de Procedencia relativo a diversas especies forestales. (BOE nº 114,12-V-2000); RDGA01: RESOLUCIÓN de 21 de septiembre de 2001, de la Dirección General de Agricultura, por la que se publica la ampliación Catálogo Nacional de las regiones de Procedencia relativo a las especies Pinus halepensis Mill, Pinus nigra Arn., Pinus sylvestris L. y Quercus suber L. (BOE nº 247, 15-X-2001). RD289/03: REAL DECRETO 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción. (BOE nº 58, 08-III-2003).

de las RIUs de las que procede el material vegetal que se va a emplear en las plantaciones.

Calidad de la planta

La calidad de la planta es uno de los aspectos básicos que determinarán el éxito de las plantaciones. Se entiende por calidad aquellas características funcionales que propician que la planta alcance un desarrollo óptimo (supervivencia y crecimiento) en un medio determinado de acuerdo con los objetivos perseguidos en la revegetación. La calidad de la planta resulta de cuatro componentes: 1) el genético, 2) el morfológico, 3) el fisiológico y 4) el sanitario (Villar 2003).

En el apartado anterior se refirieron aspectos relativos a la calidad genética, atendiendo a la procedencia de los materiales base de reproducción. Los atributos morfológicos tienen que ver con la presencia de daños, heridas y deformaciones y también con los parámetros relacionados con la forma y la estructura de la planta tales como el número de tallos, la altura de la parte aérea, el grosor del cuello de la raíz y la relación entre la raíz y la parte aérea, entre otros. Algunos de estos parámetros están regulados por ley para todas las especies autóctonas de árboles afectados por las Regiones de Procedencia. En el resto de especies se debe seguir el criterio de que cumplan con el tamaño y morfología esperada para la especie. Otros aspectos importantes son que la planta no se encuentre ahilada, con yemas secas, heridas o descortezamientos en el tallo,



▲ ***Mapa 1***. *Distribución de las 57 Regiones de Identificación y Utilización (RIUs) en el territorio español (Fuente: Pemán et al. 2014 elaborado a partir del BOE nº 58 de 08/03/2003).*

que presente un cepellón bien formado pero sin saturación de raíces y que esté convenientemente hidratada, entre otros.

Específicamente, existe una serie de requisitos legales de "calidad cabal y comercial de las plantas" establecidos por el RD 289/2003 para las especies recogidas en su anexo I, por lo que no se considerarán adecuadas aquellas que presenten heridas distintas a las causadas por la poda o debidas a los daños de arranque, ausencia de yemas susceptibles de producir un brote apical, tallos múltiples, sistema radicular deformado, signos de desecación, recalentamiento, enmohecimiento, podredumbre, daños causados por organismos nocivos o desequilibrio entre la parte aérea y la parte radical.

En cuanto a las dimensiones de la planta, el RD289/2003 sólo define explícitamente criterios para las especies *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. faginea*, *Q. pyrenaica*, *Abies pinsapo*, *Pinus canariensis*, *P. halepensis*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. uncinata* y *P. sylvestris* (Apéndice 1).

El Cuadro 4 presenta una síntesis de recomendaciones de calidad de plantas forestales. Por ejemplo, se recomienda el empleo de plantones en contenedor, preferentemente de al menos 200 cm^3 de capacidad, con costillas en las paredes laterales que dirijan la raíz hacia abajo y eviten su espiralización y con apertura inferior amplia para el drenaje del agua, el auto-repicado y la aireación de la raíz. Las plantas deben tener una edad de una a dos savias, dependiendo de la capacidad de la especie para formar un buen cepellón (por ejemplo, algunas coníferas del género *Juniperus* suelen presentar un menor desarrollo o crecimiento más lento, por lo que requieren más de un periodo de crecimiento para formar un cepellón que no se desmorone al sacarlas del contenedor). En especies que son capaces de formar un cepellón consolidado con una savia, si se usan plantas de dos savias sería recomendable que el volumen del contenedor fuese mayor, por ejemplo de 300 cm^3.

3.4. Proyectando las plantaciones

Una de las primeras cuestiones a resolver es **dimensionar** la superficie dedicada a las plantaciones, que dependerá de los objetivos perseguidos, la disponibilidad de espacios, el presupuesto y las recomendaciones institucionales. Como se explicó, el 7% es una buena cifra de referencia para dimensionar el espacio mínimo que deben ocupar los nuevos setos e islotes forestales. En cualquier caso esta cifra debe considerarse de forma flexible.

Los **emplazamientos** más adecuados para las plantaciones en campos agrícolas son los bordes de la propiedad, las zonas con baja productividad (por ejemplo por suelos muy pedregosos o con pendiente excesiva para el laboreo) y el entorno de las edificaciones. De este modo se minimiza la pérdida de superficie de cultivo útil. Para dimensionar la plantación y elegir sus emplazamientos de forma adecuada, es útil plasmar el lugar que ocuparán los setos sobre un mapa o fotografía aérea de la finca. Esto permitirá tener un documento gráfico que indique a los ejecutores en qué zonas deben plantar.

Para facilitar una correcta ejecución de las labores de plantación con múltiples especies deben **diseñarse correctamente los módulos de plantación** (Figura 2).

Cuadro 4. Recomendaciones de calidad aplicables a las plantas forestales

1. Edad de la planta

1.1. Plantas de una o dos savias para favorecer un buen desarrollo radicular en campo.

2. Condiciones morfológicas

2.1. Una planta por alveolo.
2.2. No presentarán heridas.
2.3. Los tallos de las plantas no estarán cortados.
2.4. Ausencia de patógenos.
2.5. Las plantas estarán previamente endurecidas (tres meses como mínimo en el exterior en periodo de aclimatación).
2.6. Presentarán yemas susceptibles de producir un brote apical.
2.7. No presentarán sistema radicular deformado.
2.8. No presentarán signos de desecación, recalentamiento, enmohecimiento, podredumbre o daños causados por organismos nocivos.
2.8.1. Plantas perennes: no presentarán marchitamiento de hojas nuevas ni signos de carencias nutritivas (clorosis, etc.).
2.8.2. Plantas caducifolias: no presentaran brotación temprana.
2.8.3. Las rosáceas presentarán certificado de ausencia de las enfermedades roya y fuego bacteriano.

