

Larix decidua Mill.

Larix kaempferi Sarg.

Larix x eurolepis

Alerce, lárice; *eusk.*: alertzea

Jesús PEMÁN GARCÍA, Jesús COSCULLUELA GIMÉNEZ, Vicente DORRONSORO AYERBE

1. Descripción

Los alerces utilizados en España son el alerce europeo (*Larix decidua*), el alerce del Japón (*Larix kaempferi*) y su híbrido (*L. x eurolepis*).

1.1 Morfología

Son árboles de 35 a 40 m de altura, de tronco recto o cónico según la especie. Copa muy regular, clara y cónica, lo que facilita, según la densidad, el desarrollo de un abundante sotobosque. La ramificación en el alerce europeo es verticilada con ramas horizontales o algo colgantes, que son excelente posadero para la avifauna. Los braquiblastos mueren a los pocos años, persistiendo sobre los ramillos como protuberancias secas. Las hojas son aciculares y caedizas, saliendo espiraladas en los ramillos largos y de forma fasciculada en los cortos (Ruiz de la Torre, 2006). Las raíces son oblicuas y fuertes.

1.2. Biología reproductiva

Especies monoicas con flores unisexuales que se desarrollan de forma separada en el árbol. Se suelen distribuir de forma aleatoria en la parte no sombreada de la copa ubicándose las flores femeninas en la parte superior y las masculinas en la parte inferior, aunque presentan bastante solape en su distribución (Shearer, 2008). Las flores masculinas son solitarias, amarillas, de globosas a oblongas (Young y Young, 1992; Shearer, 2008). Las flores femeninas son pequeñas, ligeramente pedunculadas, erectas, de color rojo o verdoso. La floración se produce entre abril y mayo al mismo tiempo o un poco antes del inicio de la elongación de la acícula. La polinización es anemófila.

El alerce europeo fructifica a partir de los 15 ó 20 años en árboles aislados y a los 30 ó 40 años en los árboles en masa (Dibona, 1998). En el alerce japonés el inicio de la fructificación se produce a partir de los 15 años (Shearer, 2008). Las piñas del alerce al inicio de la primavera son pequeñas, en forma de cono engrosado o ovoideas, erectas y generalmente de un color rosa-púrpura más o menos intenso, que se convierte en color marrón-oro en el otoño (Dibona, 1998). Sus dimensiones en el caso del alerce europeo son de 20 a 50 mm de longitud, con un diámetro central de cerca de 20 a 25 mm y un

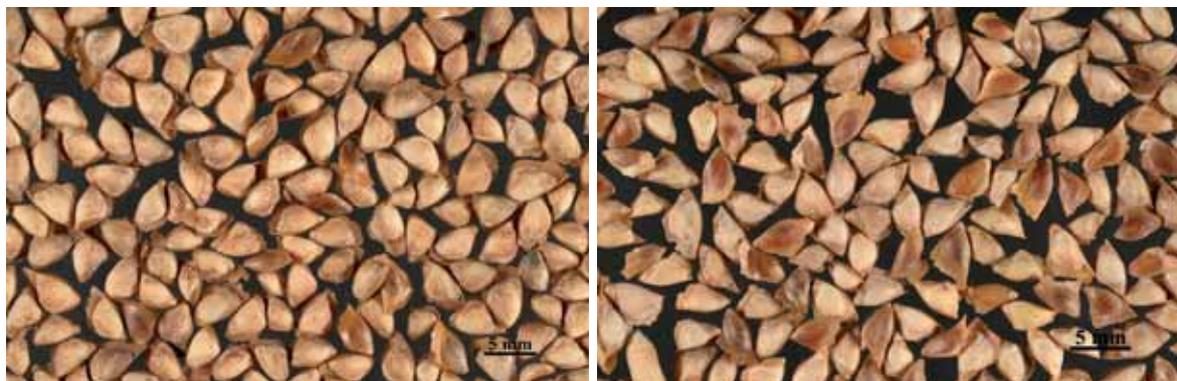
peso medio de 16 g (Debazac, 1991; Dibona, 1998). En el caso del alerce japonés la piña tiene una longitud entre 19 y 32 mm (Shearer, 2008). Las escamas de las piñas son leñosas, persistentes, insertadas en espiral pero no imbricadas. En el alerce japonés las escamas semíferas presentan el ápice claramente curvado hacia fuera, mientras que en el alerce europeo no. Las escamas fértiles disponen de dos semillas en su base, por lo que el número medio de semillas fértiles por cono puede oscilar entre 40 y 60 (Dibona, 1998).

La semilla es pequeña, alada de forma subtriangular de 3 a 5 mm de larga y de 2 a 3 mm de ancha, de color marrón, con un ala parda y dos veces más larga que la semilla (Debazac, 1991; Dibona, 1998).

La maduración del fruto se produce entre septiembre y diciembre y la dispersión durante el otoño e invierno. Los alerces pueden tener una elevada proporción de semillas vanas, debido a diferentes causas que, de una forma completa, resume Shearer (2008). Fructifican anualmente y de forma abundante cada 4 ó 5 años, dependiendo de la localidad en el caso del alerce europeo (Dibona, 1998) y cada 3 años en el caso del japonés, aunque se han registrado intervalos entre 4 y 8 años (Shearer, 2008). La dispersión es anemócora. La piña puede permanecer vacía en el árbol por un tiempo indefinido.



Figuras 1 a y b. Piña de *Larix decidua* (izquierda) y *L. x eurolepis* (derecha)
(Foto: J.I. García Viñas).



Figuras 2 a y b. Semillas de *Larix decidua* (izquierda) y *L. kaempferi* (derecha).

1.3. Distribución y ecología

El alerce europeo se distribuye fundamentalmente en las montañas de Europa central, abarcando una extensión cercana a las 500.000 ha (Matras y Pâques, 2008). Su área está fragmentada entre las poblaciones del centro de Europa, que abarcan los Sudetes, las montañas de media altitud del centro y sur de Polonia, los Tatras y Cárpatos rumanos; y la población más extensa de los Alpes. Su rango altitudinal preferido se sitúa en la cordillera alpina entre 1.400 y 1.500 m, aunque sobrepasa en su distribución los 2.400 m y en las montañas del sur de Polonia se encuentra a cotas mucho más bajas. En muchos sistemas montañosos las masas de alerce constituyen el límite del bosque, la *timberline*.

El área natural del alerce del Japón se sitúa entre las latitudes de 35° 8' y 38° 5', en la parte central de la Isla de Honshu, en un rango altitudinal entre 600 y 2.500 m. En cuanto al alerce híbrido, el primer híbrido fue descrito en Dunkeld (Escocia) a principios del siglo XX, siendo oficialmente considerado como tal en 1919 por Henry y Flood.

El alerce europeo precisa de una precipitación anual entre 600 y 1.000 mm, mientras que el japonés es mucho más exigente requiriendo entre 1.000 y 2.000 mm, bien repartidos todo el año. El alerce híbrido es más resistente a la sequía que el japonés aunque puede ser sensible a la misma si esta se prolonga en el otoño. En cuanto a las temperaturas, el alerce del Japón es muy sensible a las heladas primaverales y a las otoñales, no así el europeo, aunque ambos toleran en invierno temperaturas muy bajas que superan los -30 °C (Masson, 2005). El alerce híbrido muestra, frente a la resistencia al frío, un comportamiento intermedio frente a sus dos especies parentales, aunque debido a su rápido inicio de crecimiento puede sufrir heladas tardías que le hagan muy sensible a futuras enfermedades. Los alerces son especies con un comportamiento pionero, por tanto heliófilos y tolerantes a una gran amplitud de condiciones del suelo, si bien son muy exigentes en cuanto al contenido en agua durante todo el año. Se desarrollan mejor en los suelos profundos, bien estructurados y aireados, con pH entre 5,5 y 7, aunque también puede desarrollarse en los suelos superficiales y con contenidos en carbonato cálcico, siempre que se mantenga un alto contenido en agua.

2. Materiales forestales de reproducción

2.1. Marco normativo. Identificación de los materiales de reproducción

Tanto *Larix decidua* como *L. kaempferi* son especies incluidas en la normativa europea y española relativa a la producción y comercialización del material forestal de reproducción. El establecimiento de las regiones de procedencia se ha hecho siguiendo el método divisivo (Fig. 3, Tabla 1).

Como especie alóctona, su distribución se debe a los trabajos de repoblación realizados a lo largo del siglo XX por la Administración forestal. Ha sido introducido fundamentalmente en la provincia de Guipúzcoa, donde tiene, hoy en día, su mayor representación. El origen del material forestal en estas repoblaciones ha sido normalmente foráneo. En la actualidad, si bien existe material de base de la categoría identificada en el Catálogo Nacional de Materiales de Base, aún suele recurrirse a la importación de semillas y plantas.



Figura. 3. Distribución de *Larix decidua* y Regiones de Procedencia de sus materiales de reproducción (Alía *et al.*, 2009).

En el alerce europeo tradicionalmente se han distinguido cinco ecotipos que, con frecuencia, han sido considerados como subespecies o variedades (Debazac, 1991). Hoy en día se distinguen tres razas: Alpina (Baja Austria), Sudetes (principalmente en Checoslovaquia) y el Centro de Polonia (Pâques, 2001). En Francia, para *Larix decidua*, hay definidas 5 cinco regiones de procedencia y dos materiales mejorados que se comercializan con la categoría de cualificados (Masson, 2005). Esta especie muestra una gran variabilidad genética entre sus poblaciones, como lo demuestran los ensayos de procedencia donde las poblaciones de los Sudetes y del centro de Polonia son las que tienen un crecimiento más rápido y muestran una mayor estabilidad frente a las condiciones del medio, al contrario que las poblaciones del sudoeste de los Alpes (Matras y Pâques, 2008). Esta variabilidad también se ha encontrado en su resistencia al chancro (*Lachnellula willkommii* (Hartig) Dennis), mostrándose más resistentes las poblaciones del este de los Alpes y menos la del sur (Matras y Pâques, 2008).

En el caso del alerce japonés, a pesar de su reducida distribución en las montañas del centro de la isla de Honshu, su utilización en repoblaciones en diferentes partes del mundo ha puesto de manifiesto que las fuentes de semillas más septentrionales y a mayor altitud dan lugar a progenies con un endurecimiento más temprano y una mayor resistencia al frío (Shearer, 2008).

Tabla 1. Descripción de las áreas con presencia de *Larix decidua* por región de procedencia (RP: número de la región de procedencia; Pres: presencia de la especie en cada una de las regiones, estimada como el cociente del área de la especie en dicha región respecto del área total de la especie; A: número de meses de déficit hídrico (precipitación media mensual <2 temperatura media mensual); Osc: media anual de la oscilación térmica diaria; Hs: número de meses con helada segura (media mínimas <0 °C); Med: valor medio; Max: valor máximo; Min: valor mínimo; MaxMC: valor máximo del mes más cálido; MinMF: valor mínimo del mes más frío); Tipo de suelo: porcentaje del tipo de suelo según la cartografía Soil Map of the European Communities dentro de cada región de procedencia. La clasificación de suelos utilizada en dicha cartografía es la de FAO de 1974. Las abreviaturas se han actualizado a la clasificación FAO de 1989. Los tipos de suelos inexistentes en la nueva clasificación se han mantenido con los nombres antiguos, asignándoles nuevas abreviaturas (Rankers: RK, Xerosoles: XE). Sólo se incluyen aquellos suelos que superan el 10% en el conjunto del territorio estudiado).

RP	Pres (%)	Altitud (m)			Precipitación (mm)		A (meses)	Temperatura (°C)			Osc (°C)	Hs (meses)	Tipo de suelo (FAO)
		Med	Max	Mín	Anual	Estival		Med	MaxMC	MinMF			
6	83,7	533	1027	154	1905	293	0	11,7	23,7	2,1	12,6	0	CMu(75) CMc(19)
7	0,3	1040	1040	1040	1384	188	0	9,2	21,3	1,1	12,4	0	CMc(100)
8	3,1	1303	1611	658	1192	290	0	8,3	23,5	-4,2	15,8	4,7	RK(45) CMu(33) CMc(11) CMd(11)
9	1,4	1120	1326	951	1213	364	0	9,8	24,7	-2,4	15,3	3,5	CMc(50) CMu(50)
14	0,3	957	957	957	665	144	0,7	10,5	26,4	-0,3	16	0,6	CMe(100)
15	11,1	1212	1543	832	918	173	0	9,3	24,1	-1,0	15,1	1,8	CMc(56) CMe(22) FLe(13)

En cuanto al alerce híbrido (*Larix x eurolepis*), el INRA dispone de más de 700 familias híbridas por cruzamientos controlados de padres y madres conocidos que se vienen realizando desde 1979, en las que actualmente se están realizando las primeras selecciones en las plantaciones más antiguas (Pâques, 2001).

2.2. Técnicas de manejo y propagación

2.2.1. Semillas

Las piñas de alerce se recolectan de octubre a enero, pudiendo iniciarse tan pronto como se compruebe que están maduras. La recogida se realiza de árboles en pie, escalada o mediante la utilización de plataformas hidráulicas, aunque también puede efectuarse en árboles apeados cuando se hace coincidir la época de la corta con la maduración. La extracción de la semilla puede realizarse mediante secado al aire o en hornos. Los tiempos de secado en estos últimos oscilan entre 8 y 9 horas a temperaturas entre 43 y 49 °C (Shearer, 2008). Una vez extraída la semilla, esta debe desalarse. Son semillas ortodoxas, aunque para algunos autores son semiortodoxas (Dibona, 1998). El método de conservación más recomendado es en frío y en seco. La semilla del alerce europeo se puede conservar durante 12 ó 14 años a temperaturas entre 2 y 10 °C con contenido de humedad de la semilla entre 5 y 10% (Catalán, 1985; Young y Young, 1992; Dibona, 1998; Shearer, 2008). En el caso del alerce japonés se ha registrado que la semilla puede almacenarse durante 23 años, con contenidos de humedad de la semilla del 12% y temperaturas entre 2 y 4 °C (Shearer, 2008).

La mayor parte de las semillas de alerce no precisan tratamientos pregerminativos, aunque la estratificación fría (4 °C) en un medio húmedo durante 3-9 semanas suele acelerar su germinación. Así, se ha comprobado su efecto beneficioso al respecto en un ensayo con siete lotes de distintas poblaciones de alerce europeo (Gorian *et al.*, 2007) y, también, en el caso del alerce japonés, en el que su aplicación durante 3 semanas aumenta considerablemente la germinación (Shearer, 2008). La facultad germinativa de las semillas frescas de alerce no suele ser muy alta, entre 30 y 50%, influyendo en la misma la temperatura media anual y las bajas temperaturas en el momento de la maduración (Dibona, 1998). Está demostrado que si la elongación del embrión es completa, es decir, supera el 70% de la cavidad embrionaria, las tasas de germinación son buenas (Dibona, 1998). En algunas especies de alerce se suelen realizar uno o dos ciclos de estratificación en frío seguidos de una deshidratación para mejorar la facultad y la energía germinativa (Shearer, 2008).

Como procedimiento para evaluar la germinación, la ISTA (2011) establece, para ambas especies, unas condiciones de germinación de alternancia térmica (20-30 °C), según un ciclo de 16-8 horas, durante 21 días, plazo que la Forestry Commission (2010) aumenta a 28 días, consignando para *L. kaempferi* un doble test, a realizar sobre una muestra de semilla no estratificada y sobre otra muestra estratificada en frío durante 21 días. Los valores de referencia de los análisis de semillas se recogen en la Tabla 2.

Germinación epigea. Plántula de 4 a 8 cotiledones con numerosas acículas primarias en su primer año, así como de yemas laterales (Debazac, 1991; Dibona, 1998).

Tabla 2. Datos característicos de lotes de semillas de *Larix decidua* y *L. kaempferi*.

Rendimiento semilla/fruto		Pureza (%)	Facultad germinativa (%)	Nº semillas kg ⁻¹	Referencia
(kg hl ⁻¹)	(% en peso)				
<i>Larix decidua</i>					
0,9-2,4			30-40	160.000-180.000	Cemagref (1982)
0,7-1-2,9	3,5-6,5	92	45	160.000	Gradi (1989)
0,3-0,5-0,7			40	170.000	Forestry Commission (1992)
			35-45	93.000-214.000 (160.000-180.000)	Piotto (1992)
				160.000	Young y Young (1992)
			30-50	150.000-170.000	Dibona (1998)
		84-94 50-70 ⁽¹⁾	36	39.000-214.000 ⁽²⁾	Shearer (2008)
	5-6	85-95	40-60	97.000-170.000-370.000	Catalán (1991)
<i>Larix kaempferi</i>					
0,9-1,2			35-45	240.000-270.000	Cemagref (1982)
1-1,4-1,6		90	35	210.000	Gradi (1989)
0,5-0,9-1,3			40	250.000	Forestry Commission (1992)
			20-40	125.000-333.000 (250.000)	Piotto (1992)
				250.000	Young y Young (1992)
			30-50	150.000-170.000	Dibona (1998)
		84-94 50-70 ⁽¹⁾	43	126.000-335.000 ⁽²⁾	Shearer (2008)
		85-95	40-60	117.000-260.000-340.000	Catalán (1991)

⁽¹⁾ Semillas llenas, descontando las semillas vanas

⁽²⁾ Procedencia alpina

2.2.2. Vegetativa

Los programas de mejora genética desarrollados en el alerce han permitido sustituir la producción de brinzales por clones obtenidos a través de cultivo *in vitro* (Karnosky, 1992). Las técnicas de embriogénesis somática están adquiriendo un gran interés como métodos eficientes de propagación clonal de varias especies e híbridos (Lelu *et al.*, 1994; Bonga *et al.*, 1995). Además de estas técnicas de multiplicación, para el alerce híbrido el INRA ha diseñado programas de multiplicación vegetativa en masa mediante estaquillado a partir de material proveniente originalmente de semilla (Verger y Le Pichon, 2001), que también han sido puestos en práctica en el Reino Unido (Perks *et al.*, 2006).

3. Producción de plantas

Se suele utilizar planta a raíz desnuda aunque también puede producirse en contenedor. En el alerce europeo la planta a raíz desnuda que se produce es de 2, 3 ó 4 savias (2+0, 1+1, 2+1, 1+2 ó 2+2) (Young y Young, 1992; Dibona, 1998; Shearer, 2008). La densidad de siembra suele ser de 430 y 538 semillas m⁻², enterrando la semilla de 2 a 6 mm (Young y Young, 1992; Dibona, 1998). El porcentaje de supervivencia de la planta a raíz desnuda oscila entre un 50-60%, mientras que el correspondiente a la planta en contenedor alcanza hasta el 80-90%. En España no hay establecidas normas específicas de calidad relativas a la planta de especies del género *Larix*. Sí, en cambio, en Francia, las cuales se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores de atributos morfológicos y, en su caso, volumen de contenedor establecidos por la normativa francesa para plantas de *Larix decidua*, *L. kaempferi*, *L. sibirica* y *L. x eurolepis* (Journal Officiel de la République Française; Arrêté du 29 novembre 2003).

Edad (savias)		Altura (cm)	Diámetro mínimo del cuello de la raíz (mm)	Volumen mínimo del contenedor (cm ³)
Raíz desnuda	Contenedor			
-	1	10 - 20	3	200
2	2	20 - 35	4	200
3	3	35 - 50	5	400
4	3	50 - 65	6	400
4	-	65 - 80	7	-
4	-	≥80	8	-

Genthialon (2001), establece unas normas dimensionales (Tabla 4) más restrictivas en cuanto a la edad, 2-3 savias tanto para la planta a raíz desnuda como para la cultivada en envase, a la vez que fija en 400 cm³ el volumen mínimo del contenedor. En Asturias, los criterios de calidad exterior impuestos para la forestación con estas especies, para plantas a raíz desnuda de 2 a 3 savias, eran de 20 cm de altura mínima y 3 mm de diámetro mínimo.

Tabla 4. Métodos de cultivo y valores de atributos morfológicos para plantas de alerce (Genthialon, 2001)

Tipo planta	Edad máxima (savias)	Diámetro mínimo cuello raíz (mm)	Altura (cm)
Raíz desnuda	2 ó 3	4	20 - 30
	2 (3)	5	30 - 50
	3	7	50 - 80
	3	10	80 - 100
Contenedor	2 (3)	4	>20

4. Uso en repoblaciones y restauraciones

La resistencia del alerce europeo a la nieve, el frío, las heladas y el viento lo convierten en una especie muy interesante para su uso en estaciones de alta montaña con un fin protector, sobre todo de estabilización de suelos. Su carácter caducifolio le limita para el uso en repoblaciones de protección frente aludes. No obstante, los mediocres resultados obtenidos en nuestro país comparado con el *Pinus uncinata* no avalan su empleo futuro (Aunós, 2008).

El alerce del Japón ha sido utilizado fundamentalmente en Guipúzcoa, donde su extensión superó las 9.000 ha. Fue utilizado como alternativa al *Pinus radiata* que resultó muy afectado de las heladas de 1956. Sus crecimientos no han satisfecho las expectativas que se tenían con la especie habiéndose dejado de utilizar prácticamente en la actualidad (Aunós, 2008). De una forma más dispersa, la especie se ha utilizado desde Galicia a Cataluña (Gracia, 2004). De esta especie se cuenta con una red de ensayos de 21 parcelas a lo largo de toda la costa cantábrica, establecidos por el antiguo Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (IFIE) en 1966, de las que cabe destacar los resultados obtenidos en las parcelas de las provincias de Vizcaya y Oviedo (Montero *et al.*, 2005). El híbrido de ambas especies ha sido utilizado frecuente en repoblaciones en el País Vasco. Debido a su carácter caducifolio, permite el total empradizamiento del suelo, lo que permite un aprovechamiento silvo-pastoral de sus masas.



Figuras 4 a y b. Plantaciones de *Larix decidua* en Guipúzcoa: masa joven (izquierda) y masa de 40 años (derecha) (Foto: F. Otazua).

5. Planificación de la repoblación

Aunque en el País Vasco el alerce del Japón se utilizó en masas mezcladas con *Fagus sylvatica*, para la restauración de hayedos, su empleo es en masas monoespecíficas con densidades de 1.100 a 1.300 pies ha⁻¹. Su preferencia por los suelos profundos exige una labor preparatoria del suelo en profundidad, bien mediante ahoyados mecanizados o subsolados, según las características de la estación. Su elevada sensibilidad a los daños por herbívoros, exige una protección de la nueva masa, bien de carácter perimetral o individual, si se quiere compatibilizar la superficie repoblada con otros usos.

6. Bibliografía

- ALÍA R., GARCÍA DEL BARRIO J.M., IGLESIAS S., MANCHA J.A., DE MIGUEL J., NICOLÁS J.L., PÉREZ MARTÍN F., SÁNCHEZ RON D., 2009. Regiones de procedencia de especies forestales en España. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid. pp. 145-148.
- AUNÓS A., 2008. Selvicultura de *Larix* spp. En: Compendio de Selvicultura aplicada en España (Serrada R., Montero G., Reque J.A., eds.). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Agroalimentaria. Madrid. pp. 259-266.
- BONGA J.M., KLIMASZEWSKA K., LELE M.A., ADERKAS P., 1995. Somatic embryogenesis in *Larix*. En: Somatic embryogenesis in woody plants. (Jain S.M., Gupta P.K., Newton R.J., eds.). Volume 3: Gymnosperms. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. pp. 315-340.
- CATALÁN G., 1991. Semillas de árboles y arbustos forestales. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. pp. 232-233.
- CEMAGREF (Centre National du Maquinisme Agricole du Genie Rural des Eaux et des Forets), 1982. Les Semences Forestières. Note Technique 48.
- CEMAGREF (Centre National du Maquinisme Agricole du Genie Rural des Eaux et des Forets), 1987. Guide technique du forestier méditerranéen français.
- DEBAZAC E.F., 1991. Manuel des coníferes. ENGREF, 2ª edición. Nancy, Francia.
- DIBONA D., 1998. Il larice. Regione del Veneto. Venecia, Italia.
- FORESTRY COMMISSION, 1992. Seed Manual for Forest Trees. Ed. A.G. Gordon. Bulletin 83.
- FORESTRY COMMISSION, 2010. Draft guidance for seed testing at forest commission Approved forest tree seed testing facilities. Disponible en: [http://www.forestry.gov.uk/pdf/STC-Appendix_1.pdf/\\$FILE/STC-Appendix_1.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/STC-Appendix_1.pdf/$FILE/STC-Appendix_1.pdf) [5 Jul, 2010]
- GENTHIALON D., 2001. Fourniture et qualité des plants. En : Riou-Nivert (coor) Le Mélèze. Institut pour le développement forestier. Paris. pp. 41-44.
- GORIAN F., PASQUINI S., DAWS M.I., 2007. Seed size and chilling affect germination of *Larix decidua* Mill. Seed Sci. Technol. 35. 508-513.
- GRACIA C. (dir.), 2004. Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Catalunya. CREA, Barcelona.
- GRADI A., 1989. Vivaistica Forestale. Edagricole, Bologna. 566 pp
- ISTA (International Seed Testing Association), 2011. International rules for seed testing. Edition 2011. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- KARNOSKY D.F., 1992. Micropropagation of larches (*Larix* spp.). En: Biotechnology in agriculture and forestry. (Bajaj Y.P.S., ed.) Volume 18, High tech and micropropagation: 2. Springer-Verlag, Berlin. pp. 123-135.
- LELU M.A., KLIMASZEWSKA K., CHAREST P.J., 1994. Somatic embryogenesis from immature and mature zygotic embryos and from cotyledons and needles of somatic plantlets of *Larix*. Can. J. For. Res. 24, 100-106.

- MASSON G., 2005. Autécologie des essences forestières. Vol 2. Editions TEC & DOC, Lavoisier, Paris. pp. 141-156.
- MATRAS J., PÂQUES L., 2008. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European Larch (*Larix decidua*). Bioversity International, Rome, Italy.
- MONTERO G., ROIG S., MARTÍN B., DE MIGUEL J., ALÍA R., 2005. Red de parcelas de Introducción de Especies del IFIE-INIA (1966-1983). INIA, Madrid. pp. 71-80.
- PÂQUES L.E., 2001. Un programme d'amélioration génétique ambitieux. En: Le Mélèze. (Riou-Nivert, coord.). Institut pour le développement forestier. Paris. pp. 18-27.
- PERKS M., HARRISON A., MCKAY H., MORGAN J., 2006. An update on nursery propagation and establishment best practice for Larch in Britain. Forestry Commission. Information Note. FCIN080.
- PIOTTO B., 1992. Semi di alberi e arbusti in Italia: come e quando seminarli. Società Agricola e Forestale (Grupo ENCC), Roma.
- RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid. pp. 130-133.
- RUIZ DE URRESTARAZU M. (dir.), 1992. Análisis y diagnóstico de los sistemas forestales de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. Colección LUR nº 4, Vitoria.
- SHEARER R.C., 2008. *Larix* P. Mill. En: The woody plant seed manual (Bonner F.T., Karrfalt R.P., eds.). United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, Washington. pp. 637-647.
- VERGER M., LE PICHON C., 2001. La multiplication végétative "en vrac" du mélèze hybride. En : Le Mélèze. (Riou-Nivert, coord.). Institut pour le développement forestier, Paris. pp. 34-40.
- YOUNG J.A., YOUNG C.G., 1992. Seeds of woody plants in North America. Dioscorides Press. Portland, USA. pp. 196-199.

Laurus nobilis L.

Laurel; *cat.*: llorer, llor; *eusk.*: ereñotz; *gall.*: loureiro

Luis OCAÑA BUENO, Juan Luis NICOLÁS PERAGÓN

1. Descripción

1.1. Morfología

El laurel es un arbolillo o árbol siempreverde, de 5-10 m de altura. Tronco recto, de corteza grisácea, delgada y lisa. Copa densa, ramas erectas, de corteza pardo-verdosa. Yemas pequeñas, subcónicas, deprimidas, con varias escamas imbricadas, pardo-rojizas o amarrotadas. Hojas simples, alternas y persistentes, oblongo-lanceoladas, con los bordes enteros y más o menos ondulados, verde oscuras y lustrosas en el haz, más pálido el envés, coriáceas, lampiñas en las dos caras, en disposición alterna, de 6-12 x 2,5-4 cm, de peciolo corto, de hasta 1 cm de longitud, y con un olor aromático intenso al partirlas (López González, 2001; Ruiz de la Torre, 2006).

1.2. Biología reproductiva

Planta polígamo-dioica, con flores blanco-verdosas o amarillentas, en umbelas, axilares, geminadas o solitarias, pedunculadas, de 4-6 flores cada una. Las flores masculinas con una envuelta de cuatro piezas petaloideas y 8-12 estambres que se abren por medio de ventanitas longitudinales; algunos de ellos llevan en la base del filamento dos nectarios, uno a cada lado, para atraer a los insectos. Las femeninas son muy parecidas, pero en lugar de estambres llevan cuatro filamentos estériles y un pistilo verdoso en el centro. Los estambres y el polen dan un tono amarillo al conjunto de los grupos de flores, que se aglomeran en las bases de las metidas del año (López González, 2001; Ruiz de la Torre, 2006). Florece de febrero a abril (Ruiz de la Torre, 2006). El polen es dispersado tanto por el viento como por los insectos. Fructifica de manera regular todos los años. Fruto drupáceo, elipsoidal, verdoso primero, negro y lustroso a la madurez (Fig. 1). El pedúnculo fructífero engrosa algo en la base y ápice, pero sin formar cúpula. Madura a principios de otoño (Ruiz de la Torre, 2006), permaneciendo durante un cierto tiempo en el árbol. Las dimensiones del fruto son de 15-20 x 10-15 mm, y las de la semilla de 9 x 6,5 mm (Fig. 2) (Navarro y Gálvez, 2001). En la diseminación, en la naturaleza, intervienen frecuentemente las aves.

El laurel es una especie que brota bien de raíz y de cepa y por acodo. El mantenimiento de las plantas que hayan sufrido daños por incendios, heladas u otro tipo de accidentes no presenta, por lo tanto, un problema.

1.3. Distribución y ecología

Tiene una distribución circumediterránea, pero su sensibilidad a los fríos y requerimientos hídricos hacen que su presencia se ajuste fundamentalmente a zonas costeras de



Figura 1. Frutos de *Laurus nobilis* en diferentes fases de maduración (Foto: J.L. Nicolás).



Figura 2. Semillas de *Laurus nobilis*.

condiciones térmicas suaves e hídricas suficientes. Se encuentra principalmente en las regiones de clima atlántico o mediterráneo húmedo del norte y el oeste, alcanzando desde el litoral hasta zonas de media montaña (Costa Tenorio *et al.*, 1998; López González, 2001). Resulta difícil discernir su área espontánea por haberse difundido mucho su empleo desde la antigüedad. En España se cultiva en casi todas las provincias, especialmente en las regiones litorales del norte y del oeste, y aparece, con aspecto y localización que no dejan lugar a dudas respecto a su espontaneidad, en gargantas y barrancos con frecuentes nieblas de las Sierras de Tarifa y Algeciras, mezclado con quejigos, alcornoques y ojaranzos, en ejemplares aislados o en golpes (Ruiz de la Torre, 2006).

Vegeta sobre toda clase de suelos, pero para alcanzar buen desarrollo los requiere sueltos y con cierto grado de humedad. Ocasionalmente, aparece sobre sustrato rocoso en fisuras de rocas (acantilados calcáreos cantábricos). Prefiere climas templados o templado-cálidos. Es el típico integrante y da nombre al bosque de laurisilva, propio de zonas de clima templado, sin fríos ni calores acusados y con humedad relativa del aire habitualmente elevada, raramente inferior al 85%, con precipitación hídrica abundante y, sobre todo, frecuentes nieblas e importantes condensaciones de agua. Hay restos de laurel en dominios del bosque caducifolio mesófilo, en el norte peninsular. Actualmente abunda en dominios de subesclerófilos y esclerófilos, así como en galerías y sotos enclavados en áreas de bosque esclerófilo (Ruiz de la Torre, 2006), aunque no ocupa posiciones inmediatas a los cauces. Adaptado a incendios estivales, rebrota muy abundantemente y las semillas germinan bien en otoño en el monte quemado (Ruiz de la Torre, 2006). Compañeras habituales de esta especie son, entre otras, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea media*, *Quercus canariensis*, *Viburnum tinus*, etc. En los montes, es elemento de significación progresiva, por su densa sombra persistente todo el año, que favorece la entrada y expansión de especies esciadófilas exigentes en agua y nutrientes. (Ruiz de la Torre, 2006).

Aparece salpicado o en mezcla con otras especies compatibles con los biotopos que le son propicios. En tierras atlánticas es frecuente encontrarlo junto a robles, alcornoques, encinas, tilos, fresnos o arces, mientras en las zonas mediterráneas puede intercalarse en encinares suficientemente húmedos o combinarse con la flora termohigrófila que ocupa vaguadas o fondos de valle protegidos. En formaciones de ribera se instala con sauces,

chopos o alisos, si bien no llega a ocupar posiciones inmediatas al borde del cauce. No es frecuente que forme masas o rodales puros o con carácter dominante en formaciones mixtas (Costa Tenorio *et al.*, 2005).

2. Materiales forestales de reproducción

2.1. Marco normativo. Identificación de los materiales de reproducción

El laurel no está incluido entre las especies reguladas por el Real Decreto 289/2003 y por lo tanto no tiene establecidas regiones de procedencia ni dispone de materiales de base. No obstante lo anterior, a los materiales de reproducción provenientes de recogida en poblaciones naturales cabe asignarles de forma oficiosa, para su mejor identificación y uso, las regiones de procedencia establecidas por el método divisivo (García del Barrio *et al.*, 2001) (Fig. 3).