3.Tipo de contenedor

3.1. Será desechable, para que lleguen en su contenedor al área de plantación.
3.2. Requisitos mínimos:
3.2.1. Tamaño: 200 cm^3.
3.2.2. Presentarán costillas en el alveolo y agujeros de drenaje amplios.
3.2.3. Profundidad de 18 cm con una sección de boca de 22 cm^2.

4. Es recomendable que las plantas estén producidas en contenedores con la siguiente capacidad:

4.1. Para las quercíneas: 300 cm^3.
4.2. Para el resto de arbóreas: 250 cm^3.
4.3. Para las arbustivas de gran desarrollo (por ejemplo Crataegus, Rhamnus, Phyllirea y Pistacia): 250 cm^3.
4.4. Para el resto de especies: al menos 200 cm^3.

5.Tipo de sustrato

5.1. Los contenedores contendrán turba, asegurando que ésta cumpla con los requisitos necesarios.

6. Fertilización y cuidados sanitarios

6.1. Las plantas habrán sido producidas con un régimen de fertilización adecuado. Como mínimo se habrán fertilizado semanalmente con una solución comer-

cial de macronutrientes y micronutrientes en la concentración requerida por el fabricante del fertilizante.

6.2. Aplicación de antifúngicos (especialmente para prevenir la entrada de roya) con la periodicidad estipulada por el comerciante del fungicida.

7. Localización del vivero

7.1. Se elegirá un vivero lo más cercano posible a la zona de plantación, para asegurar la aclimatación a la misma, minimizar el recorrido y evitar daños mecánicos por el traslado.

8. Transporte

8.1. Se transportarán en su contenedor, adecuadamente apiladas sin que unas plantas soporten el peso de otras.

8.2. Las plantas se hidratarán abundantemente antes del transporte.

8.3. El vehículo de transporte será cerrado para evitar que las plantas sufran daños por el viento o la insolación.

8.4. El transporte se hará el día previo a la plantación y se acordará con el director de la obra para que coincida con principios de semana y las plantas no estén mucho tiempo en campo sin plantar.

9. Almacenamiento hasta el momento de la plantación

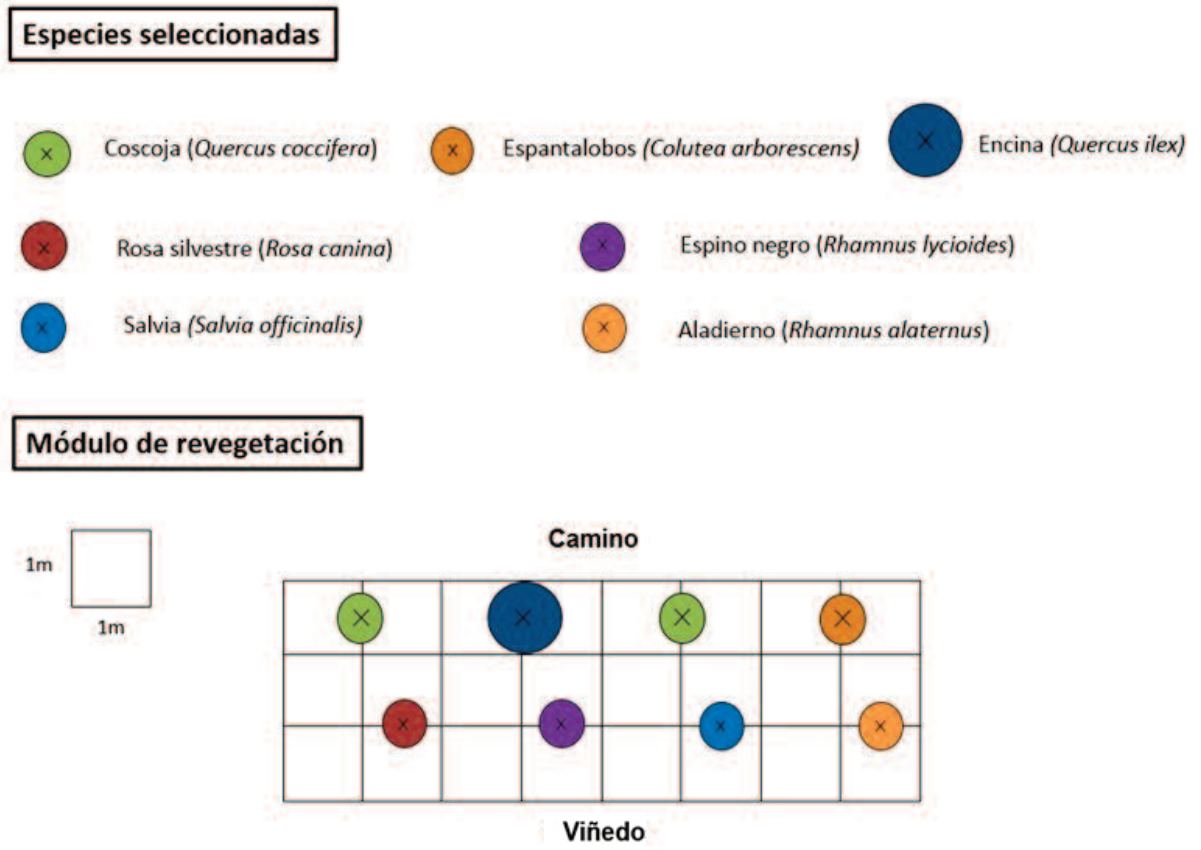
9.1. El período de almacenamiento máximo será de una semana, acomodando la cantidad de planta transportada al lugar de operación al ritmo de los trabajos de plantación.

9.2. La planta no será expuesta directamente al sol en sus lugares de almacén.

9.3. Se realizarán riegos para que la planta no pierda su estado de hidratación en la recepción y durante el almacenamiento.

Algunas recomendaciones para el diseño de los módulos de plantación son las siguientes:

- Limitar sus dimensiones. Los módulos excesivamente grandes dificultan la ejecución y homogenizan la plantación.
- No emplear más de seis o siete especies por módulo. Si se desea usar más especies, se recomienda crear dos tipos de módulos que se intercalen.
- Repetir el diseño del módulo modificando las especies que los componen para incrementar la biodiversidad (por ejemplo, sustituir una especie de árbol por otra, una planta espinosa por otra, una leguminosa por otra leguminosa, etc.).
- Emplear medidas de número de plantas por unidad lineal (m) o de superficie (m^2) para facilitar el cálculo de las plantas necesarias.
- Usar diseños regulares (incluyendo el tresbolillo o cinco de oros) cuya eventual heterogeneidad esté proporcionada por la diversidad de especies empleadas, el distinto ritmo de desarrollo de las mismas y las posibles marras que se producirán posteriormente.
- La densidad de plantación debe ser relativamente elevada, por ejemplo de una planta



▲ ***Figura 2***. *Ejemplo de un módulo de plantación utilizado en los viñedos de Gosálbez Orti (Campo Real, Madrid).*

por cada 2 m^2 o incluso hasta 1 por m^2. Esto permitirá alcanzar un muro verde antes y minimizar el riesgo de las posibles marras. Para un seto entre campos de cultivo debe haber muy pocos o ningún árbol grande (por ejemplo, encinas, pinos y fresnos), a no ser que tengan una función específica de cortavientos, y aun así la distancia entre ellos debería ser muy elevada.

Una vez establecido el diseño espacial de la plantación se debe **organizar y valorar los recursos necesarios** para ejecutarla mediante la elaboración de un cronograma y un presupuesto. Esta fase es esencial para optimizar el aprovechamiento de dichos recursos, minimizar los imprevistos, tener mayor capacidad de respuesta, mejorar el control de los costes y mejorar la calidad de la ejecución. En general, los recursos básicos necesarios para ejecutar una plantación son:

- Recursos humanos: técnicos, supervisores, peones de campo y voluntarios, si procede.
- Planta: se puede conocer el número de plantas que se necesitan por especie y el total a partir de los módulos diseñados y su número.
- Tubos protectores y tutores: dependen del número total de plantas calculado.
- Pequeños materiales y herramientas: metro, cuerda, estacas, azadas, etc.
- Equipos de protección individual: gafas protectoras, guantes, cascos, etc.
- Maquinaria: ahoyadora, desbrozadora, subsolador, tractor, etc.
- Viajes y manutención: varía mucho según el proyecto y aumenta con la distancia de los proyectistas y ejecutores a la zona de plantación, siendo recomendable trabajar con profesionales de la zona donde se vaya a plantar.

Para que la ejecución pueda llevarse a cabo con el mínimo coste, en el plazo más adecuado y con la máxima calidad posible, se debe establecer una secuencia temporal ordenada según la cual se realizarán las distintas actuaciones, es decir, un **cronograma**. Se trata de una herramienta básica de organización, con representación gráfica, que marca el tiempo estipulado y los plazos en los que se deben llevar a cabo las distintas tareas y actividad que permiten concluir un proyecto (Figura 3).

¿Cuándo plantar? Una de las consideraciones más importantes a la hora de realizar un cronograma para la plantación de setos es la elección del momento de plantación. Éste es crítico para el éxito de cualquier proyecto de plantación, máxime teniendo en cuenta que las plántulas introducidas deben tener un mantenimiento mínimo en lo que a riego y eliminación de la competencia de las hierbas post-plantación se refiere. En ambientes mediterráneos, la falta de humedad en el suelo, especialmente en verano, y el clima son factores muy limitantes del éxito de las plantaciones de setos e islotes forestales. Por ello y en cualquier circunstancia, nunca debe plantarse en los períodos secos y cálidos del año, ni tampoco cuando se producen heladas intensas. Para sobrevivir en estos ambientes las plantas deben alcanzar un desarrollo radical que les permita acceder a las capas del suelo que mantienen una humedad suficiente durante el verano. Para ello, deben disponer de tiempo suficiente antes de la llegada del verano para desarrollar un abundante sistema radical a partir del cepellón. En climas mediterráneos continentales con inviernos fríos el mejor momento de plantación es a final del invierno (febrero y marzo). Esto permite aprovechar la humedad del suelo que proporcionan las lluvias invernales y primaverales y evitar el riesgo de las fuertes heladas del invierno. En cambio, en zonas de clima mediterráneo de inviernos más suaves, se plantará preferentemente durante el invierno (diciembre a febrero) y en otoño siempre y cuando el suelo esté húmedo. Independientemente del tipo de clima, las especies caducifolias no deben plantarse en otoño sino al final del invierno.

Una vez determinados los recursos y la cantidad de los mismos que se necesitan, se determinará su precio unitario (Tabla 2). Con estos datos será



▲ ***Figura 3***. *Ejemplo de un cronograma sencillo utilizado para la plantación de un seto en un campo de cereal en Novés (Toledo).*

posible realizar un cálculo anticipado del coste que tendrá la plantación, es decir, un **presupuesto**.

Teniendo en cuenta estos datos, y que un peón de un equipo bien organizado puede plantar aproximadamente 100 plantas al día, se calcula un coste aproximado de 3,2€ por planta introducida en el campo, incluyendo la preparación del terreno, la plantación, el desbroce y el primer riego. Insistimos en que este coste es sólo orientativo, excluye los gastos asociados a viajes y manutención y puede variar mucho en los diferentes proyectos.