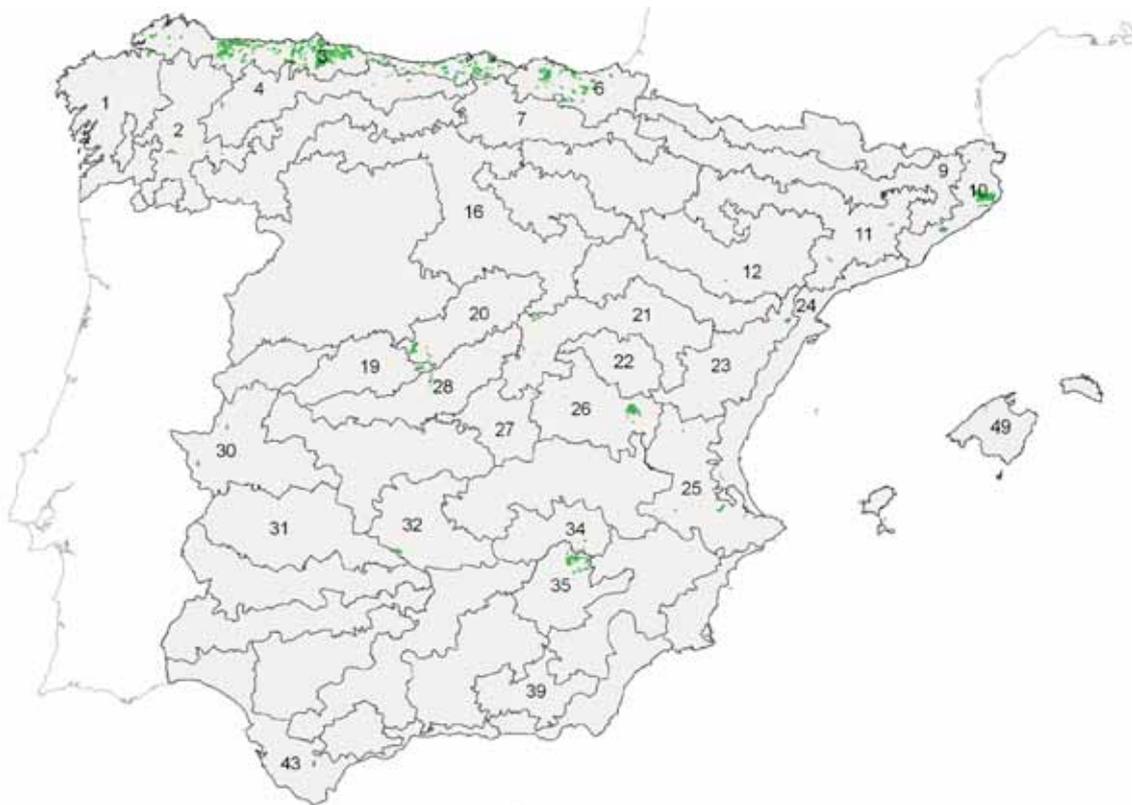


Figura 3. Distribución de *Laurus nobilis* y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Mapa Forestal de España, 1:200.000).

La sugerencia respecto al uso de los materiales forestales de reproducción es que se utilicen siempre materiales de origen local, recogidos en poblaciones que tengan un número elevado de árboles, bien conformados y con buen estado sanitario.

En la Estrategia Española para la Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos Forestales está incluida como especie autóctona. Dada su presencia en zonas de ribera,

debería incluirse entre las especies de este tipo de hábitats, para las que se está elaborando en la actualidad un sistema de control del material forestal de reproducción en el marco del Comité Nacional de Mejora y Conservación de Recursos Genéticos Forestales.

En algunas Comunidades Autónomas al laurel se le ha asignado algún tipo de figura de protección. Así, en Andalucía está “En régimen de protección especial” (D. 23/2012) y en la Comunidad Valenciana (O. 6/2009) como especie “Vigilada” cuando forma parte de poblaciones con alto grado de naturalidad, reconociendo a los matorrales de laurel como Hábitats protegidos.

2.2. Técnicas de manejo y propagación

2.2.1. Semillas

Los frutos se recogen en otoño, desde finales de septiembre a principios de octubre, cuando han adquirido un color negruzco. Dado el carácter díoco de la especie, las recolecciones de semilla deberán realizarse en zonas donde existan ejemplares de laureles de ambos sexos. Es importante prever la depredación de los frutos por las aves. La recolección se hace a mano, cogiendo los frutos que están en las plantas y aprovechando los caídos recientemente al suelo, con la precaución, en este caso, de evitar recolectar los que hayan empezado a fermentar, pues éstos tienen mermada su viabilidad. Deberá procederse lo antes posible a la extracción de la semilla, dado que el pericarpo que la envuelve provoca durmancia, siendo importante evitar que se produzcan fermentaciones durante el tiempo de espera. La obtención de la semilla se realizará haciendo pasar los frutos por un macerador con agua para eliminar por flotación los restos de pulpa del fruto. Es recomendable sumergir los frutos en agua durante unos días para facilitar la eliminación de la envoltura exterior. Se ha de tener especial cuidado en no dañar la semilla, pues el pericarpo del fruto es delgado y la semilla presenta simplemente una cubierta membranosa. Por ello, y cuando se trata de cantidades pequeñas, se suele realizar la extracción de forma manual, frotando los frutos contra una criba que no deje pasar las semillas y proyectando continuamente un chorro de agua para evacuar la pulpa y evitar que se forme una pasta imposible de manipular. Tal fragilidad de la semilla es la causa de que a menudo no se proceda a la extracción de la semilla, sino simplemente al secado de la envoltura exterior, para lo cual los frutos se extenderán en finas capas a temperatura ambiente. En este caso se ofrece como semilla comercial el fruto con su pericarpo, utilizándose directamente como simiente. Esta opción presenta el inconveniente de que la germinación es inferior a la de utilizar la semilla sin pericarpo (Catalán, 1991) y su conservación resulta más problemática, por lo que cabe desaconsejarla. Las semillas de laurel presentan un comportamiento recalcitrante, es decir, la preservación de su viabilidad va ligada al mantenimiento de un contenido de humedad alto. En el momento de la dispersión su contenido hídrico es del 37-40% (Piotto y di Noi, 2003). Se ha comprobado que una ligera reducción de tal contenido inicial conlleva un incremento de la germinación, lo cual puede deberse a la continuación del proceso de postmaduración del embrión. A su vez, la germinación se mantiene aún elevada con contenidos del 23%, siempre y cuando la desecación haya sido a temperatura ambiente (15-25 °C) (Takos *et al.*, 2002). A partir de dicho nivel hídrico, la germinación disminuye de forma progresiva, alcanzándose el nivel crítico de pérdida total de la capacidad germinativa cuando el

contenido de humedad es aproximadamente el 15% (Takos *et al.*, 2002; Konstantinidou *et al.*, 2008). Se ha comprobado que la forma más eficaz de almacenaje invernal (4 meses) de las semillas de laurel es a 0 ± 1 °C, sin secado previo de las mismas (Konstantinidou *et al.*, 2008). La conservación de las semillas manteniendo el pericarpo resulta menos eficaz, debido a la pérdida de humedad que sufre la semilla durante el secado y al mayor riesgo de contaminación fúngica por la subsistencia de la cubierta carnosa. Un método, que desde hace algunos años en el Centro *El Serranillo* se ha demostrado eficaz para su conservación a corto-medio plazo, es disponer las semillas con un contenido de humedad del 30-35% en bolsas de polietileno de 40-60 micras, con cierre hermético propio o sellado térmico, y a una temperatura de 0-2 °C. Si bien se ha comprobado que al cabo de un año la reducción de la viabilidad de la semilla así conservada es tolerable, el almacenaje de la semilla más allá de la primavera en principio no resulta relevante, dada la facilidad para aprovisionarse cada año con semilla fresca.

La germinación de las semillas de laurel es lenta, tardando en completarse 2-3 meses (Catalán, 1991). Los mejores resultados obtenidos en cuanto a la germinación por parte de las semillas sin pericarpo respecto a las que lo mantienen, demuestra que las semillas de laurel presentan una durmancia externa, tal vez vinculada con inhibidores de la cubierta de la semilla (Takos, 2001; Sari *et al.*, 2006). Pero también presentan una latencia de tipo embrionario, no muy marcada, que obliga a aconsejar la aplicación de una estratificación fría (2-4 °C) durante 6-12 semanas a semillas desprovistas del pericarpo, con el objetivo de acelerar y homogeneizar la germinación (Takos, 2001; Sari *et al.*, 2006). También se ha señalado como posible tratamiento que ofrece resultados positivos, la inmersión en agua durante 12-48 horas, cambiando el agua cada 12 horas. Después de romper la durmancia, la alternancia de temperaturas de 20 °C (16 horas con luz) y 16 °C (8 horas en oscuridad) parece estimular la germinación (Piotto y di Noi, 2003). La experiencia en el vivero de Tragsa en Maceda indica que las semillas recogidas en otoño y conservadas por un breve plazo, a 4 °C y estratificadas durante el invierno (1 a 2 meses) a 1-2 °C, han dado germinaciones del 80-90%. Las normas ISTA (2011) no recogen a esta especie en sus protocolos relativos a ensayos de germinación ni en los de ensayos al tetrazolio.

Tabla 1. Datos característicos de lotes de semillas de *Laurus nobilis*.

Rendimiento semilla/fruto (% en peso)	Pureza (%)	Facultad germinativa (%)	Nº semillas kg ⁻¹	Referencia
	98	50-70	1.475-1.500-3.500	Catalán (1991)
		75-85	1.000-1.100 ⁽¹⁾ 600-1.500 ⁽²⁾	Piotto y di Noi (2003)
			1.142-1.545-1.873	Louro y Pinto (2011)
55-65	98-100	70-90	1.500-1.750 ⁽¹⁾ 1.000-1.200 ⁽³⁾	CNRGF <i>El Serranillo</i> (Anexo III)
47-69	100		1.400-3.000	Vivero Central JCyL (Anexo IV)

⁽¹⁾ Semillas

⁽²⁾ Frutos

⁽³⁾ Fruto seco (con pericarpo)

La germinación es hipogea. La plántula, de 5-6 cm, sin cotiledones, con hojas primordiales lanceoladas, grandes, de color verde brillante (Navarro y Gálvez, 2001).

Dado que la disponibilidad de semilla de esta especie es muy regular y que su uso forestal será siempre para ampliar poblaciones de carácter ambiental o protector, cabe pensar que la multiplicación por semilla es la más adecuada y económica para la especie, garantizando de esta manera la diversidad genética.

2.2.2. Vegetativa

El laurel puede multiplicarse por retoños, renuevos, estacas y acodo. En el caso de los estaquillados, estos pueden hacerse tanto de material herbáceo como semileñoso o leñoso, siendo este último el más comúnmente utilizado (Ruano, 2003).

Los esquejes herbáceos y semiherbáceos se plantan entre mayo y agosto, bajo protección y con apoyo de nebulizadores para garantizar humedades altas al cultivo hasta que enraíen. Los leñosos, entre julio y septiembre, no siendo imprescindible, aunque si conveniente, la protección y la humidificación. En caso de cultivarse sin protección se deberá cuidar el sombreado y el riego durante los días calurosos del verano. En todos los casos, se deberán utilizar hormonas de enraizamiento. La realización de acodos o la extracción de vástagos procedentes de brotes de la cepa no tienen ninguna dificultad en esta especie. No obstante, en caso de multiplicarse vegetativamente, el método más frecuente es la utilización de esquejes leñosos. En algunas fuentes, especialmente las vinculadas a la jardinería, se refiere este método como el habitual para la multiplicación de esta especie, aunque en nuestra opinión el método más adecuado es el de semilla. Se ha demostrado posible la regeneración por embriogénesis somática a partir de embriones cigóticos, estando pendiente el establecimiento de protocolos para realizarla a partir de tejidos procedentes de árboles adultos, a la vez que solventar los problemas que presenta la germinación de los embriones obtenidos (Canhoto *et al.*, 2005).

3. Producción de plantas

El cultivo del laurel puede hacerse a raíz desnuda o en contenedor. En el caso de cultivo a raíz desnuda se ponen 200-400 semillas por m², realizándose la siembra a finales de invierno o principios de primavera (marzo-abril), a salvo del peligro de heladas (Catalán, 1991). Las siembras de otoño deben evitarse, pues las bajas temperaturas pueden dañar las semillas (Takos, 2001). La planta a obtener será del tipo 1-1 ó 1-2, con tamaño final de 50-80 cm de altura (Navarro y Gálvez, 2001). Sin embargo, al igual que en otras frondosas perennifolias, la principal forma de cultivo de esta especie es en contenedor. Este tipo de cultivo permite un mayor control de las variables que influyen en la calidad de la planta durante su fase de vivero y la colocación de la planta en campo con un cepellón que protege el sistema radical, lo que facilita el enraizamiento de las plantas (Peñuelas y Ocaña, 1996).

La siembra, preferentemente con semilla pretratada, se realiza generalmente bajo cubierta, pudiendo hacerse al descubierto si no existe el riesgo de heladas, ya que el laurel no es resistente al frío, más aún en los primeros días tras su germinación. Una vez

que ésta se ha completado y no es de temer la aparición de heladas, se sacan las plantas, bien a zonas de umbráculo o al aire libre. Hay que tener en cuenta que, en los cultivos en contenedor, la resistencia al frío es menor, ya que las raíces están en una situación de mayor exposición que en condiciones naturales, por lo que si el clima del vivero supone la ocurrencia de heladas antes de su traslado a campo, sería preciso volver a protegerlas en otoño-invierno. El cultivo de planta de esta especie para uso forestal debe realizarse en contenedores de 300-400 cm³, con densidades entre 170 y 200 plantas m⁻². No obstante, son usuales los viveros en los que la producción inicial se lleva a cabo en contenedores de 200 cm³, particularmente si la planta se va a destinar a recría para uso ornamental. En cualquier caso, se debe tener en cuenta que tanto el volumen como el espaciamiento deben ser suficientemente amplios para conseguir sistemas radicales y partes aéreas bien conformados y equilibrados entre sí, por lo que los tamaños de contenedor propuestos pueden considerarse como mínimos para un buen cultivo. La especie tiene una nascencia y un crecimiento vigorosos desde el principio, por lo que el cultivo puede realizarse en una sola savia (Fig. 4 y 5). En un período de crecimiento, se alcanza una altura de entre 30 y 50 cm y un diámetro de 4 a 5 mm, con un sistema radical fasciculado que cohesionan bien los cepellones de 400 cm³ en que habitualmente se cultiva. Solamente si las condiciones de uso requieren otras dimensiones se recurrirá a cultivos más largos.

Los sustratos utilizados pueden ser formulados a base de turba rubia como de fibras de coco o cortezas de pino, con un porcentaje de vermiculita que suele ser del 20%. El más usado es la turba rubia y el que menos las cortezas, dado por un lado la mayor dificultad para conseguir un material de comportamiento homogéneo y los problemas sanitarios que



Figura 4. Cultivo de *Laurus nobilis* en el vivero de TRAGSA en Maceda (Foto: L. Rodríguez).



Figura 5. Binzal de una savia de *Laurus nobilis* cultivado en alvéolo de 300 cm³ (Foto: CNRGF El Serranillo).

pueden acarrear, especialmente, por contaminación de hongos. En el laurel, al contrario de lo que sucede en otras especies frondosas de hojas anchas, no es preciso tomar precauciones especiales respecto al riego, especialmente si se respetan las densidades de cultivo propuestas. La forma de incidir las hojas en el tronco y la rigidez de las mismas, hacen que el agua no se desvíe del alvéolo, por lo que no aparecen los problemas de irrigación o de fertirrigación que ocurren en otras especies, como algunos *Quercus*.

En la siembra y el establecimiento de la planta, se deben aportar riegos cortos y frecuentes, evitando encharcamientos. Se han de aplicar tratamientos fungicidas e insecticidas con alta frecuencia, cada 10-15 días, alternando materias activas para evitar la aparición de resistencias y cubrir lo mejor posible el espectro de posibles enfermedades o plagas. En todo el cultivo, hay que vigilar la aparición de malas hierbas, pero es en esta fase, cuando aún llega luz al sustrato, cuando con más frecuencia pueden aparecer. Durante la fase de crecimiento de las plantas, los riegos deben ser más largos y menos frecuentes, asegurando que la humedad llega al fondo del alvéolo. En la fase de endurecimiento, previa a la salida al campo de las plantas, la manipulación del régimen de riegos es una manera efectiva de parar el crecimiento, alargando los períodos entre riegos, sin llegar a secar completamente el sustrato, ya que las turbas pueden volverse hidrófobas e impedir el correcto riego en este caso. Se deben seguir aplicando tratamientos preventivos contra enfermedades y plagas, con una periodicidad de 15-21 días, y continuar la vigilancia para evitar la presencia de malas hierbas, si bien, dado el vigoroso crecimiento de las plantas, en principio no es de temer su competencia durante esta fase.

El crecimiento de la planta en el vivero es rápido, por lo que necesita una adecuada fertilización. Habitualmente se trabaja con una base de fertilizante de liberación lenta, con una formulación 15-9-9 y una dosificación de 1 a 2 g l⁻¹ de sustrato, y con fertirrigación a lo largo del cultivo. Se usan abonos solubles, con formulaciones ricas en fósforo en la fase de establecimiento tras el semillado, en nitrógeno hasta que se consigue la altura deseada para las plantas y en potasio en el endurecimiento previo a la salida al campo. En cuanto a la sanidad, es importante vigilar el pulgón y los minadores de hojas en primavera, que se combaten con clorpirifos.

En cuanto a los criterios de calidad a considerar en esta especie, hemos de tener en cuenta que su uso es en ambientes con suelos de media o alta fertilidad, en climas húmedos y cálidos, y, por lo tanto, donde es de temer que la competencia será elevada. Por lo tanto, deberemos utilizar plantas de tamaño grande, equilibradas en su relación altura/diámetro, para lo que pueden aplicarse las relaciones de la encina o el alcornoque, entre las especies contempladas en la norma (RD. 289/2003), con volumen de contenedor alto, que permita la generación de un sistema radical potente y con un alto contenido en nutrientes.

Las plantas de laurel suelen crecer en vivero con gran rectitud y sin tendencia a deformaciones, daños en tallos u hojas o pérdidas de yemas apicales, salvo las provocadas por heladas o por problemas de riego, por lo que no deben admitirse estos defectos. Aunque no suele suceder en vivero, si sería admisible la planta con tallos múltiples, ya que en esta especie suelen formarse en el campo matas con varios troncos surgiendo desde el cuello de la raíz de manera natural. En cualquier especie se deben cuidar las condiciones de transporte y manejo de las plantas una vez que salen del vivero. En el caso

del laurel, debemos tener en cuenta que es una planta exigente en cuanto a las condiciones de humedad y temperatura, por lo que deben tomarse precauciones para que el transporte sea cubierto, sin que las plantas viajen expuestas al viento, y que el acopio se haga en lugares abrigados, sin exposición a temperaturas extremas y con posibilidades de aportar agua si es prolongado.

4. Uso en repoblaciones y restauraciones

En el ámbito de las repoblaciones forestales cabe su empleo como especie para trabajos de restauración de riberas o enriquecimiento. También puede ser interesante desde el punto de vista de las características de su madera: dura, pesada, tenaz, aromática, homogénea, gris-parduzca, sin distinción entre albura y duramen (Ruiz de la Torre, 2006). En sus manifestaciones cantábricas, se ha usado a veces como seto para la separación de fincas, a las que en caso de abandono ha llegado a invadir por multiplicación sexual y vegetativa (Costa Tenorio *et al.*, 2005). Aún con todo ello, el laurel prácticamente no se usa en repoblaciones forestales. A pesar de que se pudiera pensar que es una especie apta para su utilización en forestación de tierras agrarias, apenas se ha usado en la forestación de tierras agrarias de la Política Agraria Común, donde solo aparece en un expediente, con una superficie de laurel de menos de 1 ha, en mezcla con otras especies (Isabel Nogales, comunicación personal). Debería considerarse su inclusión en repoblaciones de conservación o restauración de hábitats en las zonas consideradas en la Directiva 93/42/CEE, en trabajos de restauración en riberas de ríos, etc. Es frecuente, en cambio, su uso en jardines mediterráneos, como arbusto aislado, haciendo grupos o como pequeño árbol. Se puede usar también como seto, presentando una buena densidad y resistencia al recorte y constituyendo un buen telón de fondo para plantas de coloración vistosa.

5. Planificación de la repoblación

Al no haberse utilizado en repoblaciones, no se dispone de información sobre la planificación de la repoblación o las técnicas de repoblación o de silvicultura a aplicar. Lo más idóneo para su plantación sería situar los laureles en los lugares más frescos o al menos más sombreados, preferiblemente en la zona de influencia de arroyos o en vaguadas. La distribución espacial será al azar, entremezclados con la especie principal de la reforestación, buscando formar pequeños bosquetes de 8-10 ejemplares. Es recomendable su plantación en los meses de otoño. Dado que el estrés hídrico es un factor muy limitante para el establecimiento de esta especie, se debe considerar la posible aplicación de riegos durante la época estival y la eliminación de la vegetación herbácea, de segura presencia dadas las características umbrosas de las zonas de empleo.

6. Bibliografía

ANTHOS, 2012. Sistema de información de las plantas de España. [Base de Datos en Línea]. Real Jardín Botánico, CSIC Fundación Biodiversidad. Disponible en http://www.anthos.es/v22/index.php?set_locale=es [7 En, 2012].

- BLANCO E., CASADO M.A., COSTA M., ESCRIBANO R., GARCÍA-ANTÓN M., GÉNOVA M., GÓMEZ-MANZANEQUE A., GÓMEZ-MANZANEQUE F., MORENO J.C., MORLA C., REGATO P., SAINZ-OLLERO H., 1997. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Ed. Planeta, Barcelona. pp. 175-212.
- CANHOTO J.M., LOPES M.L., CRUZ G.S., 2005. Indução de embriogénese somática e regeneração de lantãs em *Laurus nobilis* L. e *Laurus azorica* (Seub) Franco. En: 5º Congresso Florestal Nacional, Viseu, Portugal.
- CATALÁN G., 1991. Semillas de árboles y arbustos forestales. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. pp. 234-236.
- GARCÍA DEL BARRIO J.M., DE MIGUEL J., ALÍA R., IGLESIAS S., 2001. Regiones de identificación y utilización de material forestal de reproducción. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- ISTA (International Seed Testing Association), 2011. International rules for seed testing. Edition 2011. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- KONSTANTINIDOU E., TAKOS I., MEROU T.H., 2008. Desiccation and storage behavior of bay laurel (*Laurus nobilis* L.) seeds. Eur. J. For. Res. 127, 125-131.
- LÓPEZ GONZÁLEZ G.A., 2001. Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares. Tomo I. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. pp. 350-353.
- LOURO V., PINTO G., 2011. Sementes, uma ponte entre o passado e o futuro da floresta. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território. CENASEF. pp. 31-38.
- NAVARRO CERRILLO R.M., GÁLVEZ C., 2001. Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Tomo II. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba. pp. 209-211.
- PEÑUELAS J.L., OCAÑA L., 1996. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- PIOTTO B., DI NOI A., 2003. Seed propagation of Mediterranean trees and shrubs. APAT-Agency for the protection of the environment and for technical services, Roma.
- RUANO J.R., 2003. Viveros Forestales. Manual de Cultivo y Proyectos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid. pp. 419-422.
- SARI A., OGUZ B., BILGIC A., 2006. Breaking seed dormancy of laurel (*Laurus nobilis* L.). New For. 31, 403-408.
- TAKOS I., 2001. Seed dormancy in bay laurel (*Laurus nobilis* L.). New For. 21, 105-114.
- TAKOS I., KONSTANTINIDOU E., MEROU T.H., 2002. Effects of desiccation on the seed germination of *Laurus nobilis* L. En: Proceedings of the International Conference Tree Seeds 2002, Chania, Greece, September. pp. 11-15.

***Lavandula dentata* L.**

Alhucema rizada, espliego dentado

***Lavandula lanata* Boiss.**

Alhucema bravía, alhucemón

***Lavandula latifolia* Medicus**

Alhucema, espliego, lavanda

***Lavandula multifida* L.**

Alhucemilla

***Lavandula stoechas* L.**

Cantueso

***Lavandula viridis* L'Hér.**

Cantueso verde

Rafael M^a NAVARRO CERRILLO, Laura PLAZA ARREGUÍ, Miguel Ángel LARA GÓMEZ, Antonio SÁNCHEZ LANCHA, Manuel ARROYO SAUCES, Francisco MARCHAL GALLARDO

1. Descripción

1.1. Morfología

Matas de porte variable, siempreverdes, con altura comprendida entre 0,20 y 1(2) m, de porte erecto o ascendente, abundante ramificación, pubescentes al menos en las partes más jóvenes. Hojas opuestas, de tamaño variable (10-30 x 1-5 mm), agrupadas en la base de la planta, lineares o linear-lanceoladas, con haz verde, glabro o pubérulo, más o menos rugoso y envés tomentoso, borde entero, festoneado o lobulado, con peciolo corto (López González, 1983; Ruiz de la Torre, 2006).

1.2. Biología reproductiva

Flores hermafroditas, dispuestas en espigas terminales, protegidas en grupos por brácteas opuestas. Cáliz tubular, erecto, lanoso, blanquecino. Corola de distintos colores (violeta, azul, o morada), gamopétala, terminada en lóbulos subyúgales, pubescentes al menos en su mitad superior. La floración se inicia en primavera (a partir del mes de marzo) para la mayoría de las especies, siendo *Lavandula latifolia* y *L. lanata* las que inician su floración más tardíamente y la prolongan hasta el mes de septiembre (Devesa *et al.*, 1985; Muñoz y Devesa, 1987). Polinización entomófila (Devesa *et al.*, 1985; Herrera, 1987), principalmente por abejas.

El fruto son cuatro (a veces de una a tres) núculas por flor; en forma de huso, lisas, lampiñas, que varían ligeramente entre las distintas especies de *Lavandula* en tamaño, forma y color (Suárez y Seoane, 1986 b; Suárez, 1987; Valdés *et al.*, 1987; Ruiz de la Torre, 1996). En *L. dentata*, núculas 1,5 x 0,8 mm, elipsoides, aplanadas, de superficie poligonal, de color marrón claro. En *L. lanata*, núculas 2,2 x 1,3 mm, elipsoides, con superficie de inserción blanca, apical, oscuras, brillantes. En *L. latifolia*, núculas 1,9-2 x 1,3-1,5 mm, de color marrón oscuro a negras, más o menos brillantes, a veces, con bandas longitudinales, con superficie de inserción apical. En *L. multifida*, núculas 1,6-1,7 x 1,1-1,3 mm, subtrígonas, aplanadas, de contorno elíptico, farinoso-pelosas, con gran superficie de inserción triangular que ocupa más de 1/3 de la longitud, de color marrón claro. En *L. stoechas*, núculas 1,6-1,8 x 1,1-1,3 mm, de contorno elíptico, subtrígonas, a veces aplanadas, con una cara convexa, lisas, brillantes, a veces papilosas hacia el ápice, marrones. En *L. viridis*, núculas 2 x 1,5-1,7 mm, anchamente elipsoides, aplanadas, subtrígonas, lisas, con superficie de inserción apical, estrecha, 0,5 mm, de color marrón claro.

Se reproducen fácilmente por semilla, aunque la capacidad de rebrotar varía con la especie, así como la respuesta a la herbivoría.

1.3. Distribución y ecología

El género *Lavandula* se encuentra distribuido por la región mediterránea, extendiéndose algunas especies por el sudoeste de Asia y la Región Macaronésica (Ruiz de la Torre, 2006). Especies endémicas o propias del sur de España, donde se distribuyen desde Cataluña hasta las provincias de Granada, Almería, Cádiz y Málaga (Suárez y Seoane, 1986 a). Están, también, presentes en los archipiélagos del Mediterráneo.

En la naturaleza, las distintas especies de *Lavandula* se pueden encontrar en una amplia gama de sustratos, desde pedregosos, basófilos, silíceos, ácidos o margosos, según las especies. Prefiere los suelos bien drenados y se puede encontrar desde el piso termomediterráneo al supramediterráneo, entre el nivel del mar y los 1.800(2.000) m.

Son especies con temperamento de luz a media luz y resisten sequías bastante acusadas y estíos largos y duros. Forma parte de los matorrales mixtos, formando rodales como especie dominante o mezclado con numerosas especies (cistáceas, ericáceas, leguminosas, compuestas u otras labiadas), dentro del dominio de la vegetación esclerófila y subesclerófila.



Figura 1. Espiga de *Lavandula stoechas* en plena diseminación (Foto: C. Cardo).



Figuras 2 a y b. Semillas de *Lavandula latifolia* (izquierda) y *L. stoechas* (derecha) (Fotos: Red de Viveros de la Junta de Andalucía).

2. Materiales forestales de reproducción

2.1. Marco normativo. Identificación de los materiales de reproducción

Las especies del género *Lavandula* no están incluidas en normativas que puedan afectar a la recolección de sus materiales de reproducción o limitar su comercialización. Con el objetivo de promover la conservación de los recursos genéticos de las poblaciones naturales, se recomienda el uso de materiales de la misma región ecológica en la que se va a efectuar la repoblación. Las formaciones con presencia de especies del género pueden estar catalogadas con distintas figuras de protección, por lo que es recomendable solicitar autorización para su colecta (L. 8/2003 de Flora y la Fauna Silvestres, Red Natura 2000). En particular, la normativa de la Región de Murcia (D. 50/2003) hace mención expresa de la necesidad, para todas las especies de *Lavandula*, de la obtención de una autorización administrativa previa para su aprovechamiento y, por lo tanto, para la recolección de su semilla.

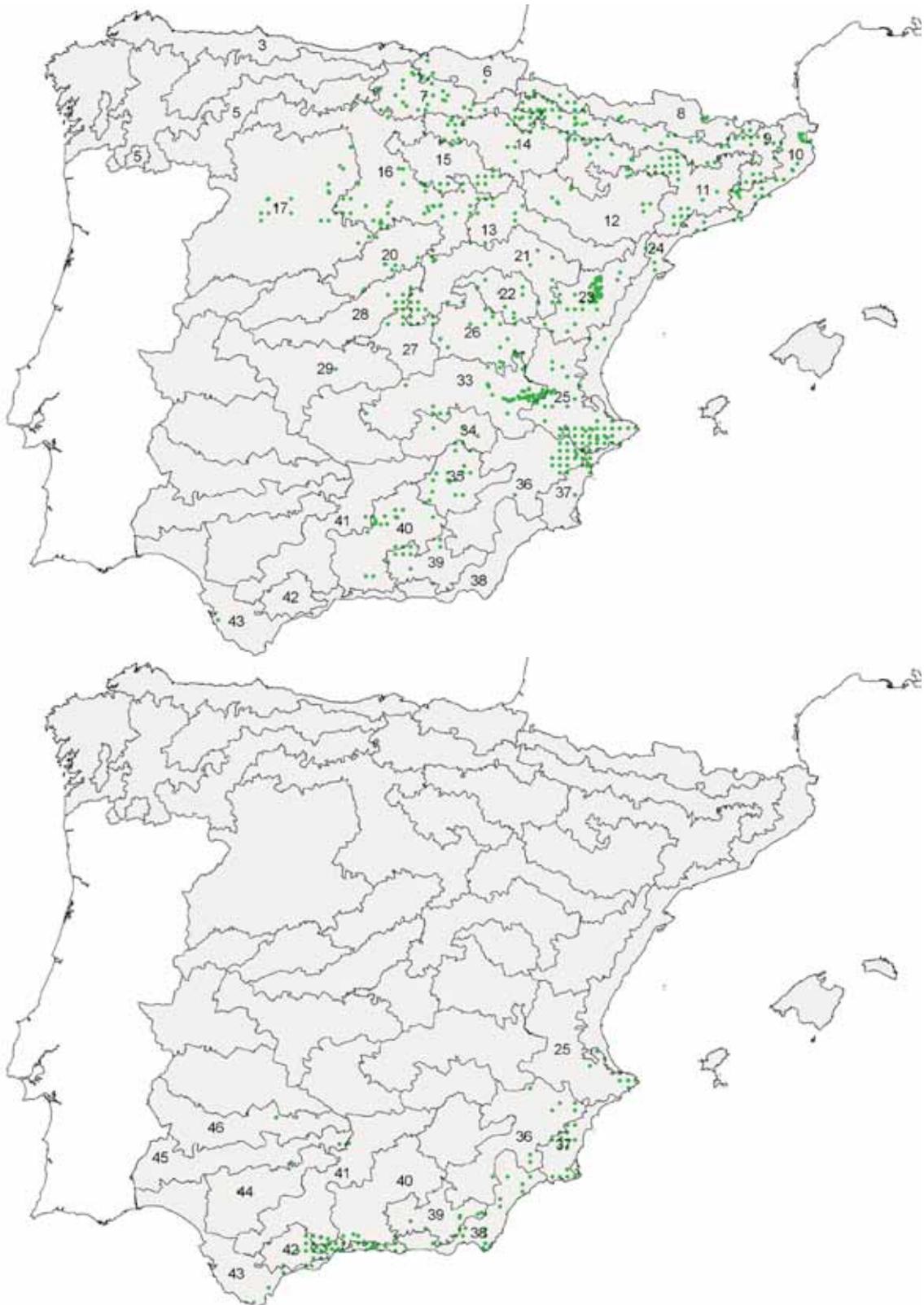
2.2. Técnicas de manejo y propagación

2.2.1. Semillas

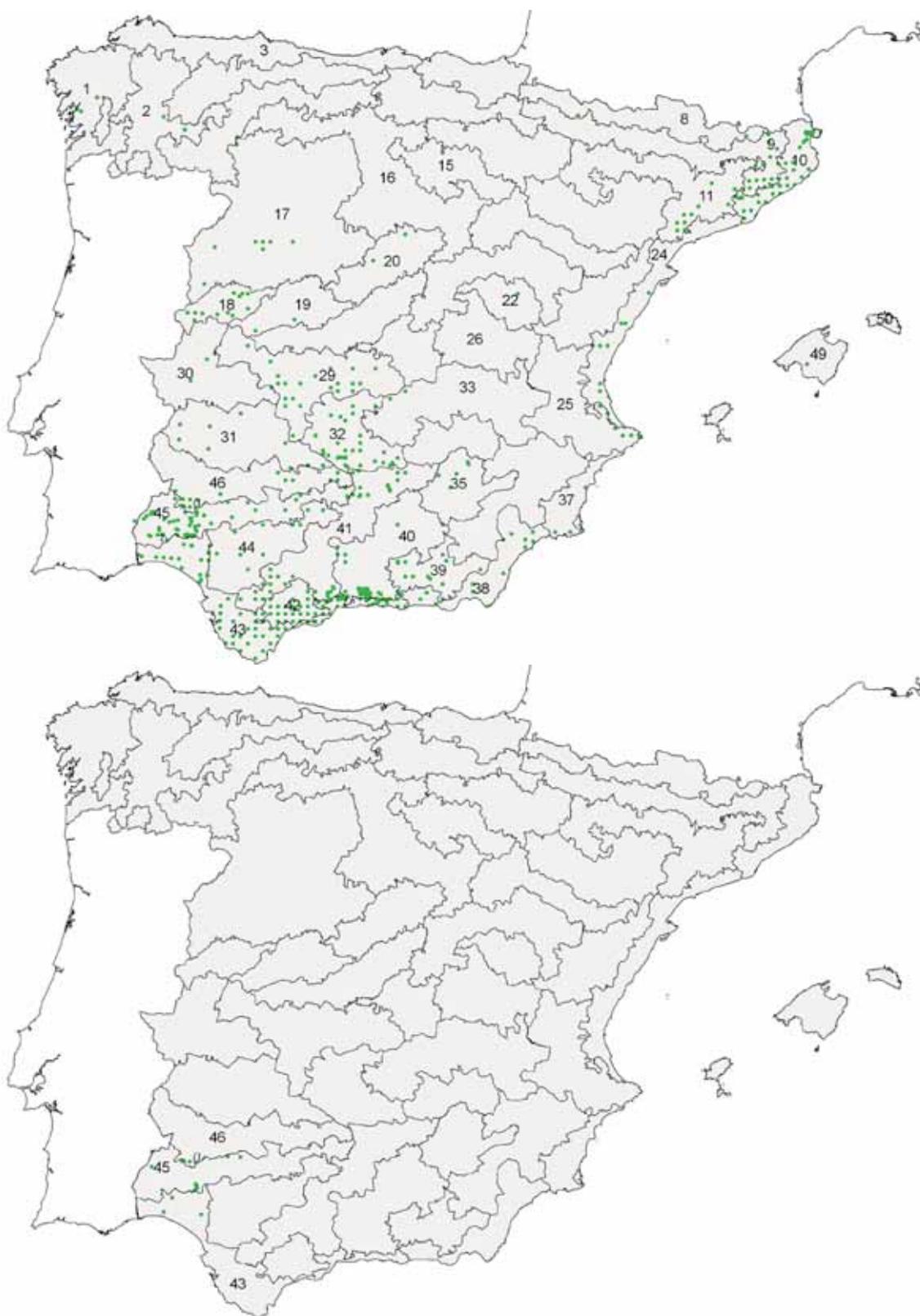
La cosecha de la semilla se efectúa por ordeño, desde junio hasta septiembre, pudiéndose adelantar o retrasar ligeramente la recolección en función de la especie y la localidad en la que se realice. Tras extender los frutos para su secado al sol, se procede a la extracción de la semilla mediante trillado o frotación de las cápsulas y posterior aventado y cribado. La



Figuras 3 a y b. Distribución de *Lavandula dentata* (superior) y *L. lanata* (inferior) y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Anthos).



Figuras 3 c y d. Distribución de *Lavandula latifolia* (superior) y *L. multifida* (inferior) y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Anthos).



Figuras 3 e y f. Distribución de *Lavandula stoechas* (superior) y *L. viridis* (inferior) y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Anthos).

luz del tamiz recomendada para la limpieza de las especies de este género varía entre 2 y 2,5 mm. Tras el acondicionamiento por este método se consigue una pureza del lote entre el 40-60(80)% (Tabla 1). Una vez limpias, se almacenan a 3-4 °C en cámara frigorífica hasta su fecha de siembra. Las semillas presentan un comportamiento ortodoxo, es decir, son tolerantes a la desecación. En ensayos realizados a diferentes lotes almacenados no se ha observado pérdida de viabilidad en semillas almacenadas durante siete años.

Tabla 1. Datos característicos de lotes de semillas de *Lavandula* spp.

Rendimiento semilla/fruto (% en peso)	Pureza (%)	Facultad germinativa (%)	Nº semillas kg ⁻¹	Referencia
<i>Lavandula dentata</i>				
4	97	73	2.500.000	Red de Viveros de Andalucía
<i>Lavandula lanata</i>				
9	62,37	95,5	1.098.901	Red de Viveros de Andalucía
<i>Lavandula latifolia</i>				
6,5	47	43-63	1.190.476	Red de Viveros de Andalucía
<i>Lavandula multifida</i>				
12,22	62,17	40-76,5	2.702.702	Red de Viveros de Andalucía
<i>Lavandula stoechas</i>				
7,56	86,6	56-87	2.469.135	Red de Viveros de Andalucía
<i>Lavandula viridis</i>				
16,2	97,8	80,25	588.235	Red de Viveros de Andalucía

El porcentaje y la velocidad de germinación varían sustancialmente en función de si se realiza o no tratamiento pregerminativo. A tal respecto, se pueden hacer las siguientes consideraciones para las especies del género:

- La utilización de semilla sin almacenamiento previo ni tratamiento pregerminativo ha dado buenos resultados para *L. lanata* y *L. latifolia* (Ruiz de la Torre, 1996; Cabello, 1998).
- En ensayos con *L. stoechas* subsp. *lusitanica* (Chaztar) Rozeira, Ayerbe y Ceresuela (1982) obtuvieron porcentajes de germinación del 100% sin aplicar pretratamiento alguno y para temperatura de 16, 21 y 26 °C. Las semillas pasaron al menos de 6 a 8 meses a temperatura ambiente antes de ser germinadas.
- Con temperatura entre 10 y 20 °C y un fotoperiodo de 12 horas se consigue una germinación del 96% para *L. stoechas* (Maher *et al.*, 2000).
- El escarificado químico con peróxido de hidrógeno, acetona y ácido sulfúrico como tratamiento para mejorar la germinación de *L. stoechas* subsp. *luisieri*. Cabello *et al.* (1998) obtuvieron buenos porcentajes de germinación con semillas tratadas con acetona (concentración del 99%) durante 5 minutos (facultad germinativa: 71,7%), peróxido de hidrógeno (concentración del 3%) durante 5

minutos (facultad germinativa: 83,2%) y ácido sulfúrico (concentración del 96%) durante 5 minutos (facultad germinativa: 83%), en todos los casos con presencia de luz. Estos resultados fueron más bajos para *L. stoechas* subsp. *sampaiana*, destacando el tratamiento con ácido sulfúrico (facultad germinativa: 44,2%).

- Con temperatura de 20-25 °C y un fotoperiodo de 16 horas se consigue una germinación del 60-66% para *L. pedunculata* (Fuentes y Estrelles, 2005).
- Inmersión en una solución de 250 ppm de ácido giberélico (AG₃) o agua oxigenada al 1% durante 24 horas, obteniéndose una germinación del 85% para *L. latifolia* (Cabot *et al.*, 2003; Cabot y Fanlo, 2007).
- Para *L. angustifolia*, Ellis *et al.* (1985) recomiendan estratificación fría y aplicación de ácido giberélico (AG₃) 200 ppm a 20/30 °C (16 h / 8 h), en luz de 2 w m⁻².

Las normas ISTA (2011) no proponen condiciones particulares de ensayo para este género. Germinación hipogea. Plántulas de 2-5 cm de altura, presentando un hacecillo de hojas primordiales semejantes a las adultas (Ruiz de la Torre, 1996).

2.2.2. Vegetativa

Se han propuesto algunos métodos de propagación vegetativa para especies del género *Lavandula*, al ser especies con interés industrial, ornamental y terapéutico (Jordan *et al.*, 1998; Echeverrigaray *et al.*, 2005; Cases, 2007). El método más sencillo consiste en el uso de esquejes de 8 a 12 cm, lignificados, procedentes de plantas madre jóvenes, sobre un sustrato suelto, preferiblemente turba:perlita (2:1 volumen), en mesas de enraizado con calefacción basal (18-23 °C), y con un tratamiento con hormonas (concentraciones de 100 mg l⁻¹ de ácido abscísico (ABA) durante 20 horas), que parecen mejorar el enraizamiento (Kireeva y Bylda, 1973; Mourao *et al.*, 2002). En *L. dentata* se han utilizando yemas axilares de plantas adultas, en un medio de cultivo MS (Murashige y Skoog), completando con una combinación de 2,2 µM de benzyladenina y 2,5 µM de ácido indol 3-butírico. En el caso de *L. lanata* se recomienda utilizar esquejes apicales tratados con ácido naftalenacético (ANA) al 40 g l⁻¹, combinado con ácido indolbutírico (AIB) también al 40 g l⁻¹ y un 150 g l⁻¹ de captan (enraizamiento 63-73%) (Poupet *et al.*, 1992; Jordan *et al.*, 1998; Balenzategui *et al.*, 2005), o un tratamiento único con ácido indolbutírico (AIB, 40 g l⁻¹, durante 1 segundo, 93% de enraizado a las tres semanas) (Moreno, 1995).

3. Producción de plantas

La planta tipo de *Lavandula* para trabajos de restauración forestal se cultiva en envases forestales de 200-300 cm³, a una savia, obteniéndose un tamaño final entre 7 y 15 cm, con un sistema radical bien conformado (Fig. 4), aunque también pueden utilizarse envases de mayor volumen (1.000 cm³), tipo maceta, para planta destinada a restauración de infraestructuras y paisajismo (Cabot i Roig, 2007). Las especies del género *Lavandula*, en general, se propagan muy bien por semilla. La siembra se debe realizar a finales de invierno o principios de primavera, a una profundidad de unos 3 mm, con 4-5 semillas por envase. Una vez realizada la siembra, la germinación se puede observar a partir de



Figuras 4 a y b. Plantas de una savia de *Lavandula latifolia* (izquierda) y *L. stoechas* (derecha) cultivadas en alveolo de 300 cm³ (Fotos: CNRGF El Serranillo).

los 7-10 días. El porcentaje de germinación suele ser superior al 75% por lo que no es necesario realizar tratamiento pregerminativo alguno. Estas especies admiten el trasplante, pero como presentan tan buenos porcentajes de germinación es más recomendable hacer siembra directa en alveolo forestal. En viveros ornamentales también es frecuente el uso de esquejes y una aclimatación para favorecer el trasplante de la planta (Martínez-Sánchez *et al.*, 2008).

Para el cultivo de esta especie se utilizan sustratos con formulaciones a partir de componentes orgánicos tipo turba rubia, turba de humus o fibra de coco (más del 75% volumen) y algún componente inorgánico tipo perlita, vermiculita o arena de río (menos del 25% volumen). En la mayor parte de los viveros que producen *Lavandula* se tiende a la incorporación de un fertilizante de liberación lenta como agregado en la formulación del sustrato. Es muy frecuente el uso de un fertilizante tipo 18-11-10 (8-9 meses) con dosis de 2 g l⁻¹ sustrato o de un fertilizante tipo Plantacote Plus 14-8-15 (8-9 meses) con dosis de 2,5 g l⁻¹. Las especies del género *Lavandula* admiten muy bien el recorte, por lo que, aunque la parte aérea tenga un crecimiento excesivo en vivero, se puede recortar sin que sea contraproducente para el desarrollo y crecimiento de la planta.

4. Uso en repoblaciones y restauraciones

Al igual que con otras especies de matorral, las lavandas han sido muy utilizadas en los últimos años en trabajos de restauración, en particular en jardinería, restauración de áreas críticas (Ruiz de la Torre, 1996) y restauración de infraestructuras. Se emplean en

trabajos de restauración en climas mediterráneos secos o semiáridos, con otras especies, como *Tamarix* spp., *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Ephedra fragilis*, *Rhamnus* spp., *Chamaerops humilis*, *Anthyllis cytisoides*, *Genista* spp. y *Retama* spp. Las lavandas son especies potencialmente interesantes en las siguientes situaciones:

- Recuperación de especies singulares amenazadas de flora y de fauna; asociada a especies como *Anthyllis cytisoides*, *Genista spartioides*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula* spp. o *Chamaerops humilis*. En conjunto, los matorrales contribuyen al aumento de nichos ecológicos en zonas semiáridas y, por tanto, a una mayor diversidad de flora y fauna.
- Diversificación de vegetación en masas forestales con baja madurez, favoreciendo los procesos de restauración de la vegetación y la densificación de cubiertas, como pueden ser las repoblaciones de *Pinus halepensis*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. sylvestris* (Ruiz de la Torre, 1996).
- Plantaciones de producción para la obtención de aceites (Muñoz, 1986; Ruiz de la Torre, 1996; Font Quer, 1999; Moré, 2008).
- Xerojardinería. Es frecuente verlas en medianas de carreteras, isletas de autovías, o en labores de mejora paisajística de grandes infraestructuras, en particular en las autovías del sur y del Levante peninsular (Franco *et al.*, 1998; Martínez-Sánchez *et al.*, 2008). También es muy frecuente en trabajos de restauración de canteras y graveras.

5. Planificación de la repoblación

El método de repoblación más frecuente para *Lavandula*, tanto en medios forestales como en trabajos de jardinería, ha sido la plantación. La opción del semillado directo en campo puede ser adecuada a algunos emplazamientos, como taludes de carretera y obras de ingeniería ambiental, con dosis de siembra de unos 15 g m⁻² (Ruiz de la Torre, 1996).

En el caso de plantaciones en el medio natural, donde las posibilidades de cuidados culturales son muy limitadas, la plantación debe hacerse en otoño (noviembre-febrero). Hay que evitar retrasos que pueden comprometer la supervivencia de las plantaciones, en particular, en suelos muy pedregosos o de escasa profundidad efectiva.

Las características de la planta tipo de la repoblación vendrá condicionada por el objetivo y las condiciones de establecimiento, pudiéndose utilizar planta de una savia en contenedor forestal o en envase de gran volumen (<1.000 cm³). Es importante adecuar la calidad de planta de vivero al objetivo de la repoblación para evitar fracasos en el establecimiento o costes innecesarios. En general, cuanto más fácil sea ejecutar los cuidados culturales, en particular el riego, más grande puede ser el tamaño de la planta utilizada.

Las labores de desbroce en terrenos con presencia de árboles o arbustos deberá ser puntual, para evitar afectar a estas especies que actúan como facilitadoras sobre las lavandas por la sombra parcial que las aportan (Ruiz de la Torre, 1996). En terrenos sin vegetación de tal tipo puede ser recomendable un tratamiento areal para eliminar la vegetación herbácea, que ejerce una fuerte competencia sobre la planta (Ruiz de la Torre, 1996).

Los procedimientos de preparación utilizados en el establecimiento de las especies de *Lavandula* vienen condicionados por los tipos de trabajos de restauración mencionados previamente, por lo que pueden utilizarse preparación puntuales, mediante casilla convencional (suelos forestales en plantaciones mixtas) (Fig. 5):

- Procurar la apertura de casilla (20 x 20 x 20 cm), por lo que siempre que sea posible se recurrirá a preparaciones manuales en baja densidad.
- Adecuar el lugar de establecimiento a las condiciones edáficas, teniendo en cuenta la elevada heterogeneidad en espacios relativamente pequeños. La elección del lugar de plantación irá adecuándose a los microhábitats mejores para la especie, localizando las plantas en las partes bajas de laderas, barrancos y zonas con cierta compensación hídrica.

Cuando se realizan restauraciones en suelos descubiertos, la preparación puede ser areal, simultánea a la eliminación de la vegetación, mediante laboreos con arados de vertedera (de Lope, 2007).

La densidad de plantación de estas especies no ha sido estudiada, aunque por sus características parece recomendable que sea baja, con el objetivo de conseguir formaciones constituidas por un número mínimo de pies, buscando el máximo de vitalidad, protección y sombra, con el mínimo de competencia intraespecífica. No obstante, las especies de *Lavandula* pueden utilizarse en densidades elevadas en trabajos de ingeniería ambiental (marcos de 0,5 a 1 m). La estructura creada conseguirá proporcionar una matriz de vegetación más compleja y, al ser moderada la competencia, las plantas se mantendrán con un elevado vigor vegetativo y una buena ramificación.



Figura 5. Repoblación de *Lavandula* en la cantera de Valdeazores, Córdoba (Foto: M. A. Lara).

No es frecuente realizar cuidados culturales especiales, si bien cuando estas especies se utilizan en xerojardinería se recomiendan riegos para asegurar la supervivencia de los plántones. Se ha ensayado el uso de *mulch* de corteza para evitar la invasión de vegetación y la pérdida de humedad en el suelo.

6. Bibliografía

- ANTHOS, 2012. Sistema de información de las plantas de España. [Base de Datos en línea]. Real Jardín Botánico, CSIC Fundación Biodiversidad. Disponible en http://www.anthos.es/v22/index.php?set_locale=es [7 En, 2012].
- AYERBE L., CERESULEA J.L., 1982. Germinación de especies endémicas españolas. Anal. INIA Ser. For. 6, 17-41.
- BALENZATEGUI L., BAÑÓN S., GONZÁLEZ A., LÓPEZ J., FERNÁNDEZ J.A., 2005. Estudio de la capacidad de enraizamiento de *Lavandula lanata* Boiss en función del tipo de ambiente, compuesto hormonal y momento de esquejado. Actas Portuguesas de Horticultura 5, 462-468.
- CABELLO M.L., RUÍZ T., DEVESA J.A., 1998. Ensayos de germinación en endemismos ibéricos. Acta Bot. Malacitana 23, 59-69.
- CABOT I ROIG P., 2007. Utilización ornamental de las plantas aromáticas y medicinales. En: Jornadas técnicas dedicadas a plantas aromáticas y medicinales. Brihuega (Guadalajara). INIA, Madrid. pp. 39-47.
- CABOT P., FANLO M., 2007. Estudio del porcentaje de germinación de *Lavandula latifolia* Medic., *Rosmarinus officinalis* (L.) y *Salvia lavandulifolia* Vahl. con diferentes pretratamientos, para optimizar el proceso de reproducción sexual. Actas de Horticultura 48, 717-720.
- CABOT P., BUSQUETS M., FANLO M., 2003. Influencia de la luz y la temperatura en la germinación de *Foeniculum vulgare* Mill., *Lavandula angustifolia* Mill., *Lavandula latifolia* Medic., *Menta pulegium* L., *Salvia officinalis* L., *Salvia sclarea* L., *Valeriana officinalis* L., y *Satureja montana* L. En: X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas (SECH). Pontevedra.
- CASES M.A., 2007. Las plantas aromáticas y medicinales. Descripción de las especies fundamentales. Principios activos. En: Jornadas técnicas dedicadas a plantas aromáticas y medicinales. Brihuega (Guadalajara). INIA, Madrid. pp. 11-17.
- DE LOPEZ NUEVO J.J., 2007. Proceso productivo de las plantas aromáticas y medicinales. Técnicas de cultivo, recolección y destilación. Maquinaria específica y nuevas tecnologías. En: Jornadas técnicas dedicadas a plantas aromáticas y medicinales. Brihuega (Guadalajara). INIA, Madrid. pp. 31-37.
- DEVESA J.A., ARROYO J., HERRERA J., 1985. Contribución al conocimiento de la biología floral del género *Lavandula* L. Anal. Jard. Bot. Madrid 42(1), 165-186.
- ECHEVERRIGARAY S., BASSO R., ANDRADE L.B., 2005. Micropropagation of *Lavandula dentata* from axillary buds of field-grown adult plants. Biologia plantarum 49, 439-442.
- ELLIS R.H., HONG T., ROBERTS E., 1985. Handbook of seed technology for genebanks. Volumen II. Compendium of specific germination information and test recommendation. International Board for Plant Genetic Resources. Roma.
- FUENTES N., ESTRELLES E., 2005. Respuesta germinativa de *Brassica repanda* (Willd.) DC. subsp. *maritima* (Willk.) Heywood., *Lavandula pedunculata* (Mill.) Cav. y *Silene cambessedesii* Boiss. & Reut. Anal. Biol. 27, 63-68.
- FONT QUER P., 1999. Plantas medicinales. El Discórides renovado. Ediciones Península. Barcelona.
- HERRERA C.M., 1987. Componentes del flujo génico en *Lavandula latifolia* Medicus: Polinización y dispersión de semillas. Anal. Jard. Bot. Madrid 44(1), 49-61.
- ISTA (International Seed Testing Association), 2011. International rules for seed testing. Edition 2011. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.

- JORDAN A.M., CALVO M.C., SEGURA J., 1998. Micropropagation of adult *Lavandula dentata* plants. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73(1), 93-96.
- LÓPEZ GONZÁLEZ G.A., 1982. La guía INCAFO de los árboles y arbustos de la Península Ibérica. Ed. INCAFO, Madrid.
- MAHER J., GERASOPOULOS D., MALOUPA E., 2000. Temperature and light effects on germination of *Lavandula stoechas* seeds. En: Proceedings of the Fourth International Symposium on New Floricultural Crops 541, 261-264.
- MORENO R. (ed.), 1995. Recuperación de flora autóctona andaluza con fines ornamentales. Monografía 13/95. Junta de Andalucía, Sevilla.
- MORÉ E., 2008. Producción de plantas aromáticas y medicinales. Horticultura 204, 46-47.
- MOURAO I.M., TORRES M.L., PEIXOTO PINTO J., MARTINS J.A., 2002. Effect of indol butyric acid use in the propagation by stem cuttings of *Erica cinerea* and *Lavandula officinalis*. En: Jornadas Ibéricas de Plantas Ornamentales (Cermeño Sacristán P., ed.), Sevilla.
- MUÑOZ F., 1986. Plantas Medicinales y Aromáticas. Estudio, cultivo y procesado. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- MUÑOZ A., DEVESA J.A., 1987. Contribución al conocimiento de la biología floral del género *Lavandula* L. II. *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas*. Anal. Jard. Bot. Madrid 44(1), 63-78.
- NAVARRO CERRILLO R.M., GÁLVEZ C., 2001. Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Tomo I. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba. pp. 212-214.
- POUPET A., BECK D., BETTACHINI B., TOUCHE J., 1992. *In vitro* morphogenetic potential of various lavandin and lavender clones: preliminary observations on the agronomic value of the vitroplants. Agronomie 12(2), 173-181.
- RUANO J., ALBERT A., ALBERT F., 1998. Cultivo de plantas aromáticas, medicinales y condimentarias en la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana. Conselleria de Medi Ambient.
- RUIZ DE LA TORRE J. (dir.), 1996. Manual de la flora para la restauración de áreas críticas y diversificación en masas forestales. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid. pp. 1510-1514.
- SUÁREZ-CERVERA M., 1987. Estudio carpológico del género *Lavandula* L. (*Lamiaceae*) en la Península Ibérica. Acta Bot. Malacitana 12, 161-172.
- SUAREZ-CERVERA M., SEOANE-CAMBA J.A., 1986 a. Sobre la distribución corológica del género *Lavandula* L. en la Península Ibérica. Lazaroa 9, 201-220.
- SUAREZ-CERVERA M., SEOANE-CAMBA J.A., 1986 b. Taxonomía numérica de algunas especies de *Lavandula* L. basada en caracteres morfológicos, cariológicos y palinológicos. Anal. Jard. Bot. Madrid 42(2), 395-409.
- VALDÉS B., TALAVERA S., FÉRNANDEZ-GALIANO E. (eds.), 1987. Flora vascular de Andalucía Oriental. Volumen 1,2 y 3. Ed. Ketres, Barcelona.

Limoniastrum monopetalum (L.) Boiss.

Salado, verdolaga seca; *cat.*: ajocagripaus

Rafael M^a NAVARRO CERRILLO, Laura PLAZA ARREGUÍ, Miguel Ángel LARA GÓMEZ, Antonio SÁNCHEZ LANCHA, Manuel ARROYO SAUCES, Francisco MARCHAL GALLARDO

1. Descripción

1.1. Morfología

Limoniastrum es un género de plantas de la familia *Plumbaginaceae*. El género está representado en España por 22 especies, siendo el salado la de mayor interés restaurador. Caméfito subfruticoso, de porte arbustivo que se acopla al suelo, perennifolio, de color blanquecino a ceniciento. Tallos verticales, muy ramosos, con pocas hojas en la parte inferior y muchas en la superior, de aspecto azulado.

Hojas simples, enteras, alternas, cubiertas de escamas blancas, algo crasas, lanceolado-espatales, de 3-5 cm de longitud, que se estrechan progresivamente hacia la base, para volver a dilatarse y abrazar la ramilla (Ruiz de la Torre, 2006).

1.2. Biología reproductiva

Flores solitarias o geminadas, de unos 15 mm, insertas en excavaciones del ramillo floral. Inflorescencia en panícula, terminal, con abundantes ramillas, que sostienen un conjunto de flores de color rosado o violeta más o menos intenso (Fig. 1). Cáliz tubuloso con cinco dientes agudos; androceo con cinco estambres de filamentos soldados a la corola. Corola de una sola pieza con tubo largo y estrecho que se dilata en cinco grandes lóbulos. Gineceo formado por un pistilo con un ovario alargado, abierto en cinco estigmas, libres (Villanueva, 1990; Ruiz de la Torre, 2006).



Figura 1. Floración de *Limoniastrum monopetalum* (Foto: J.I. García Viñas).

La floración se produce en verano y otoño y la polinización es entomófila. El fruto es un aquenio, indehisciente, de testa membranosa, protegido por el cáliz marcescente. La fructificación es muy variable, madurando los frutos entre finales del verano y el otoño. Las semillas son de 1 mm de diámetro, poliédrico-convexas, tuberculadas, con cubierta seminal de color grisáceo a castaño claro. Se reproducen fácilmente por semilla, aunque la capacidad de rebrotar varía con la especie, al igual que la respuesta a la herbivoría.

1.3. Distribución y ecología

Habita en el litoral de la región mediterránea y se encuentra en el sudeste y el sur de la Península Ibérica, menos en el Levante. El salado habita en suelos salinos, con agua superficial o subsuperficial, a bajas altitudes, desde el nivel del mar hasta los 500 m, bajo climas áridos y semiáridos, en marismas litorales, aunque se la puede encontrar en roquedos costeros. Forma parte de matorrales mixtos, medios, claros, haloxerófilos, en mezcla con especies como *Frankenia corymbosa*, *Lycium intricatum*, *L. spartum*, *Stipa tenacissima*, *Salsola verticillata*, etc., en zonas de clima mediterráneo subsahariano y sahariano submediterráneo. Especie de luz a media luz, hiperxerófila, tolera sequías bastante acusadas y estíos largos y duros, pero no resiste las heladas.

2. Materiales forestales de reproducción

2.1. Marco normativo. Identificación de los materiales de reproducción

Las especies del género *Limoniastrum* no están incluidas en normativas que puedan afectar a la recolección de sus materiales de reproducción o limitar su comercialización o utilización. Con el objetivo de promover la conservación de los recursos genéticos de las poblaciones naturales se recomienda el uso de materiales de la misma región ecológica en la que se va a efectuar la forestación.

Las formaciones con presencia de especies del género pueden estar catalogadas con distintas figuras de protección, por lo que es recomendable solicitar autorización para su colecta (L. 8/2003, de 28 de octubre, de la Junta de Andalucía, Red Natura 2000). En Cataluña, *L. monopetalum* está considerada como especie “Vulnerable” (D. 172/2008).

2.2. Técnicas de manejo y propagación

2.2.1. Semillas

La cosecha de la semilla se realiza mediante ordeño o por siega de las panículas, desde junio hasta septiembre, pudiéndose adelantar o retrasar ligeramente la recolección en función de la especie y la localidad en la que se realice. No es posible extraer la semilla pura, por lo que el propágulo es el aquenio junto con el cáliz, las brácteas y parte del pedicelo (Tabla 1). Las semillas presentan un comportamiento ortodoxo, son tolerantes a la desecación. Una vez limpias, se almacenan en cámara frigorífica a 3-4 °C hasta su fecha de siembra. En ensayos realizados con diferentes lotes del género, recolectados en Andalucía, no se ha observado pérdida de viabilidad en semillas conservadas durante cinco años.



Figura 2. Distribución de *Limoniastrum monopetalum* y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Anthos).

Los tratamientos pregerminativos recomendados para las especies del género son los siguientes:

- Utilizar semilla sin almacenamiento previo y con una inmersión previa en agua durante 2-3 horas.
- Realizar la germinación en condiciones uniformes de temperatura entre 15 y 25 °C y una humedad del 80%.

La ISTA no propone condiciones particulares de ensayo para esta especie.

Germinación hipogea. Plántulas de 2-4 cm de altura, presentando un hacecillo de hojas primordiales semejantes a las adultas.

Tabla 1. Datos característicos de lotes de semillas de *Limoniastrum monopetalum*.

Rendimiento semilla/fruto (% en peso)	Pureza (%)	Facultad germinativa (%)	Nº semillas kg ⁻¹	Referencia
26,1	81	40 ⁽¹⁾	2.441.151	Red de Viveros de Andalucía

⁽¹⁾ Ensayos al tetrazolio

3. Producción de plantas

La planta tipo de *Limoniastrum* para trabajos de restauración forestal se cultiva en envases forestales de 200-300 cm³, a una savia, obteniéndose un tamaño final entre 5 y 12 cm, con un sistema radical bien conformado, aunque también pueden utilizarse envases tipo maceta, de mayor volumen (<1.000 cm³), para planta destinada a restauración de infraestructuras y paisajismo.

Las especies del género *Limoniastrum*, en general, se propagan muy bien por semilla. La siembra se debe realizar a finales de invierno o principios de primavera, a una profundidad de unos 3 mm, con 4-5 semillas por envase. Estas especies admiten el trasplante, pero como presentan buenos porcentajes de germinación es más recomendable hacer siembra directa en alveolo forestal.

Para su cultivo en contenedor se utilizan sustratos con formulaciones convencionales a partir de componentes orgánicos tipo turba rubia, turba de humus o fibra de coco (>75% en volumen) y algún componente inorgánico tipo perlita, vermiculita o arena de río (<25% en volumen).

En los escasos viveros que producen *Limoniastrum* se tiende a la incorporación de un fertilizante de liberación lenta como agregado en la formulación del sustrato, siendo muy frecuente el uso de un fertilizante tipo 18-11-10 (8-9 meses) ó 16-8-12 (5-6 meses) con dosis de 2-2,5 g l⁻¹ sustrato.

Es una especie de fácil reproducción mediante esqueje. Los salados son especies que admiten muy bien el recorte, por lo que, aunque la parte aérea tenga un crecimiento excesivo en vivero, se puede recortar sin que sea contraproducente para el desarrollo y crecimiento de la planta.

4. Uso en repoblaciones y restauraciones

Al igual que con otras especies de matorral, los salados han sido muy utilizadas en los últimos años en trabajos de jardinería y restauración en climas mediterráneos semiáridos, en particular, de áreas críticas (Ruiz de la Torre, 1996) y de infraestructuras.

Es una especie potencialmente interesante en las siguientes situaciones:

- Colonización de terrenos salinos, lagunas salinas o salobres con o sin hidromorfia o zonas con invasión de arena. Especie muy resistente a la sal y a la sequía y de las que presentan mayor facilidad de implantación (Ruiz de la Torre *et al.*, 1996). Se emplea asociada a especies como *Frankenia corymbosa*, *Lycium intricatum*, *L. spartum*, *Stipa tenacissima*, *Salsola verticillata*. En conjunto, los matorrales contribuyen al aumento de nichos ecológicos en zonas semiáridas y a una mayor diversidad de flora y fauna.
- En xerojardinería se puede utilizar para formar manchas de gran densidad, arriates y, en carreteras, en isletas o en labores de mejora paisajística, como en las autovías del sur y del Levante peninsular.

5. Planificación de la repoblación

El método de repoblación más frecuente para *Limoniastrum*, tanto en medios forestales como en trabajos de jardinería, ha sido la plantación. La opción de la siembra directa no se ha utilizado.

En el caso de plantaciones en el medio natural, donde las posibilidades de cuidados culturales son muy limitadas, la plantación debe hacerse en otoño o invierno (noviembre-febrero). Hay que evitar retrasos que pueden comprometer la supervivencia de las plantaciones, en particular en suelos muy pedregosos o de escasa profundidad efectiva.

Las características de la planta tipo de la repoblación vendrá condicionada por el objetivo y las condiciones de establecimiento pudiéndose utilizar planta de una savia en contenedor forestal o en envase de gran volumen (<1.000 cm³). Es importante adecuar la calidad de planta de vivero al objetivo de la repoblación para evitar fracasos en el establecimiento o costes innecesarios.

Las labores para la eliminación de la vegetación en plantaciones de salado suele ser de carácter puntual aunque deben ser muy cuidadosas ya que no debe afectar a las especies que sea recomendable conservar. Los procedimientos de preparación utilizados en su establecimiento vienen condicionados por los tipos de trabajos de restauración mencionados previamente, por lo que pueden utilizarse preparaciones puntuales, mediante casillas convencionales (suelos forestales en plantaciones mixtas). La intensidad de estas actuaciones será muy diferente según las características del medio a repoblar, pero siempre es recomendable que sean de una cierta intensidad. Así, en repoblaciones de esta especie debe tenerse presente:

- Procurar la apertura de casillas (20 x 20 x 20 cm) mediante preparaciones manuales en baja densidad.
- Adecuar el lugar de establecimiento a las condiciones edáficas, localizando las plantas en las partes bajas de laderas, barrancos y zonas con cierta compensación hídrica, por lo que la elección del lugar de plantación irá adecuándose a los microhábitats mejores para la especie.