▼ ***Tabla 2**. Precios orientativos de algunos de los recursos necesarios para la ejecución de una plantación. Los precios aquí indicados pueden variar según la zona. No se han incluido los pequeños materiales y herramientas como metro, cuerdas, estacas y azadas, entre otros, debido a que están disponibles habitualmente. Tampoco se incluyen los costes de transporte, manutención y alojamiento ya que pueden variar extraordinariamente en cada proyecto.*

Recurso	Unidad	Coste (€)
Peón agrícola	Día	60-65
Planta de 1 o 2 savias	Planta	0,35-0,60*
Protector de 60 cm	Tubo	0,39*
Tutor de bambú	Tutor	0,07*
Alquiler de ahoyadora	Día	35- 40
Laboreo del terreno	Hora	6-50
Desbroce manual	Hora	25
Riego (cisterna de 1.500 a 2.000 L)	Unidad	500

* Si se compran en grandes cantidades

4. Ejecución de las plantaciones

4.1. Replanteo del diseño de la plantación en el terreno

Trasladar el diseño de un seto o islote forestal del gabinete u oficina, que se basa en diferentes criterios científicos y técnicos, al "mundo real", es decir, a las condiciones de cada campo particular donde se quiere actuar, suele implicar algunas modificaciones para adaptarlo. Éstas tienen que ver, sobre todo, con la realidad física del campo (por ejemplo, medidas imprecisas y presencia de obstáculos como rocas y servidumbres de paso, entre otras) y la aprobación del propietario, estas últimas relacionadas principalmente con la comodidad de las diferentes labores agrícolas y, en particular, el acceso de la maquinaria. Por ello es necesario replantear el diseño original, señalando la ubicación exacta que ocupará cada una de las plantas en el campo mediante el empleo de diversos útiles como son cintas métricas, estacas, cuerdas, sprays o yeso (Foto 9). De entre estos útiles, es mejor utilizar los tres primeros para evitar contaminar el campo.

4.2. Preparación previa del suelo

La preparación del suelo antes de la plantación tiene como fin mejorar algunas propiedades del mismo para facilitar la introducción y el establecimiento de las plantas. La compactación o pedregosidad, e incluso la presencia de una cubierta herbácea densa, puede hacer conveniente una labor del suelo que profundice al menos 20 cm., lo que facilitará notablemente la introducción de la planta y el desarrollo inicial de su sistema radicular. De todas formas, lo más frecuentemente utilizado en los campos agrícolas para la preparación del suelo son los hoyos y los subsolados. El hoyo de alojamiento de la



▲ ***Foto 9****. Algunos útiles para señalizar la ubicación exacta de las plantas en el campo después del replanteo de una plantación diseñada en el gabinete.*

planta debe abrirse en el instante de introducir la planta para no perder la humedad del suelo. En cambio, los subsolados, que no voltean los horizontes del suelo, deben realizarse días o semanas antes de la plantación para favorecer la mineralización de la materia orgánica del suelo al entrar en contacto con el aire.

El hoyo debe de ser lo suficientemente amplio como para que entren sobradamente el cepellón del plantón con las raíces tanto en profundidad como en anchura, siendo de al menos una vez y media la altura y anchura de dicho cepellón. El objetivo es tener un volumen de tierra mullida con el que rellenar el hoyo de plantación de modo que la planta pueda desarrollar sin problemas su sistema radicular. La planta debe colocarse verticalmente, no forzando la raíz o doblándola para hacerla entrar en el hoyo.

La apertura del hoyo de plantación puede ser manual o mecánica. El **ahoyado manual** (Foto 10) se realiza con azadas, siendo un método útil en suelos no excesivamente duros y sin piedras de gran tamaño. Este método es típicamente utilizado en actividades de voluntariado. El **ahoyado mecánico** puede realizarse mediante un pico mecánico, una motoahoyadora (Foto 11) o una retroexcavadora. En general, el ahoyado mecánico es más rápido y genera hoyos más profundos que el ahoyado manual. El principal inconveniente de la motoahoyadora se da en los suelos pedregosos, donde su capacidad de penetración es notablemente más reducida. Además, el manejo de una motoahoyadora requiere cierta fuerza física y pericia. No obstante, para plantaciones a escala grande (varios cientos o miles de individuos), el ahoyado con motoahoyadora es cada vez más infrecuente y está siendo remplazado por el uso de subsoladores que abren un surco –popularmente conocidos como "topos"– o más simultáneamente o de una retroexcavadora de tal manera que ésta no voltee el perfil del suelo (en ambos casos posteriormente se puede abrir el hoyo manualmente con azada o barrón).

4.3. Plantación

La planta debe tener un cepellón bien formado que no se desmorone al ser extraída del contenedor. Debe cubrirse todo el cepellón con tierra una vez introducida la planta en su hoyo, evitando que éste quede en contacto con el aire,





▲ ***Fotos 10 (izquierda) y 11 (derecha).*** *Apertura de hoyos manual y mecánica con motoahoyadora, respectivamente.*

con el fin de evitar su desecación y garantizar su conexión hidráulica con el suelo circundante. Esta labor es muy importante porque los viveros emplean preferentemente sustratos orgánicos como turba o fibra de coco para el cultivo de la planta y estos materiales son difíciles de rehidratar si se secan. También hay que evitar introducir piedras grandes en el hoyo que disminuyan el volumen útil del mismo, o restos de vegetación herbácea que pueda enraizar posteriormente y competir con las raíces de la planta introducida.

Al abrir el hoyo con motoahoyadora en terrenos arcillosos, se suelen generar unas paredes laterales y de fondo muy compactas que impiden la penetración de las raíces en el suelo circundante, por lo que es conveniente su raspado con una azada. Si los suelos son arenosos, se puede añadir materia orgánica en el hoyo para favorecer la retención de agua y nutrientes, así como estimular el desarrollo radicular inicial.