No parecen recomendables las preparaciones lineales o areales más intensas. La densidad de plantación de esta especie no ha sido estudiada, aunque por sus características parece recomendable que sea baja, con el objetivo de conseguir formaciones constituidas por un número mínimo de pies, buscando el máximo de vitalidad, de protección y de sombra con el mínimo de competencia intraespecífica. No obstante, las especies de *Limoniastrum* pueden utilizarse en densidades elevadas en trabajos de ingeniería ambiental, en marcos de 0,5 a 1 m. La estructura creada conseguirá proporcionar una matriz de vegetación más compleja y, al ser moderada la competencia, las plantas se mantendrán con un elevado vigor vegetativo y una buena ramificación.

No es frecuente realizar cuidados culturales especiales, si bien es cierto que cuando estas especies se utilizan en xerojardinería se recomiendan riegos para asegurar la supervivencia de los plántones. Se ha ensayado el uso de *mulch* de corteza para evitar la invasión de vegetación y la pérdida de humedad en el sustrato.

6. Bibliografía

ANTHOS, 2012. Sistema de información de las plantas de España. [Base de Datos en Línea]. Real Jardín Botánico, CSIC Fundación Biodiversidad. Disponible en http://www.anthos.es/v22/index.php?set_locale=es [7 En, 2012].

RUIZ DE LA TORRE J. (dir.), 1996. Manual de la flora para la restauración de áreas críticas y diversificación de masas forestales. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.

RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid. pp. 552-553.

VILLANUEVA E., 1990. *Limoniastrum* Fabr. En: Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol II. *Platanaceae-Plumbaginaceae* (partim). (Castroviejo S., Lainz M., López González G., Montserrat P., Muñoz Garmendia F., Paiva J., Villar L., eds.). Real Jardín Botánico, Madrid. pp. 721-723.

Limonium delicatulum (Girard) O. Kuntze

Espantazorras; *cat.*: ensopegueres

Limonium echinoides (L.) Link

Acelguilla espinosa, limonio enano espinoso

Rafael M^a NAVARRO CERRILLO, Laura PLAZA ARREGUÍ, Miguel Ángel LARA GÓMEZ, Antonio SÁNCHEZ LANCHA, Manuel ARROYO SAUCES, Francisco MARCHAL GALLARDO

1. Descripción

1.1. Morfología

El género *Limonium* pertenece a la familia *Plumbaginaceae* y está formado por más de 350 especies, de las cuales más de 135 están presentes en España. Se trata de un género de gran complejidad taxonómica y que plantea grandes problemas de identificación debido al elevado grado de especiación que presenta.

Caméfitos subfruticosos, perennes, forman matas de unos (5)30-(20)50 cm de altura, sin considerar el tallo florífero, o hasta 80 cm considerando las inflorescencias. Tallos verticales, algo curvados, cilíndricos, cubierto de costrillas salinas que le dan un aspecto blanquecino-grisáceo, frágiles. Sistema radical axonomorfo y profundo con raicillas secundarias formando haces (Ruiz de la Torre, 1996; Ruiz de la Torre, 2006).

Hojas basales, sentadas, glaucas, coriáceas, con margen estrecho blanco, 5-7 nervios, con concreciones de sal o calcáreos, de color grisáceo o verde-glaucos en *Limonium delicatulum*. Hojas en roseta pequeña radical, oval-obtusas con peciolo corto, haz tuberculado y envés rojizo en *L. echinoides*.

1.2. Biología reproductiva

Flores hermafroditas. Inflorescencia, en la mitad inferior simple y en la parte superior ramosa, formando una panícula laxa; las espiguillas con 2-4 flores de color rosa-blanco, sentadas y protegidas por un grupo de tres brácteas. Cáliz gamosépalo, de 7-8 mm, terminado en cinco dientes agudos de aspecto papiráceo. Corola formada por cinco pétalos de color rosa vivo, libres pero aparentemente soldados. Androceo con cinco estambres que emergen de la corola. Gineceo formado por un pistilo con un ovario

alargado, pentalobulado, con cinco estilos muy largos y recurvados entre ellos (Ruiz de la Torre, 2006).

La floración se produce entre marzo y junio y la polinización es entomófila. El fruto es un aquenio protegido por el cáliz y las brácteas de la flor, muy pequeño, en forma de huso, estrecho, con el extremo acuminado y la base más redondeada, de color pardo-rojizo lustroso.

La fructificación es muy variable, madurando los frutos entre finales del verano y el otoño. Se reproducen fácilmente por semilla y tienen una capacidad variable de rebrotar, dependiendo de la especie.

1.3. Distribución y ecología

Las especies del género *Limonium* presentan numerosos endemismos españoles, con un centro de diversificación en el oeste del Mediterráneo. Se encuentran en el sudeste de la Península, desde el Levante (Comunidad Valenciana, Murcia) hasta las costas orientales de Andalucía (Almería, Granada).

Limonium habita en zonas salobres costeras, acantilados marítimos, orillas de lagunas saladas y zonas margosas del interior muy áridas, desde el nivel del mar hasta los 500 m, bajo climas áridos y semiáridos, en ambientes litorales o sublitorales de inviernos templados.

Forma parte de matorrales mixtos, medios, claros, haloxerófilos en mezcla con especies como *Frankenia corymbosa*, *Lycium intricatum*, *L. spartum*, *Stipa tenacissima*, *Salsola verticillata*, etc., en zonas de clima mediterráneo subsahariano y sahariano submediterráneo. Especies de luz a media luz, hiperxerófilas, resisten sequías bastante acusadas y estíos largos y duros.

2. Materiales forestales de reproducción

2.1. Marco normativo. Identificación de los materiales de reproducción

Las especies del género *Limonium* no están incluidas en normativas que puedan afectar a la recolección de sus materiales de reproducción o limitar su comercialización o utilización. Con el objetivo de promover la conservación de los recursos genéticos de las poblaciones naturales se recomienda el uso de materiales de la misma región ecológica en la que se va a efectuar la forestación.

Las formaciones con presencia de especies del género están incluidas en los Catálogos de flora amenazada y protegida de varias Comunidades Autónomas: Andalucía (L. 8/2003), Aragón (D. 49/1995), Baleares (D. 75/2005), Castilla-La Mancha (D. 33/1998 y 200/2001), Castilla y León (D. 63/2007), Cataluña (D. 172/2008), Murcia (D. 50/2003) y Comunidad Valenciana (D. 70/2009). En particular, la normativa de la Región de Murcia hace mención expresa de la necesidad, para todas las especies de *Limonium*, de la obtención de una autorización administrativa previa para su aprovechamiento y, por lo tanto, para la colecta de su semilla.



Figura 1. Distribución de *Limonium delicatulum* y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Anthos).

2.2. Técnicas de manejo y propagación

2.2.1. Semillas

La cosecha de la semilla se realiza mediante ordeño o siega de las panículas, desde junio hasta septiembre, pudiéndose adelantar o retrasar ligeramente la recolección en función de la especie y la localidad en la que se realice. No es posible extraer semilla pura, por lo que el propágalo es el aquenio junto con el cáliz, las brácteas y parte del pedicelo, el cual se suministra como semilla comercial.

Las semillas presentan un comportamiento ortodoxo, dado que son tolerantes a la desecación. Una vez limpias, se almacenan a 3-4 °C en cámara frigorífica hasta su fecha de siembra. En cuanto al manejo de la semilla y las condiciones para la germinación cabe señalar las siguientes recomendaciones:

- Utilizar semilla sin almacenamiento previo y con una inmersión previa en agua durante 2-3 horas ha dado buenos resultados para *L. insigne* (Ruiz de la Torre, 1996).
- Con temperatura entre 15 y 25 °C y una humedad relativa del 80% se consigue una buena germinación para *L. cossonianum* (Martínez-Sánchez *et al.*, 2008), siendo aconsejable realizar algún tratamiento pregerminativo, como la escarificación. A su vez, en estudios sobre condiciones ambientales (temperatura y salinidad del

medio) para la germinación de *L. cossonianum*, *L. delicatulum* y *L. insigne* los mejores porcentajes y la mayor velocidad germinativa se obtuvieron, de forma global, con la alternancia térmica de 20-10 °C (Marrero, 2011; de Paz, 2012).

Las normas ISTA (2011) no proponen condiciones particulares de ensayo para esta especie. Germinación hipogea. Plántulas de 2-5 cm de altura, presentando un hacecillo de hojas primordiales semejantes a las adultas (Ruiz de la Torre, 1996).

3. Producción de plantas

La planta tipo de *Limonium* para trabajos de restauración forestal se cultiva en envases forestales de 200-300 cm³, a una savia, obteniéndose un tamaño final entre 7 y 15 cm, con un sistema radical bien conformado, aunque también pueden utilizarse envases de mayor volumen tipo maceta (1.000 cm³) para planta destinada a restauración de infraestructuras y paisajismo (Cabot, 2007). En viveros ornamentales también es frecuente el uso de esquejes y de aclimatación para favorecer el trasplante de la planta (Martínez-Sánchez *et al.*, 2008).

Las especies del género *Limonium*, en general, se propagan muy bien por semilla. La siembra se debe realizar a finales de invierno o principios de primavera, a una profundidad de unos 3 mm, con 4-5 semillas por envase. Estas especies admiten el trasplante, pero como presentan buenos porcentajes de germinación es más recomendable hacer siembra directa en alveolo forestal.

Para el cultivo de esta especie se utilizan sustratos con formulaciones convencionales a partir de componentes orgánicos de los tipos turba rubia, turba de humus o fibra de coco (>75% en volumen) y algún componente inorgánico como perlita, vermiculita o arena de río (<25% en volumen). Se recomienda el uso de sustratos con pH ligeramente ácidos (6-6,5) (Martínez-Sánchez *et al.*, 2008).

En la mayor parte de los viveros que producen *Limonium* se tiende a la incorporación de un fertilizante de liberación lenta como agregado en la formulación del sustrato, siendo muy frecuente el uso de un fertilizante tipo 18-11-10 (8-9 meses) con dosis de 2 g l⁻¹ sustrato o de un fertilizante 14-8-15 (8-9 meses) con dosis de 2,5 g l⁻¹ sustrato (Franco *et al.*, 2005 a y b). Se han realizado ensayos de precondicionamiento en vivero con frecuencias de riego bajas y dos dosis por semana que han registrado un aumento de la supervivencia de las especies del género (Fernández *et al.*, 1999; Franco *et al.*, 2002, 2005 c).

4. Uso en repoblaciones y restauraciones

Al igual que con otras especies de matorral, las plantas de *Limonium* se han empezado a utilizar en los últimos años en trabajos de restauración, en particular en jardinería, rehabilitación de áreas críticas (Ruiz de la Torre, 1996) y restauración de infraestructuras. Se utiliza en trabajos de restauración en climas mediterráneos secos o semiáridos, con otras especies como *Tamarix* spp., *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Ephedra fragilis*, *Rhamnus* spp., *Anthyllis cytisoides*, *Genista* spp. y *Retama* spp.

Las especies del género *Limonium* son potencialmente interesantes en las siguientes situaciones:

- Colonización de terrenos salinos, lagunas salinas o salobres, sin hidromorfía, gracias a su resistencia a la sal, la sequía y su facilidad de implantación (Ruiz de la Torre, 1996). Se pueden utilizar asociadas con especies como *Frankenia corymbosa*, *Lycium intricatum*, *L. spartum*, *Stipa tenacissima*, *Salsola verticillata*. En conjunto, los matorrales contribuyen al aumento de nichos ecológicos en zonas semiáridas y a una mayor diversidad de la flora y fauna.
- En xerojardinería se puede utilizar para formar manchas de gran densidad, arriates y, en carreteras, en isletas o en labores de mejora paisajística, como en las autovías del sur y del Levante peninsular (Franco *et al.*, 2005 a; Martínez-Sánchez *et al.*, 2008). También es muy frecuente en trabajos de restauración de canteras y graveras.

5. Planificación de la repoblación

El método de repoblación más frecuente para *Limonium*, tanto en medios forestales como en trabajos de jardinería, ha sido la plantación. La opción de la siembra directa en campo puede ser adecuada a algunos emplazamientos, como taludes de carretera y obras de ingeniería ambiental, con dosis de siembra (15 g m^{-2}) similar a otras especies de matorrales (Ruiz de la Torre, 1996).

En el caso de plantaciones en el medio natural, donde las posibilidades de cuidados culturales son muy limitadas, la plantación debe hacerse en otoño. Hay que evitar retrasos que pueden comprometer la supervivencia de las plantaciones, en particular en suelos muy pedregosos o de escasa profundidad efectiva.

Las características de la planta tipo de la repoblación vendrá condicionada por el objetivo y las condiciones de establecimiento, pudiéndose utilizar planta de una savia en contenedor forestal ($200\text{-}300 \text{ cm}^3$). Es importante adecuar la calidad de planta de vivero al objetivo de la repoblación para evitar fracasos en el establecimiento o costes innecesarios. En general, cuanto más fácil sea ejecutar los cuidados culturales, en particular el riego, más grande puede ser el tamaño de la planta utilizada.

Las labores para la eliminación de la vegetación en plantaciones de *Limonium* pueden ser de carácter puntual, desbroce con motodesbrozadora, aunque se ha de ser muy cuidadoso, ya que no debe afectar a especies que actúen de facilitadoras, como *Stipa tenacissima*, que les proporcionan una sombra parcial (Ruiz de la Torre, 1996). Los procedimientos de preparación utilizados en su establecimiento vienen condicionados por los tipos de trabajos de restauración mencionados previamente, por lo que pueden utilizarse preparaciones puntuales, mediante casillas convencionales (suelos forestales en plantaciones mixtas). La intensidad de estas actuaciones será muy diferente según las características del medio a repoblar, pero siempre es recomendable que sean de una cierta intensidad. Así, en repoblaciones de esta especie debe tenerse presente:

- Procurar la apertura de casilla ($20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$) mediante preparaciones manuales en baja densidad.

- Adecuar el lugar de establecimiento a las condiciones edáficas, localizando las plantas en las partes bajas de laderas, barrancos y zonas con cierta compensación hídrica, por lo que la elección del lugar de plantación irá adecuándose a los microhábitats mejores para la especie.

Cuando se realizan restauraciones en suelos descubiertos, la preparación del suelo puede ser areal, simultánea a la eliminación de la vegetación, mediante laboreo con arado de vertedera. Dado que debería usarse siempre como especie acompañante en proyectos de restauración ecológica (taludes, vertederos, minas, etc.), este tipo de preparación es poco frecuente. No parece recomendable realizar preparaciones lineales más intensas, tipo subsolados.

La densidad de plantación de estas especies no ha sido estudiada, aunque por sus características parece recomendable que sea baja, con el objetivo de conseguir formaciones constituidas por un número mínimo de pies, buscando el máximo de vitalidad, de protección y de sombra con el mínimo de competencia intraespecífica. No obstante, las especies de *Limonium* pueden utilizarse en densidades elevadas en trabajos de ingeniería ambiental, en marcos de 0,5 a 1 m. La estructura creada conseguirá proporcionar una matriz de vegetación más compleja y, al ser moderada la competencia, las plantas se mantendrán con un elevado vigor vegetativo y una buena ramificación.

No es frecuente realizar cuidados culturales especiales, si bien es cierto que cuando estas especies se utilizan en xerojardinería se recomiendan riegos para asegurar la supervivencia de los plantones. Se ha ensayado el uso de *mulch* de corteza para evitar la invasión de vegetación y la pérdida de humedad en el sustrato.

6. Bibliografía

- ANTHOS, 2012. Sistema de información de las plantas de España. [Base de Datos en Línea]. Real Jardín Botánico, CSIC Fundación Biodiversidad. Disponible en http://www.anthos.es/v22/index.php?set_locale=es [7 En, 2012].
- CABOT I., ROIG P., 2007. Utilización ornamental de las plantas aromáticas y medicinales. En: Jornadas técnicas dedicadas a plantas aromáticas y medicinales. Brihuega (Guadalajara). INIA, Madrid. pp. 39-47.
- DE PAZ SÁNCHEZ M.C., 2012. Influencia de distintos factores ambientales sobre la germinación de *Limonium cossonianum* y *L. delicatulum*. Implicaciones ambientales para la restauración y ajardinamiento de áreas salinas. Proyecto fin de carrera. Escuela Superior de Ingeniería. Universidad de Almería. 157 pp.
- FERNÁNDEZ J.A., FRANCO J.A., GONZÁLEZ A., OCHOA J., BAÑÓN S., MORENO A.B., 1999. Respuesta a los aportes hídricos en vivero en diversos parámetros de *Limonium cossonianum* L. Acta Hort. 24, 139-144.
- FERNÁNDEZ-RUFETE J., PLANA V., 2007. Utilización en xerojardinería de algunas especies autóctonas de la Región de Murcia. Ed. Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Murcia.
- FRANCO J.A., CROS V., BAÑÓN S., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ J.J., 2002. Nursery irrigation regimes and establishment irrigation affect the postplanting growth of *Limonium cossonianum* in semiarid conditions. Israel J. Plant Sci. 50, 25-32.
- FRANCO J.A., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ J.J., FERENÁNDEZ J.A., BAÑÓN S., 2005 a. Producción de planta ornamental para xerojardinería y paisajismo en clima semiárido. (I) Elección de especies. Agrícola Vergel 283, 341-348.

FRANCO J.A., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ J.J., FERNÁNDEZ J.A., BAÑÓN S., 2005 b. Producción de planta ornamental para xerojardinería y paisajismo en clima semiárido. (II) Acondicionamiento en vivero mediante el manejo del riego y el microclima. *Agrícola Vergel* 284, 388-394.

FRANCO J.A., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ J.J., FERNÁNDEZ J.A., BAÑÓN S., 2005 c. Producción de planta ornamental para xerojardinería y paisajismo en clima semiárido. (III) Acondicionamiento en vivero mediante el manejo de micorrización, fertilización y empleo de fitoreguladores. *Agrícola Vergel* 285, 424-430.

ISTA (International Seed Testing Association), 2011. International rules for seed testing. Edition 2011. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.

MARRERO MARTÍNEZ-CARLÓN J.M., 2011. Estudio de la influencia de la salinidad y temperatura en la germinación y crecimiento de *Limonium insigne*: implicaciones para la restauración y ajardinamiento de áreas salinas. Escuela Superior de Ingeniería. Universidad de Almería. 136 pp.

MARTÍNEZ SÁNCHEZ J.J., FRANCO J.A., VICENTE M.J., MUÑOZ M., BAÑÓN S., CONESA E., FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ J.A., VALDÉS ILLÁN R., OCHOA J., MIRALLES J., AGUADO M., ESTEVA J., LÓPEZ MARÍN J., AZNAR L., 2008. Especies silvestres mediterráneas con valor ornamental. Selección, producción viverística y utilización en jardinería. Serie técnica nº 7. Servicio de Protección y Conservación de la Naturaleza, Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad, Consejería de Agricultura y Agua, Región de Murcia, Murcia. pp. 118-119

RUIZ DE LA TORRE J. (dir.), 1996. Manual de la flora para la restauración de áreas críticas y diversificación en masas forestales. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.

RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid. pp. 552-553.

Morus alba L.

Morera, morera blanca, morera de seda; *cat.*: morer blanc, morer de cucs; *eusk.*: marhugatze, masustabe, parra

Jesús PEMÁN GARCÍA, Jesús COSCULLUELA GIMÉNEZ, Alfonso LÓPEZ VIVIÉ

1. Descripción

1.1. Morfología

Árbol de poca talla que puede alcanzar de 10 a 15 m de altura. Su tronco es de corteza gris clara de joven y anchamente agrietada en los ejemplares añosos. Forma una copa amplia, trasovada, con ramas principales muy largas y muy ramificadas (Ruiz de la Torre, 2006). Las hojas son glabras o glabrescentes.

1.2. Biología reproductiva

Siguiendo a Ruiz de la Torre (2006), las flores de *Morus alba* son unisexuales, monoicas o dioicas, en amentos densos, distribuyéndose las masculinas en la base y las femeninas en la mitad de los brotes del año. El periantio es de 4 piezas, con 4 estambres en las flores masculinas y un ovario de un lóculo uniovulado en las femeninas. Florece en primavera y el polen se libera abruptamente, facilitando la polinización anemófila. El fruto es de color blanco rosado y a veces carmín o negro, drupáceo, rodeado del perigonio que se hace carnoso (Fig. 1). Las drupas que proceden de un mismo amento se aprietan y comprimen formando la sorosis o mora. La mora es ovoidea, oblonga o subglobulosa, comestible y de sabor dulzón. Tiene un tamaño medio de 1,5 a 2,5 cm de longitud y 1 cm de anchura y de media puede tener entre 10 y 32 drupas (Ruíz Téllez y Devesa, 2007; Barbour *et al.*, 2008). Los frutos maduran entre junio y agosto y la dispersión de la semilla es por la avifauna y por los vertebrados frugívoros terrestres. Los árboles maduros pueden tener una producción de 3,7 hl de fruto por pie, aunque depende de su ubicación en la masa, ya que los pies en masas poco densas pueden producir 7 veces más fruto que los que se desarrollan dentro de la masa. Las semillas tienen un tamaño medio de 2,4 mm de longitud y 1,6 mm de anchura (Fig. 2).

1.3. Distribución y ecología

La morera es una especie originaria de la India y Asia Central que ha sido ampliamente introducida en todos los continentes por la industria de la seda. Se extiende por toda Asia y Europa, desde Corea hasta España, incluyendo China, India, Asia Central y Oriental, norte y este de África y por América, desde Estados Unidos a Argentina, incluyendo México, América Central, Colombia y Brasil. En España se distribuye por toda la península y en los archipiélagos balear y canario gracias a su valor ornamental y, sobre todo, para la alimentación del gusano de seda (*Bombyx mori*). En América y Asia, además de su interés para la producción de seda, se ha extendido por su valor forrajero.



Figura 1. Fruto de *Morus alba*
(Foto: E. Laguna).



Figura 2. Semillas de *Morus alba*.

Se distribuye desde el nivel del mar, hasta los 3.300 m en la India. Resiste bastante bien la continentalidad, aunque los fríos intensos la dañan en su edad juvenil. Su rango de temperaturas medias oscila entre 6 y 27,5 °C. Se desarrolla en una gran variedad de suelos, prefiriendo los suelos sueltos y rehuyendo los compactos y mal drenados. El rango de pH varía entre 4,9 y 8.

2. Materiales forestales de reproducción

2.1. Marco normativo. Identificación de los materiales de reproducción

No es una especie que tengan regulada la producción ni la comercialización de sus MFR. El cultivo de la morera desde hace más de 3.500 años, para la alimentación del gusano de seda, ha traído consigo la existencia de un número elevado de variedades y cultivares de los que no se dispone, en muchos casos, de una correcta caracterización genética. A ello contribuye, en gran manera, la facilidad de hibridación de las especies de este género. El número de variedades y cultivares registrados de las especies del género *Morus* superan los 2.000, de los cuales en China hay más de 700 de *M. alba* (Yungen, 2003). En España el cultivo de la morera fue generalizado y puede situarse su origen entre el siglo VI-VIII, en las provincias de Almería y Granada (González Marín, 1942). En el siglo XV se tiene constancia de su expansión en la huerta de Murcia gracias a las numerosas concesiones de tierra que se dieron para plantar moreras, constituyéndose la sericultura en el siglo XVIII en el motor económico de Murcia y su huerta (Olivares, 1972). González Marín (1942) registró más de 1.850 ayuntamientos repartidos por todas las provincias con cerca de 700.000 moreras plantadas, aunque casi la mitad de los árboles se encontraba en la región de Murcia. Las variedades de *Morus alba* más cultivadas fueron las llamadas ‘Cristiana’, ‘Valenciana’ y ‘Filipina’. La ‘Cristiana’ era la más utilizada en Murcia. Hoy en día, la utilización de la morera se centra en su valor ornamental, con una gran variedad de cultivares (Tabla 1).

Para su utilización en monte o en restauración se aconsejan los cultivares españoles. Dada su gran capacidad de adaptación y la existencia de variedades subespontáneas, que han demostrado sobradamente esta capacidad, debe garantizarse la concordancia de las zonas de utilización con las de identificación (Fig. 3).

Tabla 1. Cultivares de *Morus* spp. más utilizados en la Península Ibérica con fin ornamental (actualizado de Pérez Cañavate *et al.*, 1992).

Cultivar	Características	Origen
‘Cristiana’	Hoja suave y de gran poder nutritivo, de color verde claro. Brotación temprana	España
‘Valenciana’	Hoja más grande y acuosa	España
‘Multicaulis’ o ‘Filipina’	Hojas muy largas y acuosas. Brotación temprana y con gran capacidad de rebrote	China
‘Maconane’	Fruto negro y muy abundante. Dioica. Utilizada en la actualidad mucho como ornamental por ese carácter	
‘Péndula’	Ramas colgantes gracias al injerto de una variedad rastrera. Hoja grande y fruto negro	
‘Kagayamae’	Árbol de menor porte con hojas con 3 lóbulos acuminados y de gran tamaño	
‘Kokuso 20’, ‘Kokuso 21’	Hojas verde oscuro con brotación tardía	Japón
‘Morettiana’, ‘Florio’, ‘Restilli’	Hojas grandes y muy suaves	Italia
‘California Giant’	Similar a ‘Multicaulis’	EE.UU.
‘Rosenthal’	Porte enano	
‘Laciniata’	Hojas con profundas incisiones con lóbulos muy estrechos	
‘Nana’	Porte enano	
‘Tartarica’	Porte pequeño. Hojas pequeñas lobuladas o no lobuladas	

2.2. Técnicas de manejo y propagación

2.2.1. Semillas

La recolección de los frutos maduros se hace a principios de verano, de finales de junio a principios de agosto y se efectúa mediante vareo, provocando su caída sobre redes o lonas extendidas bajo las moreras. En ocasiones cabe aprovechar, cuando el suelo está limpio, los frutos caídos de forma natural. No debe retrasarse la recogida, por el alto riesgo de pérdida por depredación.

La extracción y limpieza de la semilla se realiza mediante despulpado, separación por flotación, secado, aventado y cribado. Para mejorar la extracción de la semilla se recomienda dejar fermentar el fruto durante uno o dos días a temperatura ambiente antes de macerarlo. Es frecuente que en la fracción flotante se encuentren semillas llenas, pero cuyo aspecto interior, en cuanto a color y frescura, no sea el que cabe esperar de una semilla en buen estado. Asimismo, resulta oportuno que el secado de las semillas obtenidas tras la maceración de las moras se realice a la sombra.

Si bien la semilla de morera se puede mantener viable durante 2-3 años en condiciones ambientales ordinarias, el método a recomendar para su conservación a corto y medio

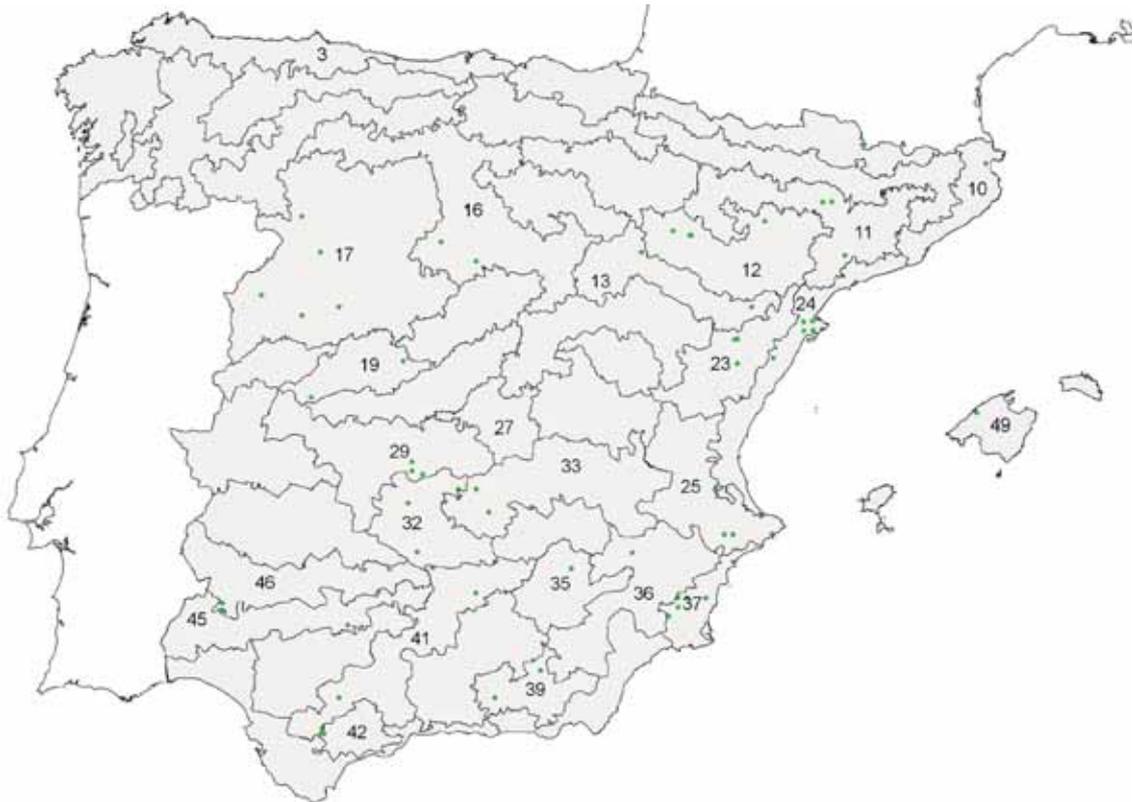


Figura 3. Distribución de *Morus alba* y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Anthos).

plazo, dado su comportamiento ortodoxo, es en ambiente seco y frío, a 0-5 °C, dentro de recipientes herméticos y con un bajo contenido de humedad (4-8 %). El almacenaje a bajas temperaturas, -19 y -26 °C, a aplicar en la conservación a largo plazo en programas de conservación de recursos genéticos, también ha proporcionado muy buenos resultados.

Si se siembra después de recoger no precisa de pretratamiento. Para el caso de las siembras en primavera, una estratificación en frío (0,6-5 °C) y húmedo, entre 30 y 120 días, ha dado buenos resultados (Barbour *et al.*, 2008). Para los lotes de semillas de especies del género *Morus*, las ISTA (2011) establecen como método para evaluar su viabilidad, la germinación en arena conforme a una alternancia térmica (20-30 °C), según un ciclo de 16-8 horas, durante 28 días, no necesitando ningún tratamiento previo.

La germinación de la especie es epigea. Plántulas entre 4-5 cm, con cotiledones aovados, luego con hojas juveniles lanceoladas, con borde ligeramente aserrado (Navarro-Cerrillo y Gálvez, 2001 a).

2.2.2. Vegetativa

La morera puede ser propagada con éxito mediante diferentes técnicas como son el estaquillado, el injerto, el acodo y el cultivo *in vitro*. En la propagación mediante estaquilla leñosa se han obtenido porcentajes de enraizamiento superiores al 75% con estaquillas procedentes de varetas del año, tratadas con ácido indolbutírico (AIB) a 2.000 ppm y

colocadas sobre mesas calientes a 20-24 °C durante tres semanas (Pérez Cañavate *et al.*, 1992). El aporte de AIB en concentraciones superiores a 2.500 ppm incrementa un 15% la velocidad de enraizamiento (Boschini y Rodríguez, 2002). El tamaño de la estaquilla que se recomienda para alguno de sus cultivares es de 30 a 40 cm de longitud, con un diámetro entre 3,0 y 3,9 cm y con 3 ó 4 yemas (Medina *et al.*, 2007). Aunque en esta especie tienen éxito un gran número de tipos de injerto, los más utilizados en su propagación son el de púa y el de escudete. El injerto es la técnica más utilizada para la obtención de ciertos cultivares ornamentales.

Tabla 2. Datos característicos de lotes de semillas de *Morus alba*.

Rendimiento semilla/fruto (% en peso)	Pureza (%)	Facultad germinativa (%)	Nº semillas kg ⁻¹	Referencia
	85-95	70-90	350.000-800.000	Catalán (1991)
2-5			286.000-770.000	Barbour <i>et al.</i> (2008)
1,5-3,5	70-90	70-90	350.000-550.000-800.000	CNRGF <i>El Serranillo</i> (Anexo III)
	(98-100)		(250.000-500.000)	Vivero Central JCyL (Anexo IV)

El cultivo *in vitro* es otra técnica que puede aplicarse en la morera con garantías de éxito, al obtenerse tasas de supervivencia del 90% de las plantas propagadas con explantos de secciones nodales del tallo o del meristemo apical (Vijaya Chrita y Padmaja, 1999; Anis *et al.*, 2003; Dandin y Naik, 2004; Fernández-Lorenzo *et al.*, 2004).

3. Producción de plantas

Se puede producir tanto a raíz desnuda como en contenedor. La producción de planta forestal a partir de semilla se realiza en contenedores forestales con volúmenes comprendidos entre 200 y 350 cm³. Estos mismos contenedores son empleados para otros objetivos como la producción de planta que posteriormente será trasplantada en tierra para su desarrollo como arbolado de calibre o bien para su empleo como portainjerto de variedades ornamentales para jardinería, como son las variedades ‘Fruitless’, ‘Kagayamae’ o ‘Péndula’, entre otras.

4. Uso en repoblaciones y restauraciones

Las mayores extensiones de plantaciones de morera se encuentran en China, con 626.000 ha, India con 280.000 ha y Brasil con 38.000 ha (Sánchez, 2000; Huo, 2002; Datta, 2002). En América y Asia se ha extendido su utilización por su enorme interés como productora de forraje para el ganado. La alta palatabilidad de sus hojas y su alto contenido en proteínas (15 al 28%) y minerales (Ca: 1,8-2,4%; P: 0,14-0,24%; K: 1,9-2,87%; Mg: 0,47-0,64%) hacen que el follaje de esta especie pueda ser la dieta principal del ganado ovino y caprino, y un complemento ideal en la alimentación del ganado vacuno y porcino.

En España, el interés de la especie radica en su carácter ornamental aunque también puede utilizarse, además de cómo especie forrajera, en restauración para repoblaciones de enriquecimiento y de reconstrucción de hábitats, por lo apreciado de su fruto por la fauna silvestre. Se trata de una especie rústica que soporta la polución y la sequía, si bien el primer año de plantación tiene una gran necesidad de agua. Su potente sistema radical impide la erosión y sus hojas enriquecen los terrenos pobres. En una experiencia realizada en Grecia, en el que plantas cultivadas en macetas de 50 cm de diámetro han sido sometidas a tres niveles de riego y a una evaluación de su respuesta al corte, se ha comprobado la capacidad de *M. alba* para desarrollar mecanismos de adaptación

específica y de crecimiento en condiciones de déficit hídrico. Los resultados obtenidos sugieren que se trata de una prometedora especie forrajera para las zonas mediterráneas semiáridas (Karatassiou *et al.*, 2008). En las plantaciones ornamentales en calles y avenidas se emplean las variedades estériles, como 'Fruitless', para evitar el problema de la suciedad que ocasionan sus frutos en aceras y calzadas.



Figura 4. Planta de una savia de *Morus alba* cultivada en contenedor (Foto: A. López Vivié).

5. Planificación de la repoblación

Las plantaciones forestales con esta especie son muy raras, pudiendo emplearse planta en contenedor forestal o en pequeños contenedores de 1 a 5 litros de capacidad. Las plantaciones ornamentales se realizan con árboles de diferentes calibres, presentados habitualmente a raíz desnuda y en ocasiones en cepellón o contenedor. Es un árbol de muy fácil implantación, incluso a raíz desnuda, y de rápido desarrollo, sobre todo los primeros años.

6. Bibliografía

ANIS M., FAISAL M., SINGH S.K., 2003. Micropropagation of Mulberry (*Morus alba* L.) through in vitro culture of shoot tip and nodal explants. *Plant Tiss. Cult.* 13(1), 47-51.

- BARBOUR J.R., READ R.A., BARNES R.L., 2008. *Morus*. En: The woody plant seed manual (Bonner F.T., Karrfalt R.P., eds.). United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, Washington. pp. 728-732.
- BOSCHINI C., RODRIGUEZ A.M., 2002. Inducción del crecimiento de estacas de morera (*Morus alba* L.) con Ácido Indolbutírico. *Agronomía Mesoamericana* 13(1), 19-24.
- CATALÁN G., 1991. Semillas de árboles y arbustos forestales. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. pp. 261-262.
- DANDIN S.B., NAIK V.G., 2004. Biotechnology in Mulberry (*Morus* spp.) crop improvement: research directions and priorities. En: Plant Biotechnology and molecular markers (Srivastava P.S., Narula A., Srivastava S., eds.). Anamaya Publishers, New Delhi, India. pp. 206-216.
- DATTA R.K., 2002. Mulberry cultivation and utilization in India. En: Mulberry for animal production (Sánchez M.D., ed.). FAO Animal Production and Health Paper 147, 45-62.
- FERNÁNDEZ-LORENZO J.L., PÉREZ V., LIÑAYO S., MOSQUERA-LOSADA M.R., RIGUEIRO-RODRÍGUEZ A., 2004. Micropropagation of three clones of *Morus alba* L. selected for fodder use. En: Silvopastoralism and sustainable land management (Mosquera-Losada M.R., Rigueiro-Rodríguez A., McAdam, J., eds.). Proceedings of an international Congress on Silvopastoralism and sustainable management, Lugo. pp. 121-123.
- GANGA G., 2003. Comprehensive sericulture. Enfield, N.H.: Science Publishers, cop. USA.
- GONZÁLEZ MARIN F., 1942. La crianza del gusano de seda. El cultivo de la morera. Ministerio de Agricultura, Sección de Publicaciones, Prensa y Propaganda, Madrid.
- HUO Y., 2002. Mulberry cultivation and utilization in China. En: Mulberry for Animal Production (Sánchez M.D., ed.). FAO Animal Production and Health Paper 147, 11-43.
- ISTA (International Seed Testing Association), 2011. International rules for seed testing. Edition 2011. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- KARATASSIOU M., PARISSI Z.M., ABRAHAM E.M., KYRIAZOPOULOS A.P., 2008. Growth of *Morus alba* L. under water deficit conditions. *Options Méditerranéennes series A*, 79, 315-318.
- MEDINA M.G., GARCÍA D.E., CLAVERO T., IGLESIAS J.M., LÓPEZ J.G., 2007. Evaluación inicial de la morera (*Morus alba* L.) en condiciones de vivero. *Zootecnia Tropical* 25(1), 43-49.
- NAVARRO CERRILLO R.M., GÁLVEZ C., 2001. Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Tomo II. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba. pp. 223-225.
- OLIVARES P., 1972. El cultivo de la morera en la huerta murciana en el siglo XVIII. *Papeles de Geografía* 4, 103-136.
- PÉREZ CAÑAVATE J.G., GONZÁLEZ BENAVENTE A., FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ J.A., BAÑÓN S., 1992. La morera como árbol ornamental. *Horticultura* 76, 13-23.
- RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid. pp. 581-585.
- SÁNCHEZ M.D., 2000. World distribution and utilization of Mulberry, potential for animal feeding. Electronic Conference on Mulberry for animal production (*Morus1-L*). Disponible en: URL: <http://www.fao.org/DOCREP/005/X9895E/x9895e02.htm#bm02>. [6 Jun, 2011].
- VIJAYA CHITRA D.S., PADMAJAJA G., 1999. Clonal propagation of mulberry (*Morus indica* L. cultivar M-5) through in vitro culture of nodal explants. *Scientia Hort.* 80, 289-298.
- YUNGEN M., 2003. Conservation status of mulberry genetic resources in China. En: Conservation status of sericulture germoplasm resources in the world - I. Conservation status of Mulberry (*Morus* spp.) genetic resources in the world (Sohn K. W., ed.). Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/005/AD107E/AD107E00.HTM>. [6 Jun, 2011].

Myrtus communis L.

Arrayán, arraján, riján, mirto, murta; *cat.*: murta, muriera, murara; *gall.*: miltra, murta, murteira.

Reyes ALEJANO MONGE, Manuel FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

1. Descripción

1.1. Morfología

El mirto pertenece a la familia *Myrtaceae*, siendo el único representante de esta familia en la cuenca mediterránea. Se trata de un arbusto aromático de hoja perenne que puede llegar a medir hasta 3 m, pero normalmente su altura es de 0,5-1,5 m. Muy ramificado, en pies aislados tiende a tener un porte hemisférico. Las hojas son simples, opuestas y persistentes, con un peciolo de 1-2 mm y limbo de 2-6 x 1-3 cm, ovales, lanceoladas, agudas en la base, lampiñas y lustrosas en el haz, verde-oscuro, con el envés más claro (Ruiz de la Torre, 2006). Se trata de una especie con fuertes variaciones morfológicas en las hojas que pueden observarse en campo. Al triturar las hojas dan un aroma muy característico. Las ramas llevan en los nudos dos hojas coriáceas y lustrosas enfrentadas, casi sin peciolo, de color verde oscuro en el haz y algo más claras en el envés. Las flores son pentámeras, axilares, aisladas y aromáticas, con pétalos de 1-1,5 cm de color blanco. Incluyen numerosos estambres libres con filamentos de alrededor de 1 cm y anteras amarillo claras.

1.2. Biología reproductiva

Las flores son hermafroditas, autocompatibles y de polinización entomófila. La floración se produce de mayo a julio (Arroyo, 1988 y 1990; Aronne y Wilcock, 1997) o hasta agosto (García Fayos, 2001) y puede producir otro periodo de floración menos intenso en otoño.

El mirto posee un fruto en baya poco carnosa, del tamaño de un guisante, de color negro azulado en la madurez, de 7-10 mm de larga por 6-8 mm de ancha, anchamente elíptica, con cinco dientes en el extremo y coronado por el cáliz persistente (Fig. 1). El fruto alcanza el máximo tamaño al final del verano y madura en el otoño (de octubre a enero), adquiriendo entonces el color azul muy oscuro. La maduración se produce a la vez que otras especies de fruto carnoso como acebuche o lentisco (Herrera, 1984). Hay dimorfismo en el color de los frutos, produciendo algunas plantas frutos de color blanquecino. Los individuos reproductores pueden tener miles de frutos. González Varo (2010) obtuvo como cifra media en 72 plantas del valle del Guadalquivir una cifra de 23.000 ± 15.000 frutos por pie.

Cada fruto contiene entre 2 y 20 semillas, aunque el número medio de semillas por fruto varía entre poblaciones (García Fayos, 2001) (Fig. 2). En un estudio realizado en el Valle del Guadalquivir, González Varo (2010) obtuvo que, como media, los frutos contienen

5,2±2,7 semillas, que pesan 10,8±4,1 mg cada una. La semilla tiene forma arriñonada y color crema brillante. La floración y fructificación presenta una fuerte variabilidad entre individuos y años (Cani, 1996).

El mirto es una especie zoócora, difundida por un importante número de aves y también por mamíferos. Entre las aves, la mayoría de los dispersores son residentes o migradores invernales pertenecientes a las familias *Sylviidae* y *Turdidae*, que en general tragan los frutos enteros y los regurgitan o excretan sin producir daño a la semilla (Herrera, 1984; González Varo, 2010). Sin embargo, los depredadores de semilla, que muerden o picotean el fruto pudiendo dañar la simiente, pertenecen a las familias *Fringillidae* y *Passeridae* (González Varo, 2010). Mamíferos carnívoros (*Vulpes vulpes* o *Martes* sp.), han sido también descritos como consumidores y dispersores de frutos de mirto (Traveset *et al.*, 2001).



Figura 1. Frutos de *Myrtus communis*
(Foto: R. Alejano).



Figura 2. Semillas de *Myrtus communis*.

1.3. Distribución y ecología

Especie de origen incierto por la antigüedad de su cultivo y la facilidad de asilvestramiento, actualmente puede clasificarse como circunmediterránea, abundante sobre todo en Anatolia y Siria, en la Península Ibérica y en el Magreb (Ruiz de la Torre, 2006). En la Península Ibérica aparece en el cuarto sudoeste, centro-sur, litoral del sur y este y Baleares, y es rara en el NO (Fig. 3). Parte del área actual puede proceder de antiguos cultivos, asilvestramiento, etc. (Ruiz de la Torre, 2006).

Esta especie vive en áreas de clima Mediterráneo genuino, siguiendo la clasificación de Allúe (1990), y es una especie termófila. Requiere climas suaves, donde la sequía estival no sea especialmente acusada y prefiere los suelos frescos y algo húmedos. En áreas con mayor sequía estival se refugia en vaguadas y zonas frescas. Prefiere las bajas altitudes, precipitaciones medias de 500 mm o menores si hay humedad ambiental o se refugia en vaguadas. Es indiferente al sustrato y vive en arenales silíceos, granitos, pizarras y terrenos rocosos calizos y dolomíticos.

Este arbusto aparece en el sotobosque de alcornoques o encinares claros y de pinares de *Pinus pinea*, *P. pinaster* y, menos frecuentemente, *P. halepensis* o *P. nigra*. Es habitual

en matorrales arbustivos de tipo mancha, coscojares o lentiscares. Estudios genéticos efectuados con isoenzimas muestran una alta variación dentro de poblaciones así como también entre poblaciones distantes (Messouid *et al.*, 2006).

El mirto rebrota vigorosamente de cepa tras el fuego o la corta, pero las semillas no soportan las altas temperaturas de los incendios. En un estudio realizado por Hernández *et al.* (2010) en siete especies mediterráneas, se encontró que el mirto junto con el lentisco, son las especies con mayor proporción de biomasa radical, lo que se explica debido a su carácter rebrotador (Schwilk y Ackerly, 2005).

La especie tiene un gran valor ornamental, reconocido desde la antigüedad, y un aroma que ha hecho que se trate de una planta simbólica en ritos y religiones. En jardinería se utilizan varios cultivares destacando el de hoja pequeña cultivado en Granada desde la época musulmana medieval (Ruiz de la Torre, 2006). Hay autores que incluso reconocen la subespecie *tarentina*, que presenta hojas de menor tamaño y puede proceder del asilvestramiento de variedades cultivadas (Prada y Arizpe, 2008).

2. Material forestal de reproducción

2.1. Marco normativo. Identidad del MFR. Materiales disponibles

Los materiales forestales de reproducción de *M. communis* no están regulados por la normativa estatal de comercialización de semillas, pero sí por la legislación elaborada por la Comunidad Valenciana (D. 15/2006) para aplicación en su territorio. Con el objetivo de promover la conservación de los recursos genéticos de las poblaciones naturales, se recomienda el uso de materiales de la misma región ecológica en la que se va a efectuar la forestación. Como orientación y a modo de sistema oficioso de asignación de la procedencia puede emplearse la división territorial establecida por García del Barrio *et al.* (2001) en las denominadas Regiones de Identificación y Utilización de materiales forestales de reproducción.

El mirto figura en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres de la Región de Murcia (D. 50/2003) con la categoría de especie “De interés especial”. En Baleares (D. 75/2005), su recolección con fines comerciales requiere de autorización administrativa. En lo que se refiere a sanidad vegetal, el mirto no está incluido en la actual normativa sobre pasaporte fitosanitario.

2.2. Técnicas de propagación y manejo

2.2.1. Semillas

La recogida de los frutos se hace en los meses de octubre a diciembre o incluso a partir de este mes (García Fayos, 2001), dependiendo del clima de la zona. Se hace de forma manual y desde el suelo.

Para obtener las semillas, los frutos se dejan en maceración durante unas horas, se trituran con una batidora regulando la velocidad y comprobando la agresividad del corte y se separan las semillas de la pulpa con ayuda de una criba y agua a presión. Seguidamente,



Figura 3. Distribución de *Myrtus communis* y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Mapa Forestal de España, 1:200.000).

y conforme a su carácter ortodoxo, se secan las semillas hasta alcanzar un contenido de humedad entre el 6 y 8%, y se termina de acondicionar el lote mediante cribado o aventado. Se pueden conservar a temperatura ambiente hasta 2 ó 3 años y hasta al menos 5 años en frascos herméticos mantenidos entre 4 y 5 °C (Navarro Cerrillo y Gálvez, 2001; García Fayos, 2001; Prada y Arizpe, 2008). Las semillas del mirto no presentan letargo.

Traveset *et al.* (2001) afirman que la capacidad germinativa de la semilla de mirto mejora al pasar por el tracto digestivo de las aves, no así por el de mamíferos, como la marta, si bien cuando el fruto es muy grande, este efecto disminuye.

Varios autores consideran que los tratamientos pregerminativos no son necesarios para el cultivo de la planta de mirto (Catalán, 1985; Navarro Cerrillo y Gálvez, 2001; García Fayos *et al.*, 2001; de la Rosa y Ramírez- Gómez, 2002; Prada y Arizpe, 2008), si bien pueden homogeneizar y acelerar la germinación. A continuación, se recogen los diferentes tratamientos propuestos en distintos trabajos:

- Catalán (1985), aunque considera que los tratamientos peregerminativos no son necesarios, propone que las semillas se pueden poner a remojo en agua a temperatura ambiente de 12 a 24 horas antes de la siembra, lo que acelera su germinación. El tratamiento con agua caliente es contraproducente, en principio acelera la germinación pero también perjudica la semilla favoreciendo la

fermentación y destrucción de otras semillas (Catalán, 1985). Al mismo resultado llegan De la Rosa y Jiménez (2002).

- Ellis *et al.* (1985) y Prada y Arizpe (2008) proponen un tratamiento de estratificación en frío 1-5 °C durante 1 a 2 meses.
- Khosh-Khui y Bassiri (1976), recomiendan realizar la germinación a una temperatura entre 20 y 27 °C, con tratamiento pregerminativo con escarificado con ácido sulfúrico, solución al 96%, durante 60 minutos. De la Rosa y Jiménez (2002) también obtienen buenos resultados sumergiendo las semillas en ácido sulfúrico al 98% durante 10 minutos.
- Domínguez-Lerena *et al.* (2001) recomiendan como tratamiento pregerminativo envolver las semillas con papel humedecido con agua destilada y fungicida y colocarlas en un recipiente cerrado en el frigorífico durante 15 días. Este tratamiento con 4 semillas por alveolo consigue germinaciones del 100%.

Las normas ISTA (2011) no hacen referencia a esta especie en sus prescripciones sobre métodos de evaluar la germinación.

Tabla 1. Datos característicos de lotes de semillas de *Myrtus communis*.

Rendimiento semilla/fruto (% en peso)	Pureza (%)	Facultad germinativa (%)	Nº semillas kg ⁻¹	Referencia
20-25	90-95	80-85	103.000-122.500-160.000	Catalán (1991)
			136.463-376.364	García-Fayos (2001)
6	99-100	86	145.000	Navarro y Gálvez (2001)
		50-80	150.000-250.000	Piotto y Di Noi (2001)
3-12,4	96-100	74-98	136.500-319.900	Banc de Llavors Forestals (Anexo II)
9-16	90-95	65-85	85.000-180.000	CNRGF <i>El Serranillo</i> (Anexo III)

Germinación epigea. Plántula entre 2 y 3 cm, con dos cotiledones lanceolados, y con hojas juveniles pequeñas elípticas, algo acuminadas, de color verde claro. Las primeras germinaciones se pueden obtener en el primer mes desde la siembra, completándose antes de los tres meses. Domínguez-Lerena *et al.* (2001) obtienen un periodo medio de 2,5 meses para la emergencia de las plántulas. Las siembras realizadas en primavera con semilla previamente tratada tienen una germinación inicial alta en esa misma primavera, por lo que el cultivo debe prolongarse una savia. Traveset *et al.* (2001) afirman que no existe diferencia en la capacidad germinativa bajo condiciones controladas entre las semillas obtenidas de los dos tipos de frutos (azulado y blanquecino).

2.2.2. Vegetativa

Esta especie se cultiva a través de estaquillas, sobre lo que existe bastante información debido al creciente interés por sus aceites esenciales (Prada y Arizpe, 2008), realizándose también cultivos *in vitro*.

Se han obtenido muy buenos resultados usando estaquillas semileñosas recolectadas en julio o agosto de plantas madre rejuvenecidas, llegando a alcanzar el 90% de enraizamiento (Pignatti y Crobeddu, 2005). Klein *et al.* (2000) obtienen los mejores resultados recolectando el material en diciembre- febrero, estaquillando en ambiente a 20 °C y aplicando calor basal, consiguiendo así un 70% de enraizamiento. Estos autores afirman que las estaquillas cortadas en diciembre-febrero tienen mayor capacidad de emitir raíces que las cortadas en mayo-agosto. Pero en general, el mirto muestra una gran variabilidad individual en su capacidad de enraizamiento (Cervelli, 2001), siendo la fase de aclimatación del material enraizado la más delicada, y en la que se producen mayores pérdidas (Milia *et al.*, 1996; Frau *et al.*, 2001). Prada y Arizpe (2008) afirman que en esta especie se ha usado como sustrato una mezcla de paja, turba y fibra de coco (Crobeddu y Pignatti, 2005) o turba y perlita en proporción 1:1 (De Vita y Lauro, 2004). El mirto se regenera también a partir de yemas axilares (Kosh- Khui *et al.*, 1984; Nobre, 1994) y meristemos (Frau *et al.*, 2001; Morini *et al.*, 2002).

3. Producción de plantas

Aunque el mirto no se ha utilizado tradicionalmente en plantación forestal, su empleo en jardinería y como planta productora de aceites esenciales ha permitido su cultivo en vivero desde hace tiempo.

Para su cultivo en vivero las semillas deben sembrarse en otoño (sin tratamiento) o en primavera (con o sin tratamiento) (Prada y Arizpe, 2008). Aunque no se han definido las regiones de procedencia de la especie, es recomendable ser cuidadosos con el origen de la semilla, tratando de que provenga de áreas próximas espacial o ecológicamente a la zona donde se utilizará la planta para repoblación. La emergencia se produce a principios de primavera y se completa en tres meses (Prada y Arizpe, 2008). Las plántulas de mirto, muy sensibles al frío, pueden tener 2-3 cm, con dos cotiledones lanceolados, y con hojas juveniles pequeñas elípticas, algo acuminadas, de color verde claro. El trasplante de las plántulas puede realizarse a envases forestales de 300 cm³ para planta tipo 1-0, obteniéndose un tamaño final de 10-15 cm de altura (Fig. 4). En algunos viveros, todavía se cultiva como planta a raíz desnuda, para planta tipo 1+1, pudiendo en ciclos largos de cultivo obtener planta de 60-80 cm de altura final. Para su uso como especie ornamental y en jardinería también puede cultivarse en envases mayores. Algunos viveros comercializan plantas de mirto de varias savias para ser tratadas como bonsai.

Domínguez Lerena *et al.* (2001) recomiendan usar como sustrato turba rubia fertilizada y dos fertilizaciones de apoyo en junio y septiembre, con riegos cada 2-3 días y fungicida cada 15 días. En la Tabla 2 se recogen los datos morfológicos obtenidos por los autores anteriores en su estudio. Con respecto al equilibrio parte aérea/parte radical, como puede verse, el mirto tiene un desarrollo bastante proporcionado de ambas partes, tendiendo un poco más a conceder mayor importancia al desarrollo radical, con una raíz fibrosa y ramificada, en la zona superior del suelo, sin presentar una raíz principal marcadamente definida.

Mendes *et al.* (2001) afirman que la morfología foliar, anatomía y composición química de las plántulas de mirto se adecua a las condiciones de luz bajo las que ha crecido. Las

hojas de plantas totalmente expuestas a la luz son más gruesas que las que crecen con un 30% de la luz total, tienen más concentración de N y mayor densidad de estomas y concentración de clorofila por área foliar. Las hojas aclimatadas a la luz total presentan un control más eficiente de las pérdidas de agua durante el periodo de estrés hídrico.



Figuras 4 a y b. Planta de *Myrtus communis* de dos savias cultivada en alveolo de 200 cm³ (izquierda) y de tres savias cultivada los dos primeros años en el mismo tipo de alveolo y trasplantada a envase de 1 litro para su tercer año de cultivo (derecha) (Fotos: CNRGF *El Serranillo*).

Tabla 2. Valores de atributos morfológicos de plantas de *Myrtus communis* (media \pm coeficiente de variación).

Atributo	Valores de referencia
Altura (cm)	21,4 \pm 24,4
Diámetro del cuello de la raíz (mm)	3,82 \pm 14,5
Peso seco aéreo - PA (g)	2,09 \pm 29,7
Peso seco radical - PR (g)	1,35 \pm 26,0
Peso seco total (g)	3,47 \pm 27,2
PA/PR	0,4 \pm 10,0
Esbeltez (cm mm ⁻¹)	5,63 \pm 20,8

4. Uso en repoblaciones y restauraciones

El mirto no ha sido una especie tradicionalmente utilizada en repoblación forestal, pero en las últimas décadas se ha introducido sobre todo como acompañante en repoblaciones en el medio mediterráneo. Es, sin embargo, una especie ya conocida desde época romana (Mulas *et al.*, 1998) por su interés ornamental y uso en jardinería.

Los principales usos del mirto se centrarían en el campo farmacéutico y para perfumería, debido al interés de los aceites esenciales que pueden extraerse principalmente de las hojas. Las hojas del mirto también son útiles para la alimentación de herbívoros silvestres y domésticos, sobre todo en invierno cuando la disponibilidad de pasto es limitada (Bullitta y Porqueddu, 1992). En los últimos decenios en Cerdeña ha tenido gran éxito comercial el licor de mirto, obtenido a partir de bayas y hojas, que ha requerido la recolección de importantes cantidades de fruto y biomasa de la especie (Nuvoli y Spano, 1996), hasta el punto de suponer una fuerte presión antrópica que afecta a la evolución natural de esta especie en las formaciones de maquia mediterránea de esta isla (Mulas *et al.*, 1998).

En España el mirto se planta como especie que incrementa la diversidad de los bosques y matorrales mediterráneos, protege los suelos y es fuente de alimentación para la fauna silvestre, especialmente las aves.

En Andalucía, por ejemplo, se está utilizando esta especie en repoblaciones mixtas, acompañando a otras especies arbóreas como *Pinus pinea*, *Ceratonia siliqua*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, y frecuentemente también en mezcla con especies de matorral mediterráneo como *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus* sp., etc. En general es utilizada en repoblaciones protectoras o de conservación, frecuentemente en espacios protegidos. En la provincia de Huelva son frecuentes repoblaciones mixtas de las especies antes mencionadas en áreas ocupadas anteriormente por plantaciones de *Eucalyptus*, aunque en estas áreas, al abrir el suelo a la luz, el mirto se regenera de forma natural con facilidad, observando en algunas repoblaciones mayor desarrollo de las plantas que se han establecido de forma natural que de las introducidas en la repoblación.

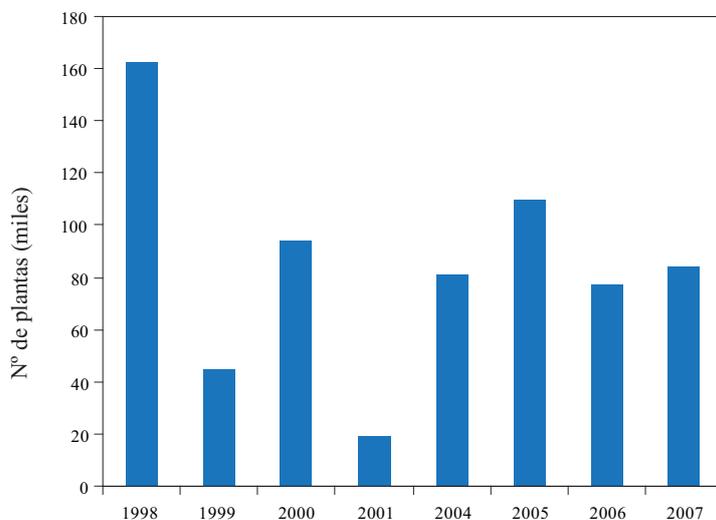


Figura 5. Evolución de la producción de plantas de *Myrtus communis* en la Red de Viveros de Andalucía (Fuente: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 2011).

En la Figura 5 observamos la evolución en el tiempo de la producción en vivero de plantas de *M. communis* en la Red de Viveros de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Como cifra de referencia, el total de plantas producidas en esta red de viveros fue de 5.281.821 en 2006 y de 4.409.650 en 2007, lo que puede dar una idea de su uso en repoblaciones en esta Comunidad Autónoma.

5. Planificación de la repoblación

El método más extendido de repoblación del mirto es la plantación de brinzales, si bien no se han encontrado trabajos que comparen este método con la siembra. La plantación suele realizarse de forma manual. Puesto que el mirto se planta como especie acompañante, en mezcla con otras especies, las densidades podrán ser muy variables.

La eliminación de la vegetación preexistente puede realizarse mediante desbroces o laboreos. Los desbroces pueden ser totales o selectivos, manteniendo en el monte los pies de especies que pueden enriquecer la repoblación que se realiza. En repoblaciones de protección o conservación son recomendables los desbroces selectivos para mantener en el monte la vegetación que de forma natural ya se ha instalado. Los desbroces totales



Figura 6. *Myrtus communis* repoblado como especie acompañante de *Pinus pinea*. En la imagen se observa la competencia que la jara, regenerada de forma natural, ejerce sobre la planta de mirto (Foto: R. Alejano).

se pueden realizar mediante desbrozadoras de martillos o de cadenas, que reincorporan al suelo los restos triturados de la vegetación eliminada, evitando de esta forma la exportación de nutrientes, por lo que es un método recomendado en suelos más pobres en nutrientes, como pueden ser las arenas costeras de las provincias litorales donde aparece esta especie. El uso del laboreo con grada de monte para eliminar la vegetación preexistente está muy generalizado en algunas zonas debido a su facilidad de aplicación y menor coste, sin embargo debe tratar de evitarse en repoblaciones de conservación o protección, ya que no solo elimina la vegetación, sino que voltea los horizontes del suelo.

En el caso de que el mirto se implante para enriquecimiento del matorral de un área ya forestada u ocupada por bosque, o para diversificación de especies, el método de preparación del suelo debe ser puntual, incluso manual para evitar el paso de maquinaria por áreas de bosque o vegetación ya instaladas (Fig. 6). En el resto de los casos la preparación del suelo será la recomendable para la mezcla de especies, tipo de terreno y topografía de la zona a repoblar. Los subsolados son en general un método muy utilizado en este tipo de repoblaciones.

6. Bibliografía

- ARONNE G., WILCOCK C., 1997. Reproductive phenology in Mediterranean Macchia Vegetation. *Lagascalia* 19(1-2), 445-454
- ARROYO J., 1988. Fenología de la floración en especies del matorral del sur de España. *Lagascalia* 15, 593-606.
- ARROYO J., 1990. Ritmos climáticos y de floración en matorrales del SW de España. *Lagascalia* 16(1), 25-50.
- BULLITTA P., PORQUEDDU C., 1992. La machia mediterranea come risorsa pastorale. *Studi Sassaressi* 34, 131- 144.
- CANI M.R., 1996. Osservazioni sulla biologia e valutazione della biodiversità naturale per la domesticazione de *Myrtus communis*. Tesis de licenciatura. Facultad de Agraria. Università degli Studio di Sassari.
- CATALÁN G., 1991. Semillas de árboles y arbustos forestales. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. pp. 263-264.
- CERVELLI C., 2001. Una collezione di mirto per pensare al mercato. *Colture protette* 30, 59-62.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, 2011. Estadística de la Red de Viveros de la Consejería de Medio Ambiente. [en línea] Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/> [6 Jun, 2010]
- CROBEDDU S., PIGNATTI G., 2005. Propagazione per talea di specie mediterranee. Prove di sustrato. *Sherwood Foreste ed Alberi Oggi* 114, 27-31.
- DE LA ROSA M.C., RAMÍREZ-GÓMEZ F.J., 2002. Propagación sexual de plantas de *Quercus suber*, *Myrtus communis* y *Corema album* procedentes del Andévalo y la campiña onubense. Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería Técnica Forestal. Universidad de Huelva.
- DE VITA M., LAURO P., 2004. Influenza dei substrati sull'accrescimento di genotipi di mirto coltivato in vaso. *Atti VII Giornate Scientifiche SOI*, 4-6 maggio 2004, Napoli.
- DOMÍNGUEZ-LERENA S., MURRIAS G., HERRERO N., PEÑUELAS J.L., 2001. Cultivo de 11 especies mediterráneas en vivero: implicaciones prácticas. *Ecología* 15, 213-223.
- ELLIS R.H., HONG T.D., ROBERTS E.H., 1985. Handbook of seed technology for genebanks. Volumen II. Compendium of specific germination information and test recommendation. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

- FRAU A., CADINU M., REPETTO A., ZEDDA A., 2001. Micropropagazione di cinque cloni di mirto sardo. *Informatore Agrario* 57, 65-67.
- GARCÍA-FAYOS P. (coord.), 2001. Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana. Banc de Llavors Forestals, Conselleria de Medi Ambient, Generalitat Valenciana, Valencia. pp. 25.
- GONZÁLEZ-VARO J.P., 2010. Fragmentation, habitat composition and the dispersal/predation balance in interactions between the Mediterranean myrtle and avian frugivores. *Ecography* 33, 185-197.
- HERNÁNDEZ E.I., VILAGROSA A., PAUSAS J.G., BELLOT J., 2010. Morphological traits and water use strategies in seedlings of Mediterranean coexisting species. *Plant Ecol* 201, 233-234.
- HERRERA C., 1984. A study of avian frugivores, bird-dispersed plants and their interaction in Mediterranean scrublands. *Ecol. Monogr.* 54, 1-23.
- KHOSH-KHUI M., BASSIRI A., 1976. Physical dormancy in myrtle seed. *Sci. Hort.* 5, 363-366.
- KHOSH-KHUI M., SHEKAFANDEH A., AZARAKHSH A., 1984. Micropropagation of myrtle. *Sci. Hort.* 22, 139-146.
- KLEIN J.D., COHEN S., HEBBE Y., 2000. Seasonal variation in rootlet ability of myrtle (*Myrtus communis*) cuttings. *Sci. Hort.* 83(1), 71-76.
- ISTA (International Seed Testing Association), 2011. International rules for seed testing. Edition 2011. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- MESSAOUD C., KHOUDJA M.L., BOUSSAID M., 2006. Genetic diversity and structure of wild Tunisian *Myrtus communis* L. (*Myrtaceae*) populations. *Genet. Resour. Crop Evol.* 53, 407-417.
- MENDES M.M., GAZARINI L.C., RODRIGUES M.L., 2001. Acclimation of *Myrtus communis* to contrasting mediterranean light environments- effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. *Environ. Exp. Bot.* 45(2), 165-178.
- MILIA M., PINNA M.E., SATTA M., SCARPA G.M., 1996. Propagazione del mirto (*Myrtus communis* L.) mediante l'uso di tecniche diverse. *Rivista italiana EPPOS* 19, 117-123.
- MORINI S., FREDIANI F., ONOFRIO C.D., 2002. Indagini sulla micropropagazione del mirto. *Italus Hortus* 9, 41-48.
- MULAS M., CANI M.R., DEIDDA P., 1998. Osservazioni sulla biologia e valutazione della biodiversità naturale per la domesticazione del *Myrtus communis* L. En: Collana di Studi mirto di Sardegna tradizionali. (Associazione produttori Liquore mirto di Sardegna tradizionale, ed.). Cagliari. pp 61-27.
- NAVARRO CERRILLO R.M., GÁLVEZ C., 2001. Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Tomo II. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba. pp. 226-228.
- NOBRE J., 1994. *In vitro* shoot proliferation of *Myrtus communis* L. from field grown plants. *Sci. Hort.* 58, 253-258.
- NUVOLI F., SPANO D., 1996. Analisi e prospettive economiche dell'utilizzazione industriale del mirto. *Rivista italiana EPPOS* 7(19), 21-86.
- PIGNATTI G., CROBEDDU S., 2005. Effects of rejuvenation on cutting propagation of Mediterranean shrub species. *Foresta* 2, 290-296.
- PIOTTO B., DI NOI A. (eds.), 2001. Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea. ANPA, Roma.
- PRADA A., ARIZPE D. (coords.), 2008. Manual de propagación de árboles y arbustos de ribera. Generalitat Valenciana, Valencia.
- RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid. pp. 735-737.