Una vez rellenado el hoyo hay que presionarlo ligeramente con el pie o las manos (Foto 12), con objeto de no dejar huecos donde las raíces no se desarrollarían al entrar en contacto directo con el aire y evitar que la tierra descompactada y esponjosa pueda desarraigar la planta. Esta compactación de la tierra con la que se rellena el hoyo no ha de ser excesiva, para no mermar la aireación del suelo y la percolación de agua que podría perjudicar el desarrollo de la raíz. Finalmente, si en el momento de la plantación el suelo está muy seco y puede comprometer la viabilidad de la planta a corto plazo, es recomendable un riego de establecimiento (Foto 13) inmediatamente después de la plantación. Este riego eliminará las bolsas de aire en el hoyo de plantación, además de aumentar el contenido de agua del suelo y atenuar el estrés que sufre la planta al pasarla del contenedor al suelo (ver sección 4.4).

Es necesario realizar un pequeño alcorque (Foto 14) que retenga el agua, tanto de lluvia como de riego, y propicie la infiltración de la misma en la zona de desarrollo de la raíz, evitando su pérdida por escorrentía a zonas alejadas de la influencia del sistema radicular de la planta. Esto es especialmente importante en terrenos con



▲ ***Foto 12****. Compactación ligera con la mano de la tierra alrededor de una plántula recién introducida, aunque los profesionales generalmente compactan con el pie porque es agotador agacharse cientos de veces seguidas.*



▲ ***Foto 13****. Aplicación de un riego de establecimiento.*

pendiente, en los que se realizará un alcorque en la parte superior de la misma en forma de media luna como muestra la Foto 15.

Colocación de protectores. La presencia de herbívoros a menudo compromete la supervivencia de las plantas. Para evitarlo, se pueden colocar protectores individuales en cada planta o vallar perimetralmente las plantaciones, siendo esta segunda opción más cara.

En particular, en los agroecosistemas mediterráneos, el conejo es un consumidor habitual de los plantones, sobre todo hasta que los tallos y ramas se engrosan y lignifican suficientemente y las hojas superan cierta altura que las hace inaccesibles. El problema del ramoneo por los conejos es especialmente patente durante las primaveras secas y en verano, cuando la mayor parte de las hierbas se agostan y consumen los brotes verdes de las plantaciones jóvenes. Se recomienda el empleo de protectores de al menos 60 cm de altura para los conejos. Los protectores contra conejos se suelen colocar acompañados de tutores de bambú (Foto 16) o acacia que se fijan al tubo mediante tiras plásticas o bridas, lo que da una mayor estabilidad al protector y evita que sean tumbados por el viento o por los propios conejos. En algunas zonas, los ungulados silvestres como jabalís, corzos o ciervos también pueden suponer un problema grave y los plantones necesitarán una protección más robusta.

Existen diferentes tipos de protectores que deben usarse en función del tipo de planta (Costa Pérez, 2002b). Los dos tipos principales son los de malla y los tubos invernadero (Foto 16). Se recomienda el tubo invernadero o de malla muy densa para las plantas que necesitan sombra para su establecimiento inicial, y el de malla poco densa, que no reduzca de manera muy significativa la luz, para las especies heliófilas como son muchos caméfitos y arbustos o árboles pioneros. En el primer caso, la sombra proporcionada a las plantas reduce los efectos dañinos de la insolación directa y sus consecuencias en la transpiración y evaporación del agua del suelo, el efecto desecador del aire, la abrasión por partículas arrastradas por el viento y el riesgo de heladas. A su vez, favorecen el desarro-





▲ ***Fotos 14 (izquierda) y 15 (derecha).*** *Alcorque en terreno llano y microcuenca de captación de agua de escorrentía en una ladera, respectivamente.*

llo aéreo vertical de la planta, por lo que son de gran utilidad para el crecimiento de árboles, especialmente de los de hoja ancha y que suelen regenerarse a la sombra de otras plantas. Los tubos de tipo invernadero no deben usarse de manera general con especies de árboles y arbustos heliófiolos como son los pinos, retamas, jaras, romeros y, en general, es importante que tengan pequeños agujeros laterales de ventilación. Además, en algunas especies de arbustos, especialmente los de menor talla, el uso de tubos protectores constriñe el desarrollo lateral de sus ramas y tallos. Este es el caso de plantas heliófilas tales como retamas, romeros, aulagas y el *Dorycnium pentaphyllum* (Foto 17), entre otras, en las que se puede observar un ahilamiento en las etapas iniciales de su crecimiento que desaparece en el momento en que la planta alcanza la parte superior del protector.

Como recomendación general, los protectores deben mantenerse siempre que las plantas puedan ser dañadas y su viabilidad comprometida por los herbívoros, lo que puede tardar varios años y, en cualquier caso, al menos un año. Por otro lado, deben retirarse cuando la planta se ha establecido y el tallo haya engrosado y lignificado suficientemente para mantenerlas erectas. Los protectores se degradan, presentando los de polipropileno una vida útil de aproximadamente cinco años, momento a partir del cual los efectos de su deterioro son patentes, por lo que es recomendable planificar su revisión y retirada. Esta última es importante para evitar los efectos adversos de contaminación por plástico en los campos donde hemos plantado y en los campos vecinos.



▲ ***Foto 16****. Protector del tipo tubo invernadero alrededor de una planta con su tutor.*



▲ ***Foto 17****. Ejemplo de un Dorycnium pentaphyllum, una planta con forma de almohadilla en circunstancias normales, con crecimiento inadecuado por haber tenido colocado un protector.*

5. Mantenimiento de las plantaciones

5.1. Riego

Puede ser una operación esencial para asegurar el éxito de la plantación, principalmente si el invierno o la primavera son secos o el verano es muy caluroso. En el apartado anterior indicamos que si el suelo está muy seco en el momento de la plantación es recomendable un riego de establecimiento justo después de la misma para saturar el suelo en superficie y que la planta pueda captar el agua por el cepellón.