SCHWILK D.W., ACKERLY D.D., 2005. Limiting similarity and functional diversity along environmental gradients. *Ecol. Lett.* 8, 272- 281.

TRAVESET A., RIERA N., MAS R., 2001. Ecology of fruit colour polymorphism in *Myrtus communis* and differential effects of birds and mammals on seed germination and seedling growth. *J. Ecol.* 89, 749-760.

Nerium oleander L.

Adelfa, abelfa, aloendro, baladre (Levante), laurel rosa, loendro, nerio, rosa francesa, rosa de berberia, rosalaurel, valadre, yerba mala; *cat.*: sanet.

Rafael M^a NAVARRO CERRILLO, Laura PLAZA ARREGUI, Antonio SÁNCHEZ LANCHI, Manuel ARROYO SAUCES, Francisco MARCHAL GALLARDO, Miguel Ángel LARA GÓMEZ

1. Descripción

1.1. Morfología

La adelfa es un arbusto perenne de la familia *Apocynaceae*, de porte erecto y ensanchado, que alcanza una altura de hasta 5 m, aunque habitualmente no supera los 2-3 m, y una extensión de 2,5-4,5 m de copa. Se caracteriza por tener un tronco recto y robusto, aunque puede ramificarse desde la base, de corteza lisa y color pardo ceniciento; las ramillas son verdosas o teñidas de pardo o rojizo (Eggenberg y Eggenberg, 1996; Ruiz de la Torre, 2006). Las hojas son simples, opuestas o ternadas en grupos de 3-4, gruesas, coriáceas, largas, lanceoladas-agudas, con una fuerte nerviación central, pecioladas, con pecíolo de 2-12 mm y de color verde oscuro, a veces manchadas de color blanco amarillento, venenosas, como el resto de la planta (Arroyo, 1988; Ruiz de la Torre, 2006). La adelfa es una especie bien adaptada a condiciones de sequía, y capaz de sobrevivir a largos periodos sin lluvia y tolerar altas radiaciones (Björkman *et al.*, 1980; Gollan *et al.*, 1985). Desde el punto de vista anatómico, las hojas presentan adaptaciones a la xericidad, por su carácter coriáceo, y por estar cubiertas por una cutícula gruesa, donde los estomas están hundidos en depresiones provistas de pelos microscópicos en la parte más baja de la hoja (Pagen, 1988). Desde el punto de vista fisiológico, la adelfa tiene un buen ajuste estomático como respuesta a la reducción de la disponibilidad de agua (Mugnai *et al.*, 1995; Lenzi *et al.*, 2009).

1.2. Biología reproductiva

Las flores son hermafroditas, de color rosa en individuos silvestres, grandes (3-5 cm), olorosas, en corimbos terminales bracteolados: cáliz con 5 lóbulos lanceolados (13-26 mm de diámetro), más cortos que el tubo de la corola (16-23 mm); ésta lleva en su garganta 5 láminas multifidas. Estambres insertos con anteras soldadas al estigma, tienen los filamentos de 1,7-2,2 mm; con la parte fértil encerrada en el tubo de la corola. Folículos soldados en vaina cilíndrica y estriada, 8-15 x 1 cm. El estilo, de 14-15 mm, se ensancha gradualmente hacia el estigma (Herrera, 1991; Ruiz de la Torre, 2006).

Florece en verano, entre mayo y agosto. Es una planta autocompatible, de fecundación entomófila, que recibe muy pocas visitas de polinizadores, lo que origina unos porcentajes muy variables de fructificación. Asimismo, hay que tener en cuenta que, además de las fluctuaciones interanuales, existen variaciones en la producción de semillas entre individuos (Herrera, 1991). La maduración del fruto se produce de manera escalonada

durante el invierno, desde diciembre a febrero (incluso marzo). La dispersión de las semillas es anemócora, aunque también desempeña un importante papel en la dispersión las corrientes de agua, que arrastran las semillas en la época de máxima precipitación. El fruto es una vaina o folículo coriáceo, doble, seco, de unos 8-16 cm de longitud, de color pardo, con sección redondeada, que se abre por medio de unas hendiduras laterales liberando numerosas semillas (Fig. 1). Semillas pelosas y con vilano, oblongas de 7 a 20 mm, de color pardo, de 4-6 x 1-2 mm, cónicas, ápteras, con pesos entre 1,8 y 4,4 mg (Fig. 2). Los frutos producen un promedio de 180 semillas, aunque existe una gran variabilidad entre individuos (40-300 semillas). Las semillas germinan bien en el medio natural, siempre que el suelo tenga humedad suficiente, alcanzando en el momento de máxima densidad (abril), entre 500 y 1.000 brinzales por m², aunque la mortalidad es muy elevada durante el primer verano (Herrera, 1991).



Figura 1. Frutos maduros de *Nerium oleander* (Foto: J. Pemán).



Figura 2. Semillas de *Nerium oleander*.

1.3 Distribución y ecología

La distribución general de los adelfales en el mundo es el sudoeste y sudeste de Europa, oeste de Asia, Península Arábiga, subcontinente Indio, China, norte, oeste tropical y nordeste tropical de África. En la cuenca mediterránea aparece en Portugal, España (incluidas las Baleares), Francia (incluida Córcega), Italia (incluidas Cerdeña y Sicilia), Croacia, Albania, Grecia (incluida Creta), Chipre, Turquía, Siria, Líbano, Israel, Libia, Túnez, Argelia y Marruecos.

Forman parte también de las comunidades arbustivas del sur y el este de la Península Ibérica (Rivas Goday y Pinies, 1949; Vidal-Abarca *et al.*, 2004; Fuente García *et al.*, 2007), desde el Alentejo (Portugal) hasta Tarragona (Fig. 3). Los adelfales son un elemento común en las orillas de ríos y arroyos, así como en las ramblas y los barrancos, excepto los salinos, frecuentemente asociada a chopos (*Populus* sp.), almecec (*Celtis australis*), tarajes (*Tamarix africana*), majuelos (*Crataegus monogyna*) y sauces (*Salix purpurea*, *S. pedicellata*), soportando la aridez ambiental si disponen de humedad edáfica.

Las ramblas más xerotérmicas con presencia de adelfa están especialmente bien representadas en el sudeste de la Península Ibérica, alcanzando un gran desarrollo en Andalucía y todas las provincias del Levante. En estas áreas confluyen varios factores

climáticos (torrencialidad, escasez de precipitaciones y sustratos margosos ricos en sales) que hacen que estas agrupaciones presenten características propias, entre las que se puede citar un cortejo florístico altamente endémico que incluye géneros monoespecíficos como la crucífera *Euzomodendron bourgaeum* y muchas especies endémicas del género *Limonium*. Típicos de las zonas más áridas eran los ratéales de *Zyziphus lotus*, artinera o arto, que formaban amplias bandas siguiendo las ramblas y que han sido descuajados en un pasado reciente.

Es una especie heliófila que requiere un clima templado, sin heladas intensas, soportando bien las riadas como los periodos prolongados de sequía. Los rangos óptimos para la especie son: temperatura media anual entre 14,7 y 18,1 °C; temperatura media de las mínimas del mes más frío entre 2,1 y 7,8 °C; temperatura media de las máximas del mes más cálido entre 31,4 y 36,9 °C; precipitación anual media entre 420 y 820 mm; precipitación estival media entre 10 y 55 mm (Anexo I).

Prefiere los suelos calizos y las dolomías, apareciendo en suelos muy pedregosos y en yesos compactos. Las formaciones de adelfa se encuentran catalogadas en los hábitats 92D0, galerías termomediterráneas (*Nerio-Tamaricetea*) y del sudoeste de la Península Ibérica (*Securinegion tinctoriae*) (Ruiz de la Torre, 2006).

Existen numerosas variedades de adelfa, más de 400, tanto de flor simple (“Agnes Darac”, rosa; “Album Roseum”, blanco-rosado; “Atropurpureum”, roja; “Conde Pusterla Cortesini”, rosa albaricoque) o de flor doble (“Géant des Batailles”, rojo intenso o “Madoni Grandiflorum”, blanco).

2. Materiales forestales de reproducción

2.1. Marco normativo. Identificación de los materiales de reproducción

La adelfa no está regulada por la normativa nacional sobre producción y comercialización de materiales forestales de reproducción y, en razón a ello, no se han establecido regiones de procedencia oficiales ni catalogado materiales de base. No obstante, y con fines prácticos de identificación, se pueden usar las regiones de identificación y utilización establecidas por García del Barrio *et al.* (2001) (Fig. 3). En el ámbito geográfico de Andalucía, Rosúa *et al.* (2001) proponen una sola procedencia para la especie. En lo que respecta a sanidad vegetal, la adelfa no está incluida en la actual normativa sobre pasaporte fitosanitario.

2.2. Técnicas de manejo y propagación

2.2.1. Semillas

El procedimiento de cosecha es desde el suelo, cortando directamente los frutos con tijera o de forma manual, preferiblemente entre enero y febrero. Se recomienda recolectar las semillas de un gran número de individuos para intentar equilibrar la contribución materna y así aumentar la diversidad genética del lote de semillas (Prada y Arizpe, 2008). Aunque la producción individual de semillas por planta puede ser muy desigual, es fácil realizar la cosecha de semilla requerida, dado que el número de individuos suele ser muy elevado.



Figura 3. Distribución de *Nerium oleander* y Regiones de Identificación de sus materiales de reproducción (Fuente: Mapa Forestal de España, 1:200.000).

La extracción de la semilla se realiza mediante extendido de los frutos al sol para dejarlos secar y provocar su dehiscencia. Posteriormente se procede a su cribado para la separación de la semilla de la vaina. Las semillas presentan un comportamiento ortodoxo y son tolerantes a la desecación. El almacenamiento se efectúa en frío y seco, una vez limpias, a 3-4 °C en cámara frigorífica hasta su fecha de siembra. Semillas almacenadas en estas condiciones durante 5 años no han mostrado pérdida de poder germinativo.

Tabla 1. Datos característicos de lotes de semillas de *Nerium oleander*.

Rendimiento semilla/fruto (% en peso)	Pureza (%)	Facultad germinativa (%)	Nº semillas kg ⁻¹	Referencia
	100	87	240.000	Navarro-Cerrillo y Gálvez (2001)
		70-80	200.000-230.000	Piotto y Di Noi (2001)
6,8-12,1	84-99	88-100	290.300-331.700	Banc de Llavors Forestals (Anexo II)
11-21	90-95	65-80	220.000-280.000	CNRGF <i>El Serranillo</i> (Anexo III)
(12)	(83-100)		(500.000-1.000.000)	Vivero Central JCyL (Anexo IV)

La adelfa no necesita tratamiento pregerminativo, presentando germinaciones superiores al 75% para semillas del año (Tabla 1). El ensayo de germinación en las normas ISTA se hace colocando la semilla entre dos láminas de papel de filtro, a una temperatura de 20 °C (facultad germinativa: 74%) (ISTA, 1999). Germinación epigea. La plántula mide de 2 a 3 cm, tiene los cotiledones elípticos y, luego, hojas juveniles más pequeñas de forma elíptica, de color verde claro (Navarro-Cerrillo y Gálvez, 2001).

2.2.2. Vegetativa

El conocimiento actual sobre la propagación vegetativa de la adelfa es muy abundante, al ser una especie que se cultiva muy frecuentemente en viveros forestales y, sobre todo, como especie ornamental. La adelfa se puede propagar vegetativamente tanto mediante estaquillas, como en cultivo *in vitro*. El material vegetal más utilizado en vivero son estaquillas leñosas obtenidas durante el invierno (Patil y Shirol, 1991; Prada y Arizpe, 2008) o semileñosas de primavera (García España, 1998; Ochoa *et al.*, 2004) o incluso de verano (Gamassy *et al.*, 1970); obteniéndose buenos resultados en todos los casos.

Las estaquillas leñosas, preferentemente apicales, deben tener de 1 a 2 cm de diámetro y 20-25 cm de longitud, y se deben eliminar las hojas (Prada y Arizpe, 2008). Una vez preparadas, se colocan sobre un sustrato suelto, preferiblemente turba:perlita (2:1 volumen), en mesas de enraizado con calefacción basal (22 °C) (Ochoa *et al.*, 2004; Costinela y Anton, 2009). Aunque se han ensayado diferentes tratamientos con hormonas (ácido indolbutírico) estos no parecen recomendables (Pal *et al.*, 1988; Patil y Shirol, 1991; Hatzilarazou *et al.*, 2003; Rocha *et al.*, 2004; Prada y Arizpe, 2008). Las estaquillas semileñosas se preparan dejando 2 ó 3 hojas en el nudo superior; estas hojas pueden cortarse por la mitad para reducir la superficie de transpiración y se colocan en mesas bajo niebla y en un sustrato que permita un buen drenaje (Standardi y Mariani, 1994; García España, 1998; Ochoa *et al.*, 2003).

La micropropagación no se utiliza en el cultivo comercial de la adelfa, aunque tiene aplicaciones en investigación, conservación de material vegetal seleccionado y producción de metabolitos con aplicaciones clínicas (Paper y Franz, 1989). Se han obtenido buenos resultados tanto para propagación *in vitro* y *ex vitro* (Santos *et al.*, 1994; Roncasaglia *et al.*, 2002; Hatzilarazou *et al.*, 2003). El material más recomendable son las yemas apicales o axilares obtenidas en julio y el medio de cultivo el MS (Murashige y Skoog) (Costinela y Anton, 2009). Soundararajan y Karrunakaran (2010) hacen una descripción muy detallada de las técnicas de cultivo *in vitro* para la especie.

3. Producción de plantas

La adelfa se cultiva principalmente en contenedor, siendo poco frecuente el cultivo de planta a raíz desnuda. Aunque es más frecuente la propagación vegetativa, la producción de plantas de adelfa puede hacerse mediante siembra. Dado el pequeño tamaño de la semilla, se siembran varias por contenedor en primavera, obteniéndose una germinación superior al 75% sin tratamiento pregerminativo alguno. La emergencia se produce a los 5-7 días y las primeras hojas verdaderas aparecen a partir de los 35-40 días.

La planta tipo para trabajos de restauración forestal se cultiva en envases forestales de 200-300 cm³, a una savia, obteniéndose un tamaño final de 20 a 60 cm, con un sistema radical bien conformado (Fig. 4), aunque también pueden utilizarse envases de gran volumen tipo maceta (3.500 cm³) para planta destinada a restauración de infraestructuras y paisajismo (Lenzi *et al.*, 1999; Lombardi *et al.*, 2003). Al igual que otras especies de ribera, puede producirse a raíz desnuda con una o dos savias y con o sin trasplante. En ciclos largos de cultivo pueden obtenerse plantas entre 60 y 100 cm de altura final.

No existen trabajos específicos de control de cultivo para plantas de adelfa, por lo que se disponen de muy pocos datos sobre su crecimiento. En general, se considera que es un especie de rápido crecimiento en vivero, por lo que debe procurarse mantener unos parámetros del crecimiento que proporcionen plantas compactas de buen valor comercial y eviten el fuerte crecimiento vertical de la planta en el vivero (Tabla 2). La distribución de la biomasa suele ser equilibrada entre la parte aérea y la raíz, con valores de relaciones parte aérea-parte radical próximos a 1 (Ochoa *et al.*, 2009).

No es una especie exigente en cuanto al sustrato por lo que se cultiva normalmente con formulaciones convencionales. Estos se constituyen mediante la mezcla de componentes orgánicos tipo turba rubia, turba de humus o fibra de coco (>75% en volumen) y algún componente inorgánico tipo perlita, vermiculita o arena de río (<25% en volumen). En el caso de utilizar turbas a granel con pH no corregido debe tenerse la precaución de corregir la acidez con algún corrector de acidez tipo dolomita cálcica, con el fin de evitar desequilibrios nutricionales durante el cultivo (Burés, 1997).

Tabla 2. Valores de atributos morfológicos de brinzales de *Nerium oleander* de una savia cultivados en macetas (14 cm de diámetro y 14 cm altura) durante 156 días, en un cultivo control y en un cultivo fertilizado con 20 mg planta⁻¹ de Paclobutrazol (Ochoa *et al.*, 2009).

Atributo	Control	Fertilizado
Altura (cm)	48,0	29,8
Diámetro del cuello de la raíz (mm)	10,0	7,6
Peso seco aéreo - PA (g)	49,2	24,1
Peso seco radical - PR (g)	55,5	30,1
Peso seco total (g)	104,7	54,2
PA/PR	0,88	0,80
Esbeltez (cm mm ⁻¹)	4,8	3,9

Como ocurre con otras muchas especies, no se dispone de formulaciones y dosis de fertilizantes propios para su cultivo, por lo que el viverista tiene que ir adecuando el programa de fertilización a la evolución del cultivo y a sus particulares condiciones de producción (tipo de sustrato, calidad del agua de riego, duración del cultivo y planta tipo, principalmente). En la mayor parte de los viveros que producen adelfa se tiende a la incorporación de un fertilizante de liberación lenta como agregado en la formulación del sustrato, siendo muy frecuente el uso de un fertilizante tipo Osmocote Plus (18-11-10, 8-9 meses) con dosis de 2 g l⁻¹ de sustrato o un fertilizante tipo Plantacote Plus (14-

8-15, 8-9 meses) con dosis de 2,5 g l⁻¹. En general, con estas dosis de fertilización no se han observado problemas de crecimiento ni deficiencias nutricionales en cultivos de una savia. En el caso de prolongar el cultivo debería mantenerse un cierto control para asegurar los requerimientos nutricionales durante todo el periodo.

La utilización de riego deficitario y humedad ambiental baja en el vivero reduce el porcentaje de mortalidad de las plántulas trasplantadas en condiciones de sequía y calor, especialmente cuando ambos tratamientos se aplican conjuntamente (Ochoa, 2002; Bañón *et al.*, 2006). Se ha comprobado que una concentración de 140 mM de NaCl produce aproximadamente un 15% de mortalidad en plantas de adelfa cultivadas en vivero produciendo, además, daños en un 32% de la superficie foliar de la planta. El uso de paclobutrazol se ha mostrado efectivo para mejorar el desarrollo de las adelfas bajo condiciones de riego salino, al disminuir la aparición de síntomas asociados a salinidad y reducir la defoliación, incluso con niveles elevados de salinidad en el agua (140 mM), reduciéndose la mortalidad de las plantas en vivero (Bañón *et al.*, 2001; Ochoa, 2002; Bañón *et al.*, 2005).



Figura 4. Planta de una savia de *Nerium oleander* cultivada en alveolo de 300 cm³ (Foto: CNRGF El Serranillo).

4. Uso en repoblaciones y restauraciones

Al igual que con otras especies de matorral, la adelfa ha sido muy utilizada en los últimos años en trabajos de restauración, en particular en jardinería y restauración de infraestructuras, donde por motivos estéticos o de limitaciones al establecimiento (por ejemplo, la salinidad en carreteras), el número de especies utilizables es reducido. Por otra parte, cada vez tiene más importancia en la restauración de riberas y proyectos de fitorremediación (Navarro-Cerrillo, 2003; Navarro-Cerrillo *et al.*, 2001).

La adelfa se utiliza en trabajos de restauración de riberas en climas mediterráneos secos o semiáridos, con otras especies, como *Tamarix* spp., *Ziziphus lotus*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Ephedra fragilis*, *Rhamnus* spp., *Chamaerops humilis*, *Anthyllis cytisoides*, *Genista* spp., *Retama sphaerocarpa* y *R. monosperma*. Con una concepción más forestal, la adelfa puede contribuir a la diversificación de la vegetación en masas forestales con baja integración, como las redes de drenaje en repoblaciones de *Pinus halepensis*. Lo anterior es particularmente importante en las repoblaciones en zonas semiáridas, donde no tienen sólo una función protectora, de beneficios claros en áreas expuestas a daños por avenidas, sino por las distintas funciones que los mosaicos de vegetación tienen en la recuperación de su flora y fauna, actuando como especie facilitadora. La distribución espacial debe tender a crear un mosaico irregular, en particular mosaicos dendriformes (vaguadas, lomas, red de drenaje). Las plantaciones de adelfa pueden mezclarse, formando pequeños rodales con especies arbóreas como *Populus alba*, *Tamarix* spp., *Ulmus* spp., *Celtis australis*, etc., siempre que esto sea posible. También se ha utilizado, aunque en menor medida, en restauraciones hidrológico forestales en áreas próximas a las redes de drenaje, gracias a su mayor disponibilidad de agua, incluso en diques ya colmatados. En estas zonas las plantas alcanzarán mayores tallas y desarrollos más rápidos, pudiendo fijar suelos inestables. Sin embargo, aunque es una especie perennifolia, el índice de recubrimiento, la biomasa total y la tasa de crecimiento tienen un valor medio por lo que su valor hidrológico es limitado (Ruiz de la Torre, 2006). Las actuaciones de restauración tendrán lugar normalmente en suelos inmaduros, principalmente márgenes o riberas degradadas o con características limitantes, como la salinidad, la hidromorfía o el alto contenido en arcilla.

El temperamento de la especie y su rusticidad la hace particularmente apta para trabajos de restauración de infraestructuras. Es frecuente verla en medianas de carreteras, isletas de autovías o en labores de mejora paisajística de grandes infraestructuras, en particular, en las autovías del sur y del Levante peninsular (Aguiló, 1985; Ruiz de la Torre *et al.*, 1990). También es muy frecuente en trabajos de restauración de canteras y graveras (Vadillo *et al.*, 2001) (Fig. 5).

El uso más generalizado de la adelfa es en trabajos de paisajismo y jardinería, donde es una especie muy frecuente, encontrándose en muchos parques periurbanos, jardinería urbana y paisajismo, pudiendo destacar por su tamaño y su abundante floración. En estos casos es muy frecuente recurrir a riegos de apoyo.

Es una especie que puede utilizarse para evaluar la contaminación por metales pesados y se ha usado en ensayos relacionados con la distribución de metales pesados en el suelo (Seaward y Mashour, 1991; Sawidis *et al.*, 1995; Aksoy y Öztürk, 1997). La adelfa también puede utilizarse en la rehabilitación de suelos contaminados, en particular, en trabajos de fitoestabilización y revegetación de zonas degradadas por actividades mineras y en labores de fitoextracción. En la ribera del río Valdeazogues, en la Comarca de Almadén (Ciudad Real), se han realizado estudios para determinar la absorción y distribución del mercurio en la adelfa en suelos de escombreras (López-Tejedor *et al.*, 2010). Los resultados mostraron que la distribución del mercurio absorbido por *N. oleander* no es homogénea en toda la parte aérea. En general, la concentración es mayor en las hojas, seguida de los tallos y los frutos. Según los resultados, aunque la concentración de mercurio en la planta



Figuras 5 a y b. Repoblación de *Nerium oleander* en la restauración de la cantera de Valdeazores (izquierda) y de una infraestructura viaria (derecha) (Foto M.A Lara).

no es muy elevada (hoja: 0,282-1,022 mg kg⁻¹; tallo: 0,087-0,354 mg kg⁻¹; fruto: 0,030-0,077 mg kg⁻¹), la adelfa presenta una serie de características (alta biomasa, toxicidad, rápido crecimiento) que la pueden convertir en una futura candidata como fitoextractora de mercurio en procesos de descontaminación de suelos, reduciendo, de esta forma, los problemas de biomagnificación del mercurio en la cadena trófica.

5. Planificación de la repoblación

El método de establecimiento de la adelfa en trabajos de restauración, tanto en medios forestales como en trabajos de jardinería y restauración de infraestructuras, ha sido la plantación, aunque podría ensayarse la siembra como método de establecimiento complementario en algunos casos, por ejemplo, en restauración de riberas.

En el caso de plantaciones en el medio natural, donde las posibilidades de cuidados culturales son muy limitadas, la plantación debe hacerse en otoño, aunque puede ampliarse el periodo de establecimiento siempre que las condiciones lo permitan (zonas con agua en el suelo o preparaciones profundas). En caso contrario, hay que evitar retrasos que pueden comprometer la supervivencia de las plantaciones, en particular, en ramblas y cauces de las zonas semiáridas mediterráneas.

Las características de la planta tipo de la repoblación vendrán condicionadas por el objetivo y las condiciones de establecimiento, pudiéndose utilizar planta de una savia en contenedor forestal o planta de dos savias en envase de gran volumen. Es importante adecuar la calidad de planta de vivero al objetivo de la repoblación, para evitar fracasos en el establecimiento o costes innecesarios. En general, cuanto más fácil sea ejecutar los cuidados culturales (en particular el riego) y exista más urgencia en el establecimiento (restauración de infraestructuras), más grande será el tamaño de la planta utilizada. En trabajos de restauración de canteras y de suelos contaminados la supervivencia ha alcanzado valores muy dispares (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de supervivencia de *Nerium oleander* en diferentes trabajos de restauración en clima termomediterráneo.

	Navarro Cerrillo (2003)	Navarro Cerrillo <i>et al.</i> (2001 b)
Localización	Cantera Valdeazores (Córdoba)	Guadamar (Sevilla)
Precipitación media	Pa = 651 mm	Pa = 529 mm
Preparación del terreno	Ahoyado con retro	Subsolado
Fecha de plantación	Noviembre - Diciembre de 1999	
Supervivencia	74%	32%

Los procedimientos de preparación utilizados en el establecimiento de la adelfa vienen condicionados, al igual que la elección de la planta de vivero, por los tipos de trabajos de restauración mencionados previamente, por lo que lo más frecuente es la mecanización de la labor, utilizándose en particular los ahoyados. En proyectos de restauración de ribera de fácil accesibilidad se puede recurrir al ahoyado con retroexcavadora ligera o barrena helicoidal (Fig. 5). La intensidad de estas actuaciones será muy diferente según las características del medio a repoblar, pero siempre es recomendable que sean de una cierta intensidad y que alcancen una determinada profundidad para asegurar el suministro de agua a las plantas (en particular en plantaciones de ribera).

La densidad de plantación en las repoblaciones con adelfa no ha sido estudiada, aunque por las características de la especie puede ser muy alta, cuando el objetivo restaurador así lo recomiende, buscando el máximo de protección y de sombra. La adelfa puede crecer a plena insolación, en particular cuando sea posible la realización de riegos durante las fases iniciales del establecimiento, por lo que puede establecerse a distintas densidades. En el caso de plantaciones lineales, medianas de carretera o restauración de riberas, puede emplearse una mayor densidad (en torno a 1.000 pies km⁻¹), que irá disminuyendo progresivamente hacia las partes altas y zonas convexas, que se dejarían para otras especies más exigentes y en densidad variable (200-600 pies ha⁻¹). La distribución creada conseguirá proporcionar una estructura más compleja, que favorece la función hidrológica de los tramos medios y bajos de ramblas y cursos de agua. En otros usos, como el paisajismo, las densidades suelen ser mucho más bajas y la distribución responde a un patrón irregular.

El establecimiento de la adelfa no requiere cuidados culturales especiales, si bien es cierto que se beneficia de los riesgos de establecimiento y mantenimiento durante los 1-3 primeros años, aunque no es factible hacerlo en todos los casos. El riego es muy frecuente en plantaciones de carretera, con el fin de asegurar un rápido establecimiento de la planta. El drenaje de agua hacia las cunetas asegura las necesidades hídricas de las plantas, lo que unido a la tolerancia de la especie a la salinidad asegura su rápido crecimiento. La alta producción de biomasa, en estas condiciones, obliga a realizar podas frecuentes o incluso a la corta total de los individuos, que rebrotan con facilidad, dado el gran desarrollo de los sistemas radicales. No se recomienda el uso de tubos protectores, habida cuenta del temperamento de la especie y la nula palatabilidad por su carácter tóxico. Las condiciones particulares de establecimiento hacen innecesario el control de

la vegetación competidora, tanto en restauraciones de ribera, donde suele favorecerse la presencia de un mayor cortejo florístico, como en restauración de infraestructuras, donde es un problema menor.

6. Bibliografía

- AGUILO M., 1985. Recuperación del paisaje afectado por el desdoblamiento de la N-IV en Despeñaperros. Revista de Obras Públicas, septiembre, 709-722.
- AKSOY A., ÖZTÜRK M.A., 1997. *Nerium oleander* L. as a biomonitor of lead and other metal pollution in Mediterranean environments. Sci. Total Environ. 205, 145-150.
- ARROYO J., 1988. Atributos florales y fenología en matorrales del sur de España. Lagasalia 15(1), 43-78.
- BAÑÓN S., FRANCO J.A., FERNÁNDEZ J.A., OCHOA J., GONZÁLEZ A., 2001. Growth and leaf colour responses of oleander (*Nerium oleander* L.) to pinching and chlormequat chloride treatment. Acta Hort. 559, 155-160.
- BAÑÓN S., FERNÁNDEZ J.A., OCHOA J., SÁNCHEZ-BLANCO M.J., 2005. Paclobutrazol as an aid to reduce some effects of salt stress in oleander seedlings. Eur. J. Hort. Sci. 70, 43-49.
- BAÑÓN S., OCHOA J., FRANCO J.A., ALARCÓN J.J., SÁNCHEZ-BLANCO M.J., 2006. Hardening of oleander seedlings by deficit irrigation and low air humidity. Environ. Exp. Bot. 56, 36-43.
- BJÖRKMAN O., DOWNTON W.J.S., MOONEY H.A., 1980. Response and adaptation to water stress in *Nerium oleander*. Carnegie Inst. Wash. Yearb. 79, 150-157.
- BURÉS S., 1997. Sustratos. Ed. Agrotecnicas, S.L., Madrid.
- COSTINELA S., ANTON D., 2009. Study concerning vegetative propagation by cuttings on *Nerium oleander* L. Analele Universităţii din Craiova 14, 335-338.
- EGGENBERGER R., EGGENBERGER M.E., 1996. The Handbook on Oleanders. Tropical Plant Specialists, Cleveland, GA.
- FUENTE GARCÍA V., RUFO NIETO L., RODRÍGUEZ GONZÁLEZ N., AMILS PIBERNAT R., 2007. Los adelfares del suroeste de la Península Ibérica. Lazaroa 28, 5-14.
- GAMASSY A.M., BARKOUKI M., GENDY S.A., TOAIMA N.M., 1970. The effect of planting date and place on the propagation of six ornamental shrubs by cuttings. Research Bulletin, Faculty of Agriculture, Aim Shams University, 27.
- GARCÍA DEL BARRIO J.M., DE MIGUEL J., ALÍA R., IGLESIAS S., 2001. Regiones de identificación y utilización de material forestal de reproducción. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- GARCÍA ESPAÑA V., 1998. Producción de adelfa. En: Producción de plantas ornamentales. (Ballester Olmos J.F., ed.). Escuela Universitaria Técnica Agrícola de Valencia. Valencia.
- GOLLAN T., TURNER N.C., SCHULZE E.D., 1985. The responses of stomata and leaf gas exchange to vapour pressure deficits and soil water content. III. In the sclerophyllous woody species *Nerium oleander* L. Oecologia 65, 356-362.
- HATZILAZAROU S., TTOOULOS C., ECONOMOU A.S., RIFAKI N., RALLI P., 2003. *In vitro* and *ex vitro* rooting and plantlet acclimatization in *Nerium oleander*. Acta Hort. (ISHS) 616, 221-225.
- HERRERA J., 1991. The reproductive biology of a riparian mediterranean shrub *Nerium oleander* L. *Apocynaceae*. Bot. J. Linn. Soc. 106(2), 147-172.
- ISTA (Internacional Seed Testing Association), 1999. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol. 27, (Supplement) Rules 1999.

- LENZI A., PALANDRI A., BOVELLI R., TESI R., 1999. L'oleandro (*Nerium oleander* L.) per la coltura in contenitore. *Culture Protette* 9, 101-112.
- LENZI A., PITTAS L., MARTINELLI T., LOMBARDI P., TESI R., 2009. Response to water stress of some oleander cultivars suitable for pot plant production. *Sci. Hort.* 122, 426-431.
- LOMBARDI P., LENZI A., TESI R., 2003. Cultivar di oleandro (*Nerium oleander* L.) a taglia contenuta per vasi fioriti. *Culture Protette* 4, 75-80.
- LÓPEZ-TEJEDOR I., SIERRA M.J., RODRÍGUEZ J., MILLÁN R., 2010. Estudio de la absorción y distribución del mercurio en *Nerium oleander* L. en la Ribera del Río Valdeazogues (Estación de Chillón - Almadén). Editorial CIEMAT, Madrid.
- MUGNAI S., PARDOSSI A., SERRA G., TOGNONI F., 1995. Leaf water relations and gas exchange in container-grown plants of two genotypes of *Nerium oleander* L. as affected by water deficiency. *Adv. Hort. Sci.* 9, 27-32.
- NAVARRO CERRILLO R.M., 2003. Informe de control de calidad de repoblaciones forestales de la restauración de la cantera de Valdeazores. Universidad de Córdoba-Lafarge. Inédito.
- NAVARRO CERRILLO R.M., GÁLVEZ C., 2001. Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Tomo II. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba. pp. 229-230.
- NAVARRO CERRILLO R.M., SAIZ J.L., DEL CAMPO A., CHECA R., ÁLVAREZ A., 2001. Sistema de control de calidad de repoblaciones forestales. La obra de restauración del río Guadiamar. En: Actas del III Congreso Forestal Español. Mesa 3. (Junta de Andalucía, ed.). Granada. pp.817-823. Disponible en: <http://congresoforestal.es>
- OCHOA J., 2002. Optimización viverística de *Nerium oleander* L. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena.
- OCHOA J., BAÑÓN S., FERNÁNDEZ J.A., FRANCO J.A., GONZÁLEZ A., 2003. Influence of cutting position and rooting media on rhizogenesis in oleander cuttings. *Acta Hort.* 608, 101-106.
- OCHOA J., BAÑÓN S., FERNÁNDEZ J.A., FRANCO J.A., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ J.J., 2004. Rooting medium temperature and carbohydrates affected oleander rooting. *Acta Hort.* 659, 239-244
- OCHOA J., FRANCO J.A.; BAÑÓN S.; FERNÁNDEZ J.A., 2009. Distribution in plant, substrate and leachate of paclobutrazol following application to containerized *Nerium oleander* L. seedlings. *Span. J. Agric. Res.* 7(3), 621-628.
- PAGEN F.J.J., 1988. Oleanders. En: *Nerium* L. and the oleander cultivars, Agricultural University Wageningen, The Netherlands.
- PAL D., GUPTA S.K., AFROD N., SINGH C., 1988. Regeneration of stem cuttings of *Nerium oleander* Linn. as influenced by indole acetic acid and planting posture. *Adv. Plant Sci.* 1, 219-222.
- PAPER D.H., FRANZ G., 1989. Biotransformation of 5 β H - pregnan - 3 β ol -20 - one and cardenolodes in cell suspension cultures of *Nerium oleander*. *Plant Cell Rep.* 8(11), 651-655.
- PATIL A.A., SHIROL A.M., 1991. Studies on rooting of oleander cuttings. *South Indian Hort.* 39, 48-53.
- PIOTTO B., DI NOI A. (eds.), 2001. Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea. ANPA, Roma.
- PRADA A., ARIZPE D. (coords.), 2008. Manual de propagación de árboles y arbustos de ribera. Generalitat Valenciana, Valencia.
- RIVAS-GODAY S., PINIES M., 1949. Acerca del área ecológica de la adelfa, *Nerium oleander* L. *Anal. Inst. José Celestino Mutis* 9, 223-230.
- ROCHA S.C., QUISEN R.C., QUEIROZ J.A., ZUFELLANO K.C., 2004. Propagação vegetativa de espiroleira pela técnica da estaquia. *Sci. Agraria* 5, 73-77.