En función de las condiciones climáticas y de las necesidades hídricas de la especie, puede ser también recomendable realizar algún riego de mantenimiento o "auxilio" durante el primer verano post-plantación. Una vez que la planta haya arraigado en el terreno, es decir, su raíz haya profundizado y extendido superando ampliamente las dimensiones del cepellón inicial, resulta más complicado que ésta se deseque y muera. Durante el establecimiento las raíces crecen desde la parte baja del cepellón y, en condiciones normales, éstas deberían alcanzar los 40-50 cm de profundidad a la entrada del verano. Es a esta profundidad donde sería deseable que llegara el agua de riego cuando se aplique en verano. Se debe regar con manguera teniendo cuidado de no descalzar o desarraigar la planta y habiendo hecho previamente un pequeño alcorque que retenga el agua de lluvia y riego. Alternativamente puede utilizarse una regadera; esta opción es más lenta aunque presenta la ventaja de evitar el descalce de las plantas introducidas. Las cantidades de agua a aplicar son variables y dependen de las características del terreno; como norma general bastaría aplicar 20-40 l por planta en cada evento de riego.

5.2. Eliminación de hierbas

El crecimiento de las hierbas, principalmente las anuales, es más rápido y vigoroso que el de los árboles y arbustos plantados, presentando las primeras un desarrollo radicular con numerosas raíces en cabellera que forman una malla muy densa en los primeros 15-20 cm de suelo. Así, las hierbas pueden competir fuertemente por el agua, los nutrientes y la luz con las plántulas introducidas de uno o dos años de edad. Limitar esta competencia durante la primavera es una labor importante para favorecer el éxito inicial de las plantaciones. Esta eliminación de hierbas es particularmente necesaria el año de la plantación y recomendable los dos o tres años siguientes, hasta que las plantas alcancen el tamaño suficiente para liberarse al menos en parte de su competencia tanto subterránea como aérea.

La eliminación de hierbas debe realizarse antes de que hayan producido semillas, con el fin de disminuir su proliferación al año siguiente. Del mismo modo, tampoco se debe realizar demasiado pronto, al inicio de la primavera, porque las hierbas tendrían tiempo suficiente para volver a completar su ciclo de crecimiento durante esa misma temporada. Es preferible un desbroce mecánico a una aplicación de herbicidas, máxime teniendo en cuenta que uno de los principales objetivos de un seto o islote forestal es el de fomentar la biodiversidad ligada a estas plantaciones. Lo ideal es realizar escardas que eliminen las plantas de raíz pero esto puede ser lento y caro. La utilización de tractores con arados es una opción en muy pocos casos y debe ser extremadamente cuidadosa para no arrancar las plantas introducidas. También podemos utilizar desbrozadoras mecánicas (Foto 18) que elimina-

rían sólo la parte aérea. Si en el campo agrícola se aplican herbicidas, la cantidad adicional que se aplicaría al seto sería ínfima en cualquier caso.

5.3. Reposición de marras

La revisión del establecimiento de las plantas introducidas es una operación necesaria para evaluar el éxito de la plantación, observar qué especies son las más adecuadas para un emplazamiento determinado y reponer las marras o plantas muertas. Recomendamos sustituir las marras una única vez al año siguiente de la plantación original, sobre todo teniendo en cuenta que la densidad de plantación que proponemos es alta.

La causa principal de muerte de los plantones en los ambientes mediterráneos es la deshidratación. Las plantas se secan desde las partes altas hacia su base, por lo que puede que muchas plantas que han sufrido este proceso puedan rebrotar a partir de sus yemas vivas en la parte inferior, tanto de la parte subterránea como de la aérea. Para recuperar estas últimas no es necesaria la sustitución de las plantas muertas; la poda justo por encima de las yemas vivas, a partir de las cuales se producirán rebrotes, es una opción aunque consumirá mano de obra. Esta operación es más efectiva en arbustos que en árboles, ya que en estos últimos la pérdida de la yema terminal del tallo principal genera deformidades en su copa.

5.4. Podas de formación

Si se quiere que la plantación se transforme más rápidamente en un seto o muro vegetal denso, es decir, "vestido" desde la base y no excesivamente alto, debe realizarse una poda o pinzado del tallo principal de algunas especies que dependerá de la altura que se quiera dar al seto. De



▲ ***Foto 18**. Desbroce de hierbas en una plantación de dos años de edad en el olivar de diseño de la FIRE (Valdepeñas, Ciudad Real).*

este modo se fomenta el desarrollo de yemas laterales y cerramiento del seto. Esta operación es delicada y se puede aplicar a especies arbustivas o arbolillos que presenten un tallo principal, y que de otro modo formarían una copa en altura. Una operación similar es la del recepado a los tres o cuatro años de la plantación. Éste consiste en cortar la planta a unos 10 cm de altura, lo que fomentará el crecimiento de varios tallos cerca de la base y que la planta crezca de forma más abierta y vigorosa.

5.5. Revisión de protectores

Es necesaria la reposición de aquellos protectores que hayan sido arrastrados por el viento, ya que la supervivencia de la planta puede depender de éstos. Por otro lado, como se indicó anteriormente, hay que retirar aquellos protectores que constriñen el desarrollo de la planta una vez que ésta lo ha superado en altura y presente tallos lignificados o brotes que están fuera del alcance de los herbívoros (Foto 19). En cualquier caso los protectores deben de ser retirados tras un periodo que varía entre los 3 y 5 años, en función del desarrollo de las plantas, momento en el cual éstos también presentan evidentes muestras de degradación.

Finalmente, para completar este capítulo y el anterior de esta Guía relacionados con la ejecución y el mantenimiento de las plantaciones, queremos señalar otras publicaciones anteriores dirigidas a un público amplio. La primera es la de FAPAS (2009), autor de un *Manual de reforestación y conservación de la biodiversidad*. La segunda es la de Molina (2001), quien publicó un *Manual de restauración de hábitats forestales*. Y la tercera y más reciente es la *Guía de buenas prácticas de restauración de hábitats mediterráneos* del proyecto ECOPLANTMED mencionado anteriormente, la cual incluye una compilación de técnicas ecológicas para la restauración, criterios para la selección de buenas prácticas y una selección de quince proyectos de restauración en hábitats mediterráneos con metodologías óptimas transferibles a otras regiones (Marzo *et al*. 2015).