- RONCASAGLIA R., DRADI G., BAGGIO G., 2002. Utilizzo della coltura in vitro per l'ottenimento di piante di oleandro (*Nerium oleander*) ad elevato accostamento. *Italus Hortus* 9, 73-75.
- ROSÚA J.L., LÓPEZ DE HIERRO L., MARTÍN J.C., SERRANO F., SÁNCHEZ A., 2001. Procedencias de las Especies vegetales autóctonas de Andalucía utilizadas en restauración de la cubierta vegetal. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- RUIZ DE LA TORRE J. (ed.), 1990. Catálogo de especies vegetales a utilizar en plantaciones de carretera. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid. pp. 1388-1391.
- SANTOS I., GUIMARAES I., SALEMA R., 1994. Somatic embryogenesis and plant regeneration of *Nerium oleander*. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 37, 83-86.
- SAWIDIS T., MARNASIDIS A., ZACHARIADIS G., STRATIS J.A., 1995. A study on fair pollution with heavy-metals in Thessaloniki city (Greece) using as biological indicators. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 28, 118-124.
- SEWARD M.R.D., MASHHOUR M.A., 1991. *Nerium oleander* as a monitor of heavy pollution. En: Öztürk, M.A., Erdem, Ü., Görk, G., (eds.). *Urban ecology*. Izmir (Turkey), Ege University Press. pp. 48-61.
- SOUNDARARAJAN T., KARRUNAKARAN C.M., 2010. Micropropagation of *Nerium oleander* through the immature pods. *J. Agric. Sci.* 2(2), 181-193.
- STANDARDI A., MARIANI A., 1994. Indagine sulla prpopagazione per talea dell'oleandro. *Colture Protette* 23, 79-83.
- VADILLO FERNÁNDEZ L., 2001. Guía de restauración de graveras. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- VIDAL-ABARCA M.R., GÓMEZ R., SUÁREZ M.L., 2004. Los ríos de las regiones semiáridas. [en línea]. *Ecosistemas* 13 (1). Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net>. [10 En, 2010].

Olea europaea L. var. *sylvestris* Brot.

Acebuche, bordizo (Aragón); *cat.*:olivera borda, ollastre, ullastre (Baleares).

Antonio DEL CAMPO GARCÍA, Rafael M^a NAVARRO CERRILLO

1. Descripción

1.1. Morfología

El acebuche es un árbol o arbolillo del género *Olea*, familia *Oleaceae*. Es una planta siempreverde de 7-10 m de altura, de tronco grueso y tortuoso sobre todo con la edad; a veces queda reducido a un pequeño arbusto con ramillas rígidas, corteza pardo grisácea y copa densa, redondeada y compacta; las ramas frecuentemente tienen extremos espinosos, de corteza lisa de color cenicienta que a veces suelen ser algo comprimidas y angulosas, especialmente si el árbol no se ha podado. Muchas veces se presenta ramificado desde la base formando matas muy densas. Se trata de un árbol muy longevo, que puede superar los 1.000 años, siendo capaz de rebrotar de cepa con numerosos renuevos tras incendios, cortas, ramoneo, etc. El sistema radical suele ser superficial, profundizando entre 0,9 ó 1,2 m aún en suelos profundos (Martín, 2008).

Hojas simples, opuestas y perennes, de 4-7 x 0,7-1,5 cm, con peciolo muy corto, oblongo lanceoladas, lisas, coriáceas, verde oscuro por el haz y con pelos escamosos blanco plateados por el envés (Ruiz de la Torre, 2006). Es frecuente que en algunos ejemplares, normalmente sometidos al ramoneo, se presenten hojas muy pequeñas con forma elíptica u obovada. Las hojas tienen una longevidad de unos dos o tres años aunque es posible encontrar hojas más viejas sobre un individuo. Poseen los estomas en el interior de tricomas peltados que se encuentran hundidos en el interior de la epidermis del envés de la hoja, lo que hace que la planta regule bien la pérdida de agua en condiciones de estrés hídrico (Martín, 2008).

1.2. Biología reproductiva

Las flores son blanco-amarillentas, pequeñas, que se agrupan en racimos densos en las axilas de las hojas. Las yemas florales normalmente comienzan su desarrollo aparente al año siguiente de su formación, si bien pueden permanecer durmientes hasta el segundo año. Cada inflorescencia contiene entre 15 y 30 flores. Cada flor contiene un cáliz corto, segmentado en cuatro partes y una corola de tubo único, corto que presenta cuatro lóbulos dispuestos en estrella. Dispone de dos únicos estambres insertos en la corola y opuestos a cada lado del ovario bi-loculado, éste con estilo corto y estigma capitado. Existen flores completas con pistilo y estambres y flores masculinas con tan sólo estambres funcionales y estilo abortado, variando la proporción de unas a otras con el año, el cultivar (en el caso del olivo doméstico) y la inflorescencia.

El fruto es una drupa de forma variable, entre elipsoidal y esferoidal, de 1-3,5 cm de longitud y 0,6-2 cm de anchura, primero verde y después negruzca (Fig. 1). El epicarpo

o piel está libre de pelos y posee estomas. El mesocarpo es carnoso y oleaginoso y el endocarpo es óseo y contiene una semilla (López-González, 1982; Ruiz de la Torre, 2006; Martin, 2008).

La formación completa de las flores tiene lugar desde la segunda quincena de abril hasta junio (Arroyo, 1988 y 1990), aunque su iniciación se produce en el otoño-invierno anterior. La polinización se realiza por insectos (entomófila), pero existe una importante polinización secundaria por el viento (anemófila) cuando la producción de polen es abundante. Unas dos semanas después de la plena floración, la mayor parte de las flores destinadas a ser dehiscentes han caído y sólo un 1-2% permanecerá para desarrollar fruto.

A las seis semanas toda la fructificación ya se ha establecido, aunque puede darse una posterior abscisión de los frutos por causas ambientales o plagas (Martin, 2008). A partir de aquí, los frutos van desarrollándose, primero el endocarpo, donde el embrión estará maduro para septiembre, y seguidamente el mesocarpo y pericarpo que irán aumentando de tamaño y cambiando su color verdoso-amarillento por otro más violáceo o negruzco a medida que maduren entre finales de diciembre y comienzo de febrero. El endocarpo es elíptico, grueso y leñoso, de color pardo grisáceo y de tamaño entre 0,6 y 1,2 cm (Fig. 2). En su interior se encuentra la semilla que, en su madurez, está recubierta de una fina capa que cubre el endosperma, con abundantes reservas de carbohidratos. Éste rodea a los cotiledones, que son planos y con aspecto de hoja, la radícula y la plúmula.



Figura 1. Frutos de *Olea europaea* var. *sylvestris* (Foto: R.M. Navarro Cerrillo).



Figura 2. Semillas de *Olea europaea* var. *sylvestris*.

La dispersión de los frutos es llevada a cabo principalmente por aves frugívoras como currucas, tordos, petirrojos, etc., pertenecientes a los géneros *Sylvia*, *Turdus* y *Erithacus* (Rey *et al.*, 1997), que prefieren sobretudo los frutos mayores y más carnosos (Alcántara *et al.*, 1997) aunque también intervienen varios mamíferos. No obstante, la dispersión del fruto es muy variable en función del tipo de cubierta y del microhábitat presente (Alcántara *et al.*, 2000), de modo que la lluvia de semillas aumenta con la cobertura de otras especies leñosas como arbustos (madroño, lentisco, espinos, etc.) o pinos (pino piñonero y pino carrasco, principalmente) y es casi nula en sitios abiertos donde las aves no tienen ninguna preferencia por posarse, debido a su mayor exposición a depredadores. Este patrón respecto al microhábitat también ha sido correlacionado con la germinación y el posterior reclutamiento (Rey *et al.*, 2004; Aerts *et al.*, 2008), de modo que ambas

variables aumentan en las zonas cubiertas, poniendo de manifiesto la presencia de efectos facilitadores. No obstante, el reclutamiento bajo árboles padre es casi nulo (Rey y Alcántara, 2000) de modo que el papel de los dispersantes es fundamental en la especie (Alcántara *et al.*, 1997). Este hecho hace que difieran los patrones espaciales de dispersión y de reclutamiento. La vecería de la especie y los factores abióticos (fundamentalmente las precipitaciones) son también factores determinantes en la dispersión y reclutamiento de la especie (Jordano *et al.*, 2004; Aerts *et al.*, 2008). Así, en años de abundante producción de fruto es previsible una menor proporción de frutos consumidos y por tanto de semillas dispersadas exitosamente. Rey y Alcántara (2000) encontraron que la probabilidad de reclutamiento como brinjal de una semilla contenida en un fruto maduro antes de su dispersión es inferior al 1% (con influencia del microhábitat), siendo los factores ambientales los principales responsables de esta baja eficiencia. En este sentido, la depredación posterior a la dispersión no sería muy elevada debido al elevado tamaño de la semilla, sólo adecuado para roedores (Rey *et al.*, 2002).

1.3. Distribución y ecología

El acebuche se distribuye por el sur de Europa, noroeste de África, sudoeste de Asia y la Macaronesia. En España aparece sobretodo en su mitad meridional, en Andalucía, Extremadura, Castilla-La Mancha, Murcia, Valencia, Cataluña y Bajo Aragón (Fig. 3), si bien se encuentra salpicado en otras zonas como el litoral cantábrico o los Arribes del Duero, localizado en zonas rocosas. Aparece de forma silvestre acompañando a las encinas, quejigos y alcornoques o en los matorrales que resultan de su degradación, junto al lentisco, mirto, palmito y espinos negro. Al penetrar hacia el interior de la Península no sube mucho en altura, en cambio, en las sierras andaluzas puede ascender hasta los 1.500 m acompañando muchas veces a los quejigos. Se da principalmente en los ámbitos zonales laurifolio, esclerófilo e hiperxerófilo y en los intrazonales kárstico, rupícola y glareícola (Ruiz de la Torre, 2006). Su temperamento robusto y de plena luz, junto a su marcada termofilia y resistencia al estrés hídrico, le hace predominar en los enclaves orientados al mediodía, secos y rocosos, si bien puede tolerar algo de sombra.

Es indiferente en cuanto al tipo de sustrato, aguantado bien su basicidad, además de otros condicionantes ecológicos adversos como el viento, el calor, la sequía prolongada, etc. (Ruiz de la Torre, 2006). El acebuche puede vivir largos periodos de tiempo en ambientes muy disturbados y con fuerte presión por herbivoría, incendios, talas, etc., donde persiste como monte bajo incrementando su densidad de tallos y hojas, disminuyendo la superficie de la hoja y transformando los tallos en espinas (Aerts *et al.*, 2008). Es una especie con especial tolerancia a la sequía así como a las altas temperaturas estivales del clima mediterráneo, encontrándose en los subtipos fitoclimáticos IV(III), IV₁, IV₂, IV₃, IV₄, IV(VI)₂, VI(IV)₁ y VI(IV)₄ (García del Barrio *et al.*, 2001). No soporta bien las heladas por lo que busca las laderas soleadas, siendo letales las temperaturas menores de -9 °C (Martin, 2008). Los rangos óptimos para la especie son: temperatura media anual entre 14,1 y 18,1 °C; temperatura media mínimas del mes más frío entre 1,7 y 7,8 °C; temperatura media de las máximas del mes más cálido entre 30,8 y 36,9 °C; precipitación anual media entre 480 y 950 mm y precipitación estival media entre 10 y 65 mm (Anexo I). Es una especie de crecimiento relativamente lento y, como ya se ha dicho, muy longeva.

Los *acebuchares* son formaciones esclerófilas y termófilas de densidad, estructura y composición variable (desde masas densas a estructuras adehesadas), pero donde domina el acebuche en el estrato superior y en el subpiso. Prefiere suelos pesados (vertisoles poco humíferos, tierras de bujeo o tierras negras andaluzas), sobre margas calizas de textura fina arcilloso-limosa, donde compite bien con la encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*). En condiciones ambientales muy favorables (suelos profundos y humedad ambiental alta) pueden alcanzar altura y porte arbóreos, pero dado el fuerte grado de intervención actual han sido degradados a masas ahuecadas con presencia de coscoja (*Q. coccifera*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), sabina (*Juniperus phoenicea*), enebro (*J. oxycedrus*), palmito (*Chamaerops humilis*) y especies espinosas (*Rhamnus lycioides* subsp. *oleoides*, *Ulex baeticus* subsp. *scaber*, *U. parviflorus*, *Capparis ovata*, *Asparagus horridus*, *A. albus*). Los acebuchares dominan el paisaje en importantes sectores calizos del sur y este peninsular (montes de Jerez, solanas bajas de las sierras calizas béticas y de todo el litoral mediterráneo español), llegándose a mezclar en algunos casos con encina y algarrobo (*Ceratonia siliqua*) en formas más o menos adehesadas o arbustados. En otras ocasiones aparece como especie acompañante en litologías silíceas, menos favorables para su dominancia, donde se mezcla con alcornoque (*Q. suber*), en situaciones termófilas, e incluso con quejigo (*Q. faginea*). Un caso singular de acebuchal son las *machorras*, que representan islas de bosque esclerófilo de un alto nivel de madurez sobre areniscas y que se caracterizan por presentar una estructura pluriestratificada y densa dominada por ejemplares muy viejos de acebuche, quedando escasas representaciones en la provincia de Cádiz (Blanco *et al.*, 1998; Navarro Cerrillo *et al.*, 2005).

La interacción de *Olea europea* con micorrizas y hongos del suelo ha sido estudiada sobre todo en la variedad cultivada, demostrándose que las micorrizas arbusculares tienen un papel muy importante en el desarrollo temprano y cosecha de la especie (Caravaca *et al.*, 2002; Estaún *et al.*, 2003). Los frutos de la especie son muy consumidos por la fauna silvestre.

Existen dos subespecies principales, la subespecie *europaea* y la subespecie *cerasiformis*, que incluye al acebuche canario. La primera subespecie presenta dos variedades, la cultivada (var. *europaea*) y la silvestre (var. *sylvestris*) o acebuche. Los trabajos realizados con marcadores moleculares han puesto en evidencia que la estructura genética de las poblaciones de acebuche es reflejo de su historia evolutiva, aunque su hibridación con las variedades cultivadas en las áreas de distribución comunes es un hecho. Por este motivo puede ser complicado establecer una diferenciación genética entre poblaciones de acebuche en áreas geográficas donde se distribuyan las variedades silvestre y cultivada (Belaj *et al.*, 2007).

El acebuche es una especie bien adaptada a condiciones de sequía, tanto por su rusticidad, como por su mejor crecimiento frente a otras especies con las que comparte condiciones de establecimiento. Este comportamiento en campo hay que explicarlo según su estrategia de resistencia a la sequía (Lo Gullo y Salleo, 1988; Lo Gullo *et al.*, 1998; Xiloyannis *et al.*, 1999). Esta especie es capaz de resistir el estrés hídrico mediante la disminución de su contenido hídrico relativo, de la conductividad hidráulica de la raíz y del potencial hídrico de sus tejidos, lo que le permite establecer un elevado gradiente de potencial entre hojas y raíces y por tanto utilizar el agua del suelo con potenciales de hasta -2,5 MPa (Xiloyannis

et al., 1999). Así, en condiciones de sequía el acebuche detiene el crecimiento de su tallo pero no la actividad fotosintética, lo que permite a la planta seguir produciendo asimilados así como su acumulación en el sistema radical, gracias a lo cual crea un menor cociente peso seco aéreo/peso seco radical, a la vez que los azúcares sintetizados (principalmente manitol y glucosa) juegan un activo papel en el ajuste osmótico tanto en hojas como en raíz.

2. Materiales forestales de reproducción

2.1. Marco normativo. Identificación de los materiales de reproducción

El acebuche está regulado por la norma de comercialización de materiales forestales de reproducción (R.D. 289/2003). A nivel nacional, en el trabajo de Alía *et al.* (2009) se hace referencia a 52 Regiones de Procedencia para la especie (Fig. 3, Tabla 1). La zonificación de procedencias realizada en la autonomía andaluza (Rosúa *et al.*, 2001) define una única región de procedencia con condicionamientos térmicos similares (Andalucía termófila). Esta región engloba la práctica totalidad de la comunidad autónoma, abarcando los terrenos más meridionales de Sierra Morena, es decir, las laderas más soleadas de las sierras que arrancan desde el Guadalquivir. Quedarían excluidas el norte de la Comunidad y las tierras altas orientales.

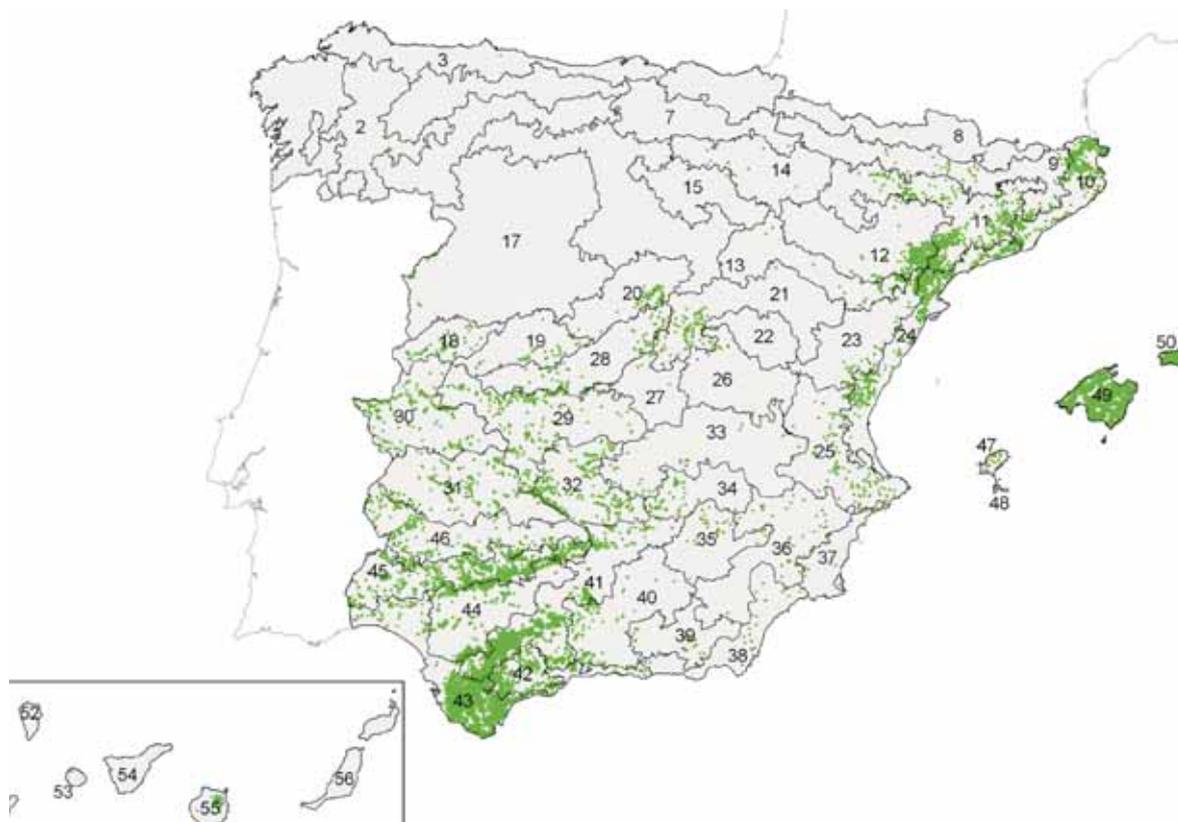


Figura 3. Distribución de *Olea europaea* var. *sylvestris* y Regiones de Procedencia de sus materiales de reproducción (Alía *et al.*, 2009).

Tabla 1. Descripción de las áreas con presencia de *Olea europaea* var. *syvestris* por región de procedencia (RP: número de la región de procedencia; Pres: presencia de la especie en cada una de las regiones, estimada como el cociente del área de la especie en dicha región respecto del área total de la especie; A: número de meses de déficit hídrico (precipitación media mensual <2 temperatura media mensual); Osc: media anual de la oscilación térmica diaria; Hs: número de meses con helada segura (media mínimas <0 °C); Med: valor medio; Max: valor máximo; Min: valor mínimo; MaxMC: valor máximo del mes más cálido; MinMF: valor mínimo del mes más frío); Tipo de suelo: porcentaje del tipo de suelo según la cartografía Soil Map of the European Communities dentro de cada región de procedencia. La clasificación de suelos utilizada en dicha cartografía es la de FAO de 1974. Las abreviaturas se han actualizado a la clasificación FAO de 1989. Los tipos de suelos inexistentes en la nueva clasificación se han mantenido con los nombres antiguos, asignándoles nuevas abreviaturas (Rankers: RK, Xerosoles: XE). Sólo se incluyen aquellos suelos que superan el 10% en el conjunto del territorio estudiado).

RP	Pres	Altitud (m)			Precipitación (mm)		A	Temperatura (°C)			Osc	Hs	Tipo de suelo (FAO)
	(%)	Med	Max	Min	Annual	Estival	(meses)	Med	MaxMC	MinMF	(°C)	(meses)	(%)
2	0,1	394	480	293	789	87	2,5	13,4	29,4	1,5	15,9	0	CMu(50) RK(50)
3	0	218	218	218	1199	173	0	12,7	22,7	3,5	10,4	0	LVx(100)
7	0	504	504	504	636	118	1,8	12,8	29,2	0,8	17,3	0	FLe(100)
8	0	937	990	884	618	202	0	11,1	29,3	-3,6	18,3	4,3	CMu(100)
9	0,8	518	957	150	800	188	0,3	12,7	28,7	-0,4	17,2	1,3	CMc(82) CMu(10)
10	3,2	178	574	5	738	143	1,1	14,7	28,7	2,5	15,7	0	CMc(40) FLe(14) CMd(13) CMu(13) CMc(11)
11	4,4	447	804	31	541	104	2,1	13,9	30,7	1	18,4	0,3	CMc(86)
12	2,4	304	627	36	410	70	3,4	14,7	31,8	1,4	19	0	CMc(71) FLe(22)
13	0,4	535	817	367	441	88	3	14,3	30,9	1,6	18,1	0,1	CMc(60) XEc(27)
14	0,1	548	672	329	473	103	2,7	12,8	29	1,2	16,7	0	CMc(55) CMg(36)
15	0	789	943	633	453	106	2,1	11,5	28,3	-0,4	16,6	1,3	CMc(100)
17	0,2	452	699	114	591	67	3,2	14,1	31,8	1,7	17,8	0	LPe(56) CMd(44)
18	0,6	543	974	344	1001	66	2,8	14,4	32,4	1,7	17,6	0,1	LPd(45) CMu(36) CMc(11)
19	0,4	604	1148	321	970	61	3	14,5	33,4	1,4	18,7	0,1	CMd(53) CMu(26) LPd(16)

RP	Pres (%)	Altitud (m)			Precipitación (mm)			A (meses)	Temperatura (°C)			Osc (°C)	Hs (meses)	Tipo de suelo (FAO)
		Med	Max	Min	Annual	Estival	Med		MaxMC	MinMF				
20	0,7	845	1118	643	579	68	3,1	12,9	31,2	0,3	18,1	0,2	CMe(49) CMtu(21)	
21	0,9	842	1036	643	554	76	3	12,7	32,4	-0,8	18,8	1,8	CMe(96)	
22	0	906	965	846	616	82	2,7	12,3	32,7	-1,3	19,4	2,5	CMe(100)	
23	0,9	479	1046	41	559	95	2,4	14,7	29,6	2,6	16,3	0	CMe(96)	
24	4,9	234	786	4	564	86	2,5	15,7	29,7	4,1	15,8	0	CMe(83)	
25	1,1	485	1036	108	588	65	3,1	15,3	30,2	3,8	15,7	0	CMe(98)	
26	0,2	895	1056	721	542	81	3	12,8	33	-0,8	19,1	1,9	CMe(85) LVk(10)	
27	0,1	671	875	489	475	56	3,7	13,7	33,3	-0,1	19,5	0,6	CMe(64) FLe(29)	
28	0,8	570	920	278	505	51	3,8	14,5	33,9	0,8	19,6	0,3	CMe(28) FLe(18) CMd(16) LVv(13)	
29	2,7	526	920	229	625	48	3,8	15,6	34,6	2,3	19,6	0	CMe(39) PLd(21) CMd(13)	
30	2	337	721	115	579	39	4	16,4	35,1	3,5	18,6	0	CMe(51) CMd(23) LPd(11)	
31	2	442	771	190	532	38	4,2	16,3	34,4	3,4	18,4	0	CMe(41) PLd(18) LPe(14) CMd(11)	
32	2,8	663	1030	359	564	46	3,9	15,1	34,5	1,6	19,5	0	CMe(67) LVx(14) LPe(12)	
33	0,3	749	943	613	439	51	3,9	14,2	34,1	0,2	20,2	0,3	CMe(56) LVx(18) CMe(15)	
34	0,6	869	974	776	503	50	3,7	13,8	34	-0,2	20,2	0,7	CMe(30) CMe(29) LVx(21) VRx(17)	
35	0,3	829	1234	386	632	57	3,5	14,5	33	1,6	18,6	0	CMe(97)	
36	0,4	542	916	117	353	47	4,7	15,8	32,2	3,3	17,1	0	CMe(83) XEc(13)	
37	0,2	293	601	73	339	38	5,7	17	31,6	5	15,7	0	CMe(63) XEc(21) FLe(13)	
38	0,2	414	1143	65	320	17	7,4	17,3	32	5,7	15,7	0	XEc(44) CMe(19) CMe(19) XEy(11)	
39	0,2	1034	1438	493	420	25	4,8	14,3	31	1,6	16,9	0,1	CMe(44) CMe(40)	

RP	Pres (%)	Altitud (m)			Precipitación (mm)		A (meses)	Temperatura (°C)			Osc (°C)	Hs (meses)	Tipo de suelo (FAO)
		Med	Max	Min	Annual	Estival		Med	MaxMC	MinMF			
40	1,3	648	1290	170	629	31	4,2	15,7	33,2	3	17,6	0	CMc(81) CMe(15)
41	13,3	367	1102	45	654	29	4,3	16,8	34,3	4,2	17,2	0	CMc(76) LVk(11)
42	4	521	1355	50	994	33	3,7	15,8	31,5	4,5	15,7	0	CMc(65) CMe(12) CMtu(10)
43	18,1	134	839	1	835	22	4,2	17,7	31,7	7,1	14,1	0	VRx(42) CMc(22) CMtu(15)
44	6	161	589	6	641	28	4,3	17,5	35,3	4,4	17	0	CMe(37) CMc(21) LVk(14) CMd(10)
45	8,1	308	751	30	706	32	4	16,8	35,2	3,7	17,5	0	CMe(81)
46	2,7	492	923	131	706	40	3,8	15,8	34	3,2	17,4	0	CMe(65) CMd(15) LVk(10)
47	0,2	125	232	48	476	44	4	16,9	28,5	6,3	-	0	CMc(100)
48	0	20	53	6	462	35	4	17,4	28,9	6,9	-	0	CMc(100)
49	9,8	157	918	1	602	52	3,2	16	28,1	6,1	-	0	CMc(100)
50	2,4	72	274	3	621	48	3,6	16,6	28,2	7,1	-	0	CMc(100)
51	0,0	361	237	484	287	2	8	18,8	27,1	12,3	-	0	-
52	0,0	1135	481	1666	466	6	5,8	15,1	24,5	8,3	-	0	-
53	0,0	482	193	1035	379	5	6,5	17,6	26,4	10,9	-	0	-
54	0,1	728	234	1074	369	6	4,8	13,3	21,2	7,5	-	0	-
55	0,5	546	10	1123	250	4	7,9	16,9	25,3	10,5	-	0	-
56	0,0	269	126	483	128	0	11,6	18,7	26,6	12	-	0	-
57	0,0	203	203	203	148	0	12	19	27,1	12,5	-	0	-

Todos los materiales de base catalogados corresponden a la categoría identifica, existiendo una suficiente cobertura al respecto en lo que se refiere a las regiones de procedencia situadas en Andalucía y submeseta Sur. Por el contrario, es de destacar la actual ausencia de fuentes semilleras en las regiones que se corresponden con la Depresión del Ebro, litoral catalán y levantino y territorios insulares, áreas con importante presencia de la especie.

Las formaciones de acebuche no suelen estar catalogadas con ninguna figura de protección, aunque cuando la especie entra a formar parte de otras formaciones, como los bosques esclerófilos, quejigares y dehesas, puede quedar incluida en “Hábitats protegidos” (Ley 8/2003 de Flora y la Fauna Silvestres, Red Natura 2000).

Las formas silvestres o asilvestradas de *O. europaea* subsp. *europaea* que actualmente se observan en el paisaje agroforestal mediterráneo constituyen realmente un escenario complejo desde el punto de vista genético, donde hay verdaderos acebuches (formas silvestres en zonas naturales aisladas de la variedad cultivada), acebuches como derivados sexuales secundarios de la variedad cultivada y olivos asilvestrados hallados en antiguos campos de cultivo ya abandonados (Aranda *et al.*, 2011). Como se ha dicho, establecer diferenciación entre poblaciones de acebuche puede ser complicado dado que en áreas geográficas donde se den las variedades silvestre y cultivada es muy difícil de diferenciar la estructura genética (Belaj *et al.*, 2007). No obstante, la técnica de RAPD (randomly amplified polymorphic DNA) se ha mostrado adecuada para la evaluación de relaciones genéticas (distancias y similitudes) entre distintas poblaciones de acebuches (Sesli1 y Yeg̃enog̃lu, 2010).

2.2. Técnicas de manejo y propagación

2.2.1. Semillas

La semilla comienza su desarrollo en julio y suele finalizar para septiembre, de modo que el fruto es ya viable para principios de otoño, si bien, su maduración fisiológica suele demorarse hasta mediados de invierno. El estado de madurez del fruto condiciona notablemente la germinación, de modo que las semillas cosechadas en septiembre u octubre y estratificadas en ese momento suelen dar máximos porcentajes de germinación por comparación a lo que ocurre cuando se trabaja con un fruto fisiológicamente más maduro de color negruzco (Martin, 2008). Se consigue así, por un lado, limitar los efectos inhibitorios para la germinación que posee la pulpa madura sobre la semilla y por otro, minimizar la depredación de frutos por parte de aves frugívoras, que en fases posteriores suele ser un factor muy a tener en cuenta (Herrera, 1988). Se recomienda recolectar las semillas de un gran número de individuos, de distintas poblaciones, para obtener la mayor diversidad genética del lote de semillas. Los frutos de semilla pequeña suelen germinar con más facilidad. El procedimiento de cosecha es desde el suelo mediante vareo, evitando que pase mucho tiempo entre la cosecha y el procesado del fruto, para evitar que se seque.

Una vez recolectados los frutos se extrae la semilla mediante maceración, triturado con batidora, cuidando de no dañar la semilla y separando los huesos respecto de la pulpa mediante criba y agua a presión. La selección de la semilla válida se última por flotación en una disolución de cloruro sódico (250-300 g l⁻¹), lavado y secado o conjuntamente

una separación gravimétrica por aventado o en mesa densimétrica. Su carácter ortodoxo permite almacenar las semillas, así obtenidas, con un 6-8% de humedad en envases herméticos a 4-5 °C por varios años, sin apenas perder su capacidad germinativa (García-Fayos *et al.*, 2001). El rendimiento del proceso es del 15-35% de semilla limpia por peso de fruto (Tabla 2).