▲ ***Foto 19****. Planta de Retama sphaerocarpa que emerge por encima del protector y lo ha roto.*

6. El proyecto Campos de Vida

Como se indicó al principio de esta Guía, la FIRE desarrolla desde el año 2009 el proyecto *Campos de Vida* cuyo fin es conciliar el uso agrícola del territorio con la conservación o aumento de la biodiversidad y los servicios que ésta proporciona a los humanos. En el marco de este proyecto, se han ejecutado varias plantaciones de setos e islotes forestales en campos agrícolas de España (Mapa 2 y Tabla 3) y otras en Paraguay.

Una característica de *Campos de Vida* es que los proyectos individuales se establecen en un esquema de custodia del territorio (FIRE 2013). Ésta consiste en acuerdos voluntarios entre los propietarios y las entidades de custodia (que por definición legal son sin ánimo de lucro), para desarrollar actividades dirigidas a la conservación de los valores y recursos naturales, culturales y paisajísticos (http://custodia-territorio.es/). La FIRE ha establecido acuerdos con propietarios para la cesión de una pequeñísima parte de la superficie de sus explotaciones para la plantación de setos e islotes forestales (Fotos 20 y 21), y también para la creación de charcas, instalación de cajas-nido y construcción de refugios de piedra o madera, entre otras actuaciones.



▲ ***Mapa 2.*** *Localización de las plantaciones de setos e islotes forestales y otras actuaciones de restauración agroecológica ejecutadas por la FIRE desde el año 2009 hasta la fecha de esta publicación.*

▼ *Tabla 3. Localización y superficie de las fincas donde la FIRE ha realizado plantaciones en España desde el año 2009.*

CASTILLA Y LEÓN					
Propiedad	Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (has)
Bodega Abadía Retuerta	Valladolid	Sardón de Duero	Varios	Varias	203
Bodega y viñedos Martín Berdugo	Burgos	Aranda de Duero	Varios	Varias	94
Caleruega	Burgos	Caleruega	514	15356	9,93
MADRID					
Propiedad	Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (has)
Bodega y Viñedos Gosálbez Orti	Madrid	Campo Real	Varios	Varias	10
CASTILLLA-LA MANCHA					
Propiedad	Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (has)
Virgen de Lourdes	Ciudad Real	Valdepeñas	110	57	1,6
FIRE-Campo de Vida	Ciudad Real	Valdepeñas	13	93	1,9
FIRE-Campo de Vida	Ciudad Real	San Carlos del Valle	26	108 A y B	4,7
Noria Boca	Ciudad Real	La Solana	41	13	5,07
Los Billares	Toledo	Novés	4	1221	13,41
El Monte	Toledo	Novés	2	10543	9,5
Tórtoles	Toledo	Maqueda	20	18	2,95
EXTREMADURA					
Propiedad	Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (has)
HaciendasBio - Concejiles	Badajoz	La Zarza	Varios	Varias	62
HaciendasBio - Chaparrito	Badajoz	Pueblo Nuevo del Guadiana	Varios	Varias	80
ANDALUCÍA					
Propiedad	Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (has)
Las Quebradillas	Córdoba	Zuheros	Varios	Varias	2
La Veguilla	Córdoba	Córdoba	3	6, sector 20	28,5
VALENCIA					
Propiedad	Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (has)
La Florentina	Valencia	L'Alcúdia	26	448, 35 y 36	16,5

La visión de Campos de Vida es la renaturalización del campo compatible con la actividad agropecuaria, y como se explicó, las principales actuaciones para lograr este fin son las de revegetación. Debemos encaminarnos hacia la "revegetación estratégica" generalizada de los paisajes con nula o muy poca vegetación natural o seminatural, aprovechando las oportunidades que éstos ofrecen. Entre éstas destacan elementos lineales tales como las lindes, los bordes de los caminos y las carreteras y los regatos y arroyos, así como otros espacios tales como las rotondas de carreteras (Rey Benayas & Bullock 2015; Figura 4). Confiamos en que esta Guía incentive y contribuya a plantar setos e islotes forestales y, en último término, a producir campos de vida.



▲ **Foto 20** *Plantación de un seto con voluntarios en un Campo de Vida localizado en Maqueda (Toledo).*



▲ **Foto 21**. *En primer planso, seto de cuatro años de edad en Valdepeñas (Ciudad Real).*



▲ ***Figura 4***. *Esquemas que ilustran un paisaje agrícola antes (arriba) y después (abajo) de actuaciones de revegetación estratégica a escala de paisaje, entre ellas la plantación de setos e islotes forestales. Fuente: Rey Benayas & Bullock (2015) (dibujos de Alejandra Toledo).*

Bibliografía

- Abella, I. 1996. *La magia de los árboles*. RBA Libros, Barcelona, 296 pág.
- 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. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Forestal*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 384 pp.
- Ballesteros, D., Meloni, F., Bacchetta, G. (Eds.). 2015. *Manual para la propagación de plantas autóctonas mediterráneas seleccionadas*. Ecoplantmed, ENPI, CBC-MED. URL: http://ecoplantmed.eu/es/publications/propagation_manual.
- BOE. Nº 181, de 30.07.03. *Real Decreto 287/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.*
- BOE. Nº 224, de 16.09.09. *Resolución de 28 de julio de 2009, de la Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos, por la que se autoriza y publica el Catálogo Nacional de las Regiones de Procedencia relativa a diversas especies forestales.*
- BOE. Nº 296, de 11.12.13. *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.*
- Carricondo, A. (coord.), SEO/BIRDLIFE. 2007. Manuales de Desarrollo Sostenible. *5 Prácticas para la Sostenibilidad Agraria*. Fundación Banco Santander, Madrid, 63 pág. URL: http://www.cervantesvirtual.com/descargaPdf/manuales-de-desarrollo-sostenible-5-practicas-para-la-sostenibilidad-agraria/.
- Costa Pérez, J.C. (coord.). 2002a. *Manual para la diversificación del paisaje agrario*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE), Sevilla, 143 pág.
- Costa Pérez, J.C. (coord). 2002b. *Evaluación de la aplicación de tubos y mejoradores en repoblaciones forestales*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Sevilla, 234 pág.
- De Miguel, E. 2008. *Informe técnico sobre medidas para la restauración, de setos, lindes y sotos de ribera en explotaciones de regadío*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- FAPAS. 2009. *Manual de reforestación y conservación de la biodiversidad*. Fondo para la Protección de los Animales Salvajes, Llanes, 50 pág.

- FIRE. 2013. *Acuerdos de custodia del territorio en distinta tipología de fincas Manual temático para evaluar el éxito de diferentes tipos de acuerdos de custodia del territorio*. URL: http://www.fundacionfire.org/images/pdf/manual_custodia.pdf.

- Foley, J. A. y colaboradores (21 autores). 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478: 337-342.

- Íbero, C. 1999. *Setos, linderos y sotos de ribera*. Pulso Agrario/Monografía, Banco Central Hispano, Madrid, 19 pág.

- Lautenbach, S., Seppelt, R., Liebsche,r J., Dormann, C.F. 2012. Spatial and temporal trends of global pollination benefit. *PLoS ONE*: 7 (4): e35954.

- Marzo, A., Herreros, R. & Zreik, Ch. (Eds.). 2015. *Guía de Buenas Prácticas de Restauración en Hábitats Mediterráneos*. Ecoplantmed, ENPI, CBC-MED. URL: http://ecoplantmed.eu/es/publications/guide_of_good_restoration_practices.

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). 2015. *Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivo ESYCRE*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 44 pág. URL: http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/.

- Molina, L. (dir. y coord.). 2001. *El buen plantador. Manual de Restauración de Hábitats Forestales con Especies Autóctonas*. WWF/Adena, Madrid, 36 pág.

- Pemán, J., Navarro, R.M., Nicolás, J.L., Prada, M.A. y Serrada, R. (coord.). 2014. *Producción y manejo de semillas y plantas forestales*. Tomo I. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Forestal, Organismo Autónomo Parques Nacionales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 68 pág.

- Proyecto Forestal Ibérico. *Catálogo*. URL: http://www.proyectoforestaliberico.es/.

- Rey Benayas, J.M., Bullock, J.M. 2012. Restoration of biodiversity and ecosystem services on agricultural land. *Ecosystems* 15: 883–899.

- Rey Benayas, J.M., Bullock, J.M. 2015. Vegetation restoration and other actions to enhance wildlife in European agricultural landscapes. In: Pereira, H.M., Navarro, L.M. (eds.). *Rewilding European Landscapes*. Springer International Publishing Switzerland, pp. 127–142.

- Rey Benayas, J.M., Bullock, J.M., Newton, A. 2008a. Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology &Environment* 6: 329–336.

- Rey Benayas, J.M., Bullock, J.M., Newton, A. 2008b. Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Quercus* 270: 22–26.

- Villar Salvador, P. 2003. Importancia de la calidad de planta en proyectos de revegetación. En: Rey Benayas, J.M., Espigares, T., Nicolau, J.M. (eds.). *Restauración de Ecosistemas Mediterráneos*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, pp. 65-86.

Apéndice 1. Dimensiones de las plantas según el Real Decreto 289/2003.

▼ *Especies que figuran en el anexo I*

Especie	Edad máxima (años)	Altura mínima (cm)	Altura máxima (cm)	Diámetro mínimo del cuello de la raíz (mm)
Abies pinsapo (1)				
Pinus canariensis	1	10	25	2
	2	15	35	3
Pinus halepensis	1	8	25	2
	2	12	40	3
Pinus leucodermis	1	8	25	2
	2	10	35	3
Pinus nigra	1	8	15	2
	2	10	20	3
Pinus pinaster	1	7	30	2
	2	15	45	3
Pinus pinea	1	10	30	3
	2	15	40	4
Pinus sylvestris	1	8	15	2
	2	10	20	3
Quercus ilex	1	8	30	2
	2	15	50	3
Quercus suber	1	13	60	3

(1) Se indica únicamente para cultivo en contenedor: edad mínima: 3 savias; edad máxima: 6 savias; altura mínima: mitad de la altura del contenedor; altura máxima: altura del contenedor; diámetro mínimo del cuello de raíz: 3,5 mm.

▼ *Especies que figuran en el anexo XII*

Especie	Edad máxima (años)	Altura mínima (cm)	Altura máxima (cm)	Diámetro mínimo del cuello de la raíz (mm)
Pinus uncinata	1	4	-	2
	2	6	-	2
	3	8	-	2
Quercus faginea	1	6	30	2
	2	10	50	3
Quercus pyrenaica	1	6	30	2
	2	10	50	3

▼ *Tamaño del contenedor, si se utiliza.*

Especie	Volumen mínimo del contenedor (cm^3)
Pinus pinaster	120
Otras especies	200



Texto: José María Rey Benayas, José Ignacio Gómez Crespo y Aurora Victoria Mesa Fraile

Revisor crítico del texto: Pedro Villar-Salvador

Diseño y maquetación: Miguel Ángel Hernández Gómez

Los autores: José Mª Rey Benayas (http://www3.uah.es/josemrey/) es catedrático de Ecología en la Universidad de Alcalá y Presidente de la FIRE, J. Ignacio Gómez Crespo es técnico de Heliconia S. Coop. Mad. y Aurora V. Mesa Fraile es Coordinadora de Proyectos de la FIRE.









Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas
Oficina central - C/ Ferraz, 19, 1º DRCHA
28008 Madrid - España.
Tel. (34) 669 902 888
e-mail: info@fundacionfire.org
web: www.fundacionfire.org