Los tratamientos pregerminativos recomendados para esta especie han de vencer tanto la resistencia mecánica del endocarpo como la dormición fisiológica del embrión. Para vencer la resistencia podría aplicarse una escarificación mecánica, rompiendo el endocarpo, o química, remojando los huesos en ácido sulfúrico concentrado durante 24-30 horas y lavándolo posteriormente durante una o dos horas (Martin, 2008). A partir de aquí, puede sembrarse, pero los resultados de germinación mejoran notablemente si se acompaña la escarificación anterior con una estratificación (previo remojado en agua 24 horas) en arena o vermiculita húmeda a 15°C, durante un mes y en oscuridad, lo que reduce los niveles de ácido abscísico responsable de la dormición (Martin, 2008). Navarro Cerrillo y Gálvez Ramírez (2001) recomiendan para esta especie los siguientes tratamientos pregerminativos: i) limpieza de la semilla con sosa (desengrasado), seguido de lavado en agua durante 2 horas y germinación a temperatura constante de 13 °C durante 48 días. ii) Lavado durante un día y germinación a 15 °C en oscuridad o media luz durante dos meses. iii) Estratificación en frío durante una semana. iv) En trabajos de propagación controlada se ha procedido a la eliminación de las estructuras de la cubierta seminal, endocarpo y testa, lográndose una adecuada germinación a 13 °C en luz o en oscuridad.

Las normas ISTA (2011) no hacen referencia a esta especie en sus pautas relativas a los métodos de evaluación de la germinación. Dada la dificultad y plazo de tiempo que conlleva su pretratamiento, se considera apropiado la evaluación de los lotes mediante ensayos colorimétricos, lo que permite un conocimiento más rápido de la calidad del lote.

Tabla 2. Datos característicos de lotes de semillas de *Olea europaea* var. *sylvestris*.

Rendimiento semilla/fruto (% en peso)	Pureza (%)	Facultad germinativa (%)	Nº semillas kg ⁻¹	Referencia
			4.140-6.830	García-Fayos (2001)
	97-100	72-96	2.736-5.620	Navarro y Gálvez (2001)
		5-90	1.000-1.650-4.400	Piotto y Di Noi (2001)
			(3.460)	Louro y Pinto (2011)
17,1-32,9	99-100	62-97 ⁽¹⁾	4.100-6.900	Banc de Llavors Forestals (Anexo II)
20-35	95-100	40-70 ⁽¹⁾	4.000-9.500	CNRGF <i>El Serranillo</i> (Anexo III)

⁽¹⁾ Ensayos al tetrazolio

Si bien algunos autores han observado que el tamaño de la semilla influye en la germinación de manera positiva (Rey *et al.*, 2004), en otros trabajos no se han encontrado relaciones entre el tamaño de la semilla y posibles respuestas en la germinación (Rinaldi, 2004). No obstante, las plántulas procedentes de semillas mayores mostraron una mayor proporción de biomasa radical, lo que podría ser una ventaja para el establecimiento en condiciones de

estrés hídrico. Tras los tratamientos, lo más frecuente en viveros comerciales es la siembra en semilleros (turba: perlita; 1:1 en volumen), en semitúnel o invernadero, manteniendo las bandejas en unas condiciones suaves de temperatura y evitando la radiación directa. La Tabla 2 muestra los análisis de referencia de semilla disponibles.

Germinación hipogea. Plántula de 5-6 cm, con dos cotiledones elípticos, algo emarginados, con hojas juveniles lanceoladas de borde entero y color verde brillante (Navarro Cerrillo y Gálvez Ramírez, 2001).

2.2.2. Vegetativa

El conocimiento actual sobre la propagación vegetativa del olivo es muy abundante, al ser una especie que se cultiva muy frecuentemente con fines agrícolas y ornamentales. El acebuche se puede propagar vegetativamente con cierta facilidad mediante estaquillas leñosas, injerto y acodo. En el estaquillado, el procedimiento de enraizado recomendado es en turba-perlita a 10-15 °C de temperatura ambiente y 25 °C de temperatura basal. Los tratamientos hormonales ensayados han sido (Dirr y Heuser, 1987):

- 2.500 ppm AIB + 2.500 ppm ANA, registrándose un 90% de enraizado.
- 2.500 ppm AIB + 2.500 ppm ANA + 25% captan, registrándose un 80% de enraizado
- 5.000 ppm de AIB + 25% de captan, registrándose un 40% de enraizado.

Es conveniente partir de material con hojas, dado que favorece la formación del callo y el desarrollo de las raíces (Suárez *et al.*, 1999). Ensayos con la subespecie africana han dado un 70-90% de enraizamiento empleando sólo AIB a dosis de 20-40 µg por estaquilla, que tenía unas dimensiones de 2-3 mm de diámetro y 10 cm de longitud (Negash, 2003). Las técnicas de micropropagación se han desarrollado mucho en los últimos años (Rugini *et al.*, 2005). El cultivo *in vitro* de embriones aislados sin influencia del endocarpo supone la práctica desaparición de efectos inhibitorios, con un 100% de germinación en tan sólo 10 días frente a los 300 necesarios para lograr un 40% de germinación en siembras convencionales (Cantos *et al.*, 2001). No obstante, el desarrollo de estas plantas puede ralentizarse (Acebedo *et al.*, 1997). También se han obtenido buenos resultados con embriones maduros o inmaduros (Orinos y Mitrakos, 1991; Rugini *et al.*, 2005).

4. Producción de plantas

El acebuche es una especie que presenta alguna dificultad para su cultivo en vivero dado las limitaciones que muestra para una buena germinación de las semillas. No obstante, la producción de planta ha sido muy abundante, inicialmente con destino productor y más recientemente dirigido a cubrir la demanda de los programas de forestación de tierras agrarias y repoblaciones de protección. La producción de plantas de acebuche se hace normalmente en contenedor, mediante siembra. La profundidad de la siembra debe ser de 2-3 veces el diámetro de la semilla. No es recomendable realizar siembras directas en los alvéolos forestales definitivos, salvo con semilla pregerminada, dado el irregular porcentaje de germinación. Las semillas sin tratamiento de estratificación sembradas en invierno, empezarán a germinar en primavera, aunque muy irregularmente (durante tres

meses). Por ello, lo más frecuente es estratificar, sembrar en almáciga, reduciendo así el periodo de germinación a un mes, y posteriormente trasplantar las semillas germinadas a los alvéolos definitivos al mes o mes y medio, cuando la plántula cuente con tres hojas verdaderas (o la extracción desde el alveolo hortícola sea segura); aunque puede aguantar en los semilleros hasta 2 meses. Esta forma de proceder, en ocasiones, ha dado lugar a problemas de malformación de raíces (Navarro Cerrillo *et al.*, 1998) y a un excesivo alargamiento de la fase de trasplante hasta que la planta se recupera (*shock* de trasplante). Por ello, es muy recomendable que la siembra se realice en alveolo hortícola de pequeño volumen (menos de 75 cm³) y trasplantar una vez la plántula haya colonizado el reducido envase. En los semilleros suele utilizarse un sustrato de turba:coco:perlita (6:3:1, en volumen, ó 5:4:1), tapando la superficie con vermiculita. Es importante proveer a la planta de condiciones ambientales adecuadas, sombreo y alta humedad ambiental, para superar con éxito esta fase.

El cultivo de planta en contenedor se realiza a una o dos savias, con programas de cultivo muy variables en función de la localización del vivero (Navarro Cerrillo *et al.*, 1998). Minimizar el *shock* de trasplante (germinación y trasplante de las plántulas desde alveolo hortícola) mejora la eficiencia del cultivo y permite obtener planta de dimensiones adecuadas a su edad. El tamaño de los envases utilizados en el cultivo oscila entre 150 y 300 cm³, con densidades entre 247 y 387 plantas m⁻². La planta tipo de una savia para trabajos de restauración forestal se debe cultivar, preferiblemente, en envases forestales de 200-300 cm³, para así obtener una planta de 30-50 cm de altura con un sistema radical bien conformado (Fig. 4). En la Tabla 3, aparecen los calendarios de cultivo empleados en algunos viveros andaluces. Dado su buen comportamiento en campo, la especie puede cultivarse en grandes contenedores (3.500 cm³) y periodos de cultivo más amplios (planta tipo 1-2, 1-3) con el fin de lograr una planta de mayores dimensiones destinada a trabajos especiales de restauración, en los que se pueden aplicar ciertos tratamientos culturales.

No es una especie exigente en cuanto a sustratos, por lo que se cultiva normalmente con formulaciones convencionales a partir de componentes orgánicos tipo turba rubia, turba de humus o fibra de coco como componentes principales (más 75% en volumen) y algún componentes inorgánico tipo perlita, vermiculita o arena de río (menos 25% en volumen).

Respecto a la fertilización, el aporte de N y K es especialmente importante en esta especie para garantizar el adecuado desarrollo de las plantas y dotarlas de unas concentraciones nutricionales adecuadas en hoja. En la mayor parte de los viveros que producen acebuche, se tiende a la incorporación



Figura 4. Planta de una savia de *Olea europaea* var. *sylvestris* cultivada en alveolo de 300 cm³ (Foto: CNRGE El Serranillo).

Tabla 3. Calendario de cultivo de *Olea europaea* var. *sylvestris* en tres viveros andaluces (Del Campo, 2002).

Mes	Almería	Granada	Sevilla
Octubre		Siembra	Siembra
Noviembre			Germinación / Transplante
Diciembre	Siembra		
Enero	Germinación / Transplante		
Febrero			Crecimiento
Marzo			
Abril			
Mayo		Germinación / Transplante	
Junio	Crecimiento	Crecimiento	
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre		Endurecimiento	Endurecimiento
Noviembre	Endurecimiento		
Diciembre	Alzado	Alzado	Alzado

de un fertilizante de liberación lenta controlada, como agregado en la formulación del sustrato, vigilando que el producto mantenga su aporte de nutrientes durante todo el periodo vegetativo. Una dosis de 2,5-3,5 kg m⁻³, de un fertilizante tipo N-P-K 15-8-15 (8-9 meses), es apropiada para la especie. En general, con estas dosis de fertilización no se han observado problemas de crecimiento ni deficiencias nutricionales en cultivos a una savia. En el caso de prolongar el cultivo, debe mantenerse un cierto control para asegurar los requerimientos nutricionales durante todo el periodo. En los programas de fertirrigación, Navarro Cerrillo *et al.* (1998) recomiendan una fertilización inicial de base con turba fertilizada, seguido de fertilizaciones ricas en N y K. La fertilización puede comenzar con un fertilizante tipo *Starter* (9-45-15) y una concentración en la solución de 50-90 ppm de N con una frecuencia semanal o quincenal. Durante la fase de crecimiento activo se emplea un fertilizante de tipo *Grower* (20-20-20) y una concentración en la solución de 150-200 ppm de N y una frecuencia de 2-3 veces por semana, que se puede modificar en función del desarrollo de la planta. Finalmente, una vez conseguida la altura establecida para el lote, se disminuye considerablemente el aporte de nitrógeno pasando a un fertilizante tipo *Finisher* con aplicaciones semanales o quincenales (Landis *et al.*, 1989). No se recomiendan los riegos de endurecimiento cuando la planta no está destinada a zonas frías.

Los atributos de calidad para viveros comerciales vienen determinados por el programa de cultivo (Navarro Cerrillo *et al.*, 1998; del Campo, 2002) (Tabla 4). No se han obtenido relaciones concluyentes entre los atributos de planta en vivero y la respuesta

en campo (Navarro Cerrillo *et al.*, 2001). No obstante, se recomienda que la planta tipo de acebuche posea unos atributos morfológicos elevados, sin desproporción entre parte aérea y radical (PSA/PSR <4), con concentraciones de potasio en hoja superiores a 10 mg g⁻¹ y con un bajo grado de endurecimiento (del Campo, 2002). No obstante, estas condiciones serían de menor trascendencia en condiciones buenas de estación. Además, el potencial de regeneración radical puede ser un buen indicador de la capacidad de arraigo, recomendándose un valor superior a 15 raíces nuevas (>1 cm) ó 0,06 g de tejido radical de nuevo crecimiento. Las concentraciones nutricionales de la planta (N y K principalmente) parecen estar correlacionadas con la respuesta al crecimiento de la planta (del Campo, 2002) por lo que, en este sentido, sería deseable una concentración de N en hoja del orden de 24 mg g⁻¹. Se han desarrollado ecuaciones NIRS para la determinación de almidón en esta especie (Palacios *et al.*, 2001).

Tabla 4. Valores de atributos morfológicos, fisiológicos y de respuesta (media ± desviación típica, en su caso) de brinzales de *Olea europaea* var. *sylvestris* de una savia (Navarro Cerrillo *et al.*, 1998; del Campo 2002; del Campo y Segura, 2009).

Atributo	Valores de referencia	Valores recomendados	Valores mínimos recomendados
Atributos morfológicos			
Altura (cm)	41,2±9,8	20-60	15
Diámetro cuello raíz (mm)	4,5±1,1	3-56	2,5
Peso seco aéreo - PA (g)	3,5±1,25	2-5	1,5
Peso seco radical - PR (g)	1,69±0,67	1,1-2,3	1,0
PA/PR	2,15±0,48	1,4-3,8	1,3
Esbeltez (cm mm ⁻¹)	9,6±2,9	3,5-11,5	3
Atributos fisiológicos			
N foliar (mg g ⁻¹)	22,8±4,7	14-28	12
P foliar (mg g ⁻¹)	1,3±0,7	1,2-1,4	1,1
K foliar (mg g ⁻¹)	10,1±3,7	8-12	8
Ca foliar (mg g ⁻¹)	7,8±0,8		
Mg foliar (mg g ⁻¹)	2,9±1,1		
Atributos de respuesta			
PRR ⁽¹⁾ - número de raíces >1 cm de longitud	25±11		
PRR - peso seco raíces nuevas (g)	0,10±0,03		

⁽¹⁾ PRR: potencial de regeneración radical

Existen trabajos relacionados con la micorrización de la especie, tanto en campo como en vivero, que ponen de manifiesto la mejor respuesta de la planta inoculada con micorrizas arbusculares del género *Gomus* (Caravaca *et al.*, 2002; Estaún *et al.*, 2003; Dag *et al.*, 2009). Las plantas micorrizadas presentan mejores crecimientos, mayor vigor, mayores tasas de asimilación de nutrientes, como el fósforo y el potasio, y una mejor respuesta integral en condiciones áridas y semiáridas. Es difícil, no obstante, incorporar de forma

operativa la inoculación en vivero aunque se pueden utilizar técnicas sencillas. En el trabajo de Dag *et al.* (2009) el inóculo consistió en una suspensión de esporas, hifas, raíces y sustrato infectados, que fue aplicada sobre vermiculita, que participaba en el sustrato en un 10% del volumen del mismo.

Es una especie que suele requerir pocos tratamientos sanitarios, que serán de tipo preventivo y periódicos, con fungicidas de amplio espectro, para controlar los daños por *damping-off*, tanto antes como después de la germinación. Una de las enfermedades más comunes del acebuche en algunos viveros es la tuberculosis del olivo, causada por una bacteria (*Pseudomonas savastanoi*) que origina tubérculos y engrosamientos amorfos en la base del tallo y las ramas. Otras enfermedades comunes, en las explotaciones agrícolas de la especie, son los hongos *Cycloconium oleaginum* y *Verticillum dahliae* que dañan el follaje y las raíces, respectivamente. Como medidas preventivas generales pueden hacerse aplicaciones quincenales alternando alguno de los principios activos más comunes (thiram, captan, himexazol o iprodiona). Además, existen un amplio número de virus citados en la especie (Martelli, 1998).

Las malas hierbas pueden combatirse en preemergencia con oxifluorfén o glifosato. Si son gramíneas, se pueden emplear herbicidas selectivos aplicados en postemergencia. Las escardas también son efectivas, siendo recomendables cada 6-8 semanas para eliminar las hierbas resistentes a los herbicidas.

El cultivo de planta a raíz desnuda no es muy frecuente por el destino final de la planta, aunque en los últimos años se ha obtenido mucha planta trasplantada procedente de campo hacia los viveros destinada a jardinería (Sánchez y Arroyo, 2003).

4. Uso en repoblaciones y restauraciones

El olivo y su variante silvestre son unas de las especies más extendidas e importantes en el Mediterráneo. Su cultivo se ha extendido más allá de la cuenca mediterránea, abarcando al resto de regiones del mundo de clima mediterráneo.

El uso del acebuche en los programas de restauración forestal ha sido escaso en épocas pasadas (Pemán y Vadell, 2009), si bien, hoy en día, su utilización está muy extendida. Una de las causas de este cambio es el aumento en el uso de frondosas nativas en el contexto del programa de forestación de tierras agrarias en la década de los 90. En este programa, la superficie forestada en España con acebuche ascendió a un total de 36.728 ha, de las cuales casi la totalidad corresponden a Andalucía, con 35.805 ha. En esta Comunidad, el acebuche fue la tercera especie en cuanto a superficie forestada, sólo superado por la encina y el alcornoque, si bien su importancia destaca en las provincias de Almería y Sevilla. Por otra parte, el acebuche muestra facilidad de arraigo, buena respuesta al establecimiento y escasos requerimientos ecológicos, por lo que juega un papel destacado en el elenco de especies más versátiles para trabajos en zonas templadas. Otra razón a su favor es su favorable respuesta a los cambios del clima previstos (Ruiz de la Torre, 2006), que la hacen una especie segura y con garantías de prosperar en situaciones ambientales más adversas frente a otras posibles especies con las que comparte área geográfica.

Efectivamente, su versatilidad respecto al tipo de sustrato, la termicidad y la xericidad de la estación lo convierten en una especie ideal para su empleo como especie de forestación en tierras agrarias (Navarro *et al.*, 2009). El factor limitante para su utilización en repoblaciones es el frío intenso en invierno. Su muy buen comportamiento en campo se produce tanto en supervivencia como en crecimiento y ha sido puesto de manifiesto en numerosos trabajos (del Campo García y Navarro Cerrillo, 2004; Domínguez *et al.*, 2004; Vilagrosa Carmona *et al.*, 2008; Alameda Márquez y Villar Montero, 2009) en donde la especie suele dar porcentajes de supervivencia por encima de la media (cuando es comparada con otras especies), con valores entre el 70 y el 100% de supervivencia. No obstante, es preciso decir que la especie se testa frecuentemente en condiciones ecológicas muy adversas y que en las zonas más desfavorables y años de escasez de precipitaciones, la tasa de mortalidad puede dispararse por encima del 80% (Padilla-Ruiz *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2004). En cuanto a crecimientos, se califica como de crecimiento medio-rápido. Puede decirse que su mayor potencial repoblador se encuentra en los pisos termomediterráneo y mesomediterráneo inferior con precipitaciones más bien escasas, incendios reiterados y suelos degradados, zonas en las que previsiblemente el cambio climático no deje muchas otras posibilidades de frondosas arbóreas para restauración forestal (áreas con los subtipos fitoclimáticos IV(III), IV₁, IV₂, IV₃, IV₄, VI(IV)₁ y IV(VI)₂).

La distribución espacial puede ser muy variable dependiendo de los objetivos de la repoblación, pero teóricamente debería tender a crear un mosaico irregular aprovechando las zonas más soleadas para la especie (solanas, lomas convexas, zonas más secas, etc.). Las plantaciones pueden mezclarse con otras especies propias de arbustados y matorrales seriales y subseriales, con buena capacidad de cubrir el terreno, que sean mejoradoras del suelo y con facilidad de regeneración y propagación natural. Las especies arbóreas con las que se puede mezclar esta especie son: el pino carrasco (*Pinus halepensis*), el pino piñonero (*P. pinea*), la encina, el alcornoque y el algarrobo. Las actuaciones de restauración en las que podría utilizarse esta especie son:

- Restauración ecológica con fines de protección del suelo, dado su extenso sistema radical y la densidad de su follaje y de sus rebrotes, que ayudan a cubrir, estabilizar y retener el suelo frente a las escorrentías (Aerts *et al.*, 2008).
- Restauración y aumento de la resiliencia en áreas afectadas por incendios, por su carácter de rebrotadora facultativa. Contribuye a formar mosaicos más productivos y estables (manchas mediterráneas).
- Mejora del hábitat para especies de fauna (incluyendo la cinegética), creando refugio y alimento y contribuyendo al aumento de nichos ecológicos (mayor diversidad de flora y fauna).
- Transformación de masas forestales con baja madurez, especialmente las provenientes de repoblaciones maduras sin una dinámica sucesional aparente.
- Jardinería extensiva, parques periurbanos, plantaciones en obras de infraestructura viaria, etc.
- Restauración con fines de recreo y de mejora del paisaje.

- Establecimiento de sistemas agrosilvopastorales, en particular en climas mediterráneos secos, actuando la especie como un árbol forrajero (aprovechamiento de fruto y de ramón).

5. Planificación de la repoblación

El único método de repoblación viable para el acebuche es la plantación, que se realiza de forma manual. La elección de la procedencia de la semilla es importante, si bien, como ya se ha mencionado, este criterio puede no tener fundamentos firmes cuando en el área conviven las variedades silvestre y cultivada de la especie (Belaj *et al.*, 2007). En el caso de plantaciones de producción se debe elegir un material forestal más seleccionado (incluida la consideración del cultivar más adecuado a la zona de establecimiento). En plantaciones en el medio natural, donde las posibilidades de cuidados culturales son muy limitadas, la plantación debe hacerse en otoño. Hay que evitar retrasos que puedan comprometer la supervivencia de las plantaciones, en particular en suelos muy pesados o de escasa profundidad efectiva. La actividad radical del acebuche durante el invierno no es muy acentuada (Sardá *et al.*, 2005), pero suficiente como para avanzar en el proceso de establecimiento, sobre todo en localidades templadas, por lo que se recomienda adelantar la plantación en la medida de lo posible. Deben evitarse en zonas con riesgo de heladas, dada la gran sensibilidad de la especie a las bajas temperaturas.

Las características de la planta tipo de la repoblación vendrá determinada por el objetivo y las condiciones de establecimiento, pudiéndose utilizar planta de una o dos savias en contenedor forestal (repoblaciones genéricas), o planta de mayor edad (más de tres savias) en envase de gran volumen ($>1.000\text{ cm}^3$) (repoblaciones de producción). Es importante adecuar la calidad de planta de vivero al objetivo de la repoblación para evitar fracasos en el establecimiento, o costes innecesarios. En general, cuanto más fácil sea ejecutar los cuidados culturales (en particular el riego), más grande puede ser el tamaño de la planta utilizada. Por otro lado, el uso de planta micorrizada se ha mostrado efectivo en la mejora del establecimiento de la especie en zonas adversas, con mejoras en la tasa fotosintética, la transpiración y la conductancia estomática (Caravaca *et al.*, 2002 y 2003).

El acebuche es una especie de gran rusticidad y tolerancia a la sequía, pero no por ello deja de ser conveniente la eliminación de la vegetación previa que pueda competir por el agua presente en el suelo en el momento del establecimiento, dado que esto es crucial para un buen arraigo de la planta (Fig. 5). Este hecho, unido al alto riesgo de incendio, plantea la necesidad de realizar labores de desbroce previas a la repoblación, realizándose a hecho en los terrenos de poca pendiente y por fajas en el resto. Las labores más frecuentes para la eliminación de la vegetación existente consisten en el desbroce con desbrozadoras o el laboreo con grada de monte. En terrenos forestales puede utilizarse el desbroce puntual, que permite un carácter más selectivo, siendo el más apropiado en las repoblaciones de densificación y enriquecimiento. Los procedimientos de preparación utilizados en el establecimiento del acebuche vienen condicionados por los objetivos de la restauración, por lo que lo más frecuente son las preparaciones mediante subsolado (simples o preferiblemente dobles), en ocasiones con un laboreo previo (Fig. 5). En trabajos de restauración en terrenos de vocación forestal, puede recurrirse a preparaciones puntuales mediante ahoyado, preferiblemente mecanizado (retroexcavadora de cadenas).

La densidad de plantación para esta especie es variable de acuerdo con los objetivos y naturaleza de la plantación. En trabajos de restauración forestal, se puede utilizar la especie formando masas monoespecíficas con unas densidades de 700 pies ha⁻¹. Esta cifra podría aumentarse hasta más de 1.000 pies ha⁻¹ en trabajos más orientados a la protección del suelo (restauración de canteras), si bien en estos casos lo normal sería combinar el acebuche con otras especies principales, normalmente el pino carrasco. En forestación de tierras agrarias y establecimiento de sistemas silvopastorales se tenderá a densidades menores, no siendo recomendable superar los 600 pies ha⁻¹ (marco aproximado de 4 × 4 m) (Navarro-Cerrillo *et al.*, 2009). En el caso de terrenos rocosos o en pendiente, se deberá renunciar a la regularidad de la plantación, ubicándose las plantas donde las rocas se puedan desmenuzar y donde sea posible aprovechar un poco de suelo. Sin embargo, en plantaciones de enriquecimiento, mejora de la resiliencia de los ecosistemas forestales, mejora del hábitat para la fauna, etc., la especie puede pasar a ocupar un papel secundario o accesorio, con densidades mucho menores en función de las mezclas consideradas. En estos casos parece más conveniente la repoblación por golpes, agrupada en las localizaciones más favorables para la especie, pudiéndose emplear una densidad en torno a 200 pies ha⁻¹, que irá disminuyendo progresivamente a medida que las condiciones ecológicas de la estación sean más propias de otras especies más exigentes. La estructura creada conseguirá proporcionar una matriz de vegetación más compleja y, al ser moderada la competencia, las plantas se mantendrán con un elevado vigor vegetativo y una buena ramificación.

En condiciones de establecimiento muy limitantes (en particular con fuerte irregularidad de las precipitaciones, como puede ocurrir en amplias zonas del sudeste), convendría realizar un riego de implantación si las condiciones en el momento de la plantación son desfavorables, y riegos de mantenimiento durante el primer verano, en un número variable, entre 2 y 4, dependiendo de la facilidad y la economía (Padilla-Ruiz *et al.*, 2004). Una técnica que puede resultar interesante en zonas semiáridas es el microriego consistente en inyectar el agua de riego a una cierta profundidad, directamente cerca de la raíz, a través de un microtubo. Con esta técnica se consigue aprovechar el máximo de agua optimizando las dosis de riego. Sánchez *et al.* (2004) obtuvieron resultados de supervivencia próximos al 100% en plántones de acebuche en el semiárido almeriense, sobre los que se había aplicado la técnica del micro riego, frente a los no regados que alcanzaron tasas de supervivencia del 3%.

El uso de tubos invernadero en los trabajos de forestación con esta especie ha sido frecuente (Tabla 5), en particular en zonas con cierto riesgo de heladas. En ciertas zonas se puede prescindir del uso de tubos o mallas si no hay riesgo de depredación, ya que el acebuche, por su temperamento robusto, puede establecerse sin dificultad en condiciones de plena insolación. Las plantas pueden necesitar tutores si son de gran tamaño. Los hidrogeles pueden mejorar la supervivencia y el crecimiento de las plantas en zonas áridas y semiáridas, pero han sido poco utilizados en repoblaciones forestales con esta especie dado que en numerosas ocasiones los terrenos sobre los que se planta son pesados, es decir, poco indicados para el uso de hidrogeles (del Campo *et al.*, 2011). Una práctica repobladora más sencilla es el uso de mulchs de piedra, siendo una práctica tradicional en el Levante peninsular. Se pueden utilizar, también, mulch de plástico o de materiales textiles que son colocados alrededor de la planta. Los resultados del empleo de estos materiales, en términos de supervivencia, no son concluyentes (Navarro Cerrillo *et al.*, 2005).

Tabla 5. Valores de supervivencia y crecimiento de plantas de *Olea europaea* var. *sylvestris* en Aznañóllar (Sevilla) según diferentes tipos de tubos invernadero (preparación del terreno: subsolado; condiciones de ensayo: 534 mm de precipitación anual en 1997; plantación: noviembre de 1996 y 1998 (Navarro *et al.*, 2001).

Modelo de tubo	Agrotubo	Cartón plástico	Ecotubo	Fortetub	Silvitub	Tubex60	Control
Supervivencia (%)	49	86	17	67	63	88	61
Crecimiento en altura (cm)	53,3	46,7	37,2	56	59	43,6	34,8
Crecimiento en diámetro del cuello de la raíz (mm)	4,5	4,5	1,6	5,0	5,5	4,0	6,1

En repoblaciones en terrenos agrícolas, deben realizarse actuaciones para el control de la competencia durante los años posteriores a la plantación, siendo fundamental para el éxito de la repoblación (Navarro Cerrillo *et al.*, 2009). El método más frecuente es el laboreo con cultivadores a una profundidad máxima de 15 - 20 cm. La primera labor se hace en otoño, antes de las primeras lluvias otoñales, para impedir la nascencia de las malas hierbas y preparar el suelo para el invierno; la segunda a finales del invierno o principio de la primavera a fin de eliminar las malas hierbas enterrándolas. Finalmente, entre mayo y agosto mediante un ligero gradeo se intenta disminuir la pérdida de humedad del suelo por capilaridad y evaporación. El uso de herbicidas es mucho menos frecuente, pudiéndose emplear glifosato, simazina, tiazopir y oxifluorfén. En sistemas silvopastorales lo más recomendable, una vez conseguida la repoblación, es fomentar el uso silvopastoral con pastoreo controlado. Se puede completar con una siembra de pratenses para favorecer la evolución del estrato herbáceo hacia estructuras adhesionadas.

La fertilización en forestaciones de acebuche no es una práctica habitual, además, Cañellas *et al.* (2004) obtuvieron valores de supervivencia más bajos para los ensayos con fertilizantes que en las parcelas testigo. Todo esto unido al incremento del coste que supondría la fertilización lo hace una práctica poco viable, cobrando más importancia la utilización de una buena planta de vivero. No obstante, el uso de compost de residuos orgánicos ha mejorado el crecimiento y desarrollo de la plantación en algunos casos (Caravaca *et al.*, 2002). En este sentido, en plantaciones con fines agrosilvopastorales ya establecidas (a los dos años), se puede incorporar, en función de la edad de los árboles y de la naturaleza física y química del suelo, de 15-30 kg de materia orgánica por árbol durante el otoño, cada 3-4 años. Esto es especialmente útil en los casos que el suelo presente una deficiencia de nutrientes contrastada.

Las plantaciones de acebuche deben ser sometidas a podas de formación desde edades muy tempranas, en particular, en plantaciones a las que quiera dárseles un destino agrosilvopastoral. En los individuos jóvenes se debe buscar formas esféricas, dejando la altura de la primera inserción de las ramas entre 1 y 1,5 m del suelo, eliminando todas las ramas y chupones que frecuentemente aparecen en la parte basal del tronco. La poda está sujeta al tipo de manejo de la plantación. Para un manejo extensivo, mediante ganado



Figura 5. Repoblación de *Olea europaea* var. *sylvestris* en El Andévalo de Huelva (Foto: R. M. Navarro Cerrillo).

menor (ovino), las ramas pueden ser más abundantes y de menor tamaño. En el caso de plantaciones con presencia de grandes herbívoros (domésticos o cinegéticos), es recomendable una copa con menos ramas pero más gruesas, y con la copa a una altura mayor (preferiblemente por encima de los 2 m). Los individuos adultos de acebuche necesitan pocas podas, limitándose a podas de fructificación ligeras para optimizar la producción de fruto y podas sanitarias. Las podas pueden realizarse en otoño o al inicio del invierno, con las precauciones propias de esta actividad, siendo muy recomendable el uso de algún cicatrizante.

La estrategia de rebrote abundante de la especie da lugar, normalmente, a un gran número de tallos poco desarrollados y con altos valores del cociente altura:diámetro, especialmente en los individuos que han sufrido algún tipo de perturbación (incendio, ramoneo, tala, etc.). Esto supone que el crecimiento del vegetal sea más plagiotrópico lo que limita notablemente su contribución a la restauración de la cubierta arbórea. La solución pasa por la eliminación reiterada de estos brotes, para así obligar a que el arbusto trasloque sus asimilados en unos pocos tallos seleccionados de mayor longitud, o bien en la corta total de la parte aérea para hacer a la planta brotar de cepa en lugar de brotar del tallo, lo que suele generar brotes más vigorosos (Aerts *et al.*, 2008).

Las plagas y enfermedades que le afectan al acebuche son las mismas que al olivo de cultivo, sólo que la importancia por la pérdida de fruto es menor desde el punto de vista económico. Los tratamientos más frecuentes son los fungicidas cúpricos (Cuesta y Delgado, 1995)

aunque son más recomendables las estrategias de prevención de enfermedades integrales por la falta de fungicidas efectivos para algunas de las enfermedades más importantes. No obstante, el acebuche, a diferencia del olivo cultivado, ha conservado bien las poblaciones microbianas naturales de la rizosfera, que mantienen *pools* de potenciales antagonistas frente a las enfermedades más importantes de la variedad cultivada, tal como el hongo del suelo *Verticillium dahliae* Kleb. (Aranda *et al.*, 2011). Otras enfermedades importantes son la tuberculosis del olivo (*Pseudomonas savastanoi*), el hongo *Cycloconium oleaginum* y numerosos virus citados en la especie (Martelli, 1998).

6. Bibliografía.

- ACEBEDO M.M., LAVEE S., LIÑÁN J., TRONCOSO A., 1997. *In vitro* germination of embryos for speeding up seedling development in olive breeding programs. *Sci. Hort.* 69(3-4), 207-215.
- AERTS R., NOVEMBER E., MAES W., VAN DER BORGHT I., NEGUSSIE A., AYNEKULU E., HERMY M., MUYS B., 2008. *In situ* persistence of African wild olive and forest restoration in degraded semiarid savanna. *J. Arid Environ.* 72(6), 1131-1136.
- ALAMEDA MARQUEZ D., VILLAR MONTERO R., 2009. Estrategias de respuesta a la sequía en plántulas de 17 especies leñosas y el efecto de la lluvia estival. En: *Actas del 5 Congreso Forestal Español*. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, Junta de Castilla y León, eds.). Ávila. Disponible en: <http://congresoforestal.es>
- ALCÁNTARA J.M., REY P.J., VALERA F., SÁNCHEZ-LAFUENTE A.M., GUTIÉRREZ J.E., 1997. Habitat alteration and plant intra-specific competition for seed dispersers. An example with *Olea europaea* var. *sylvestris*. *Oikos* 79, 291-300.
- ALCÁNTARA J.M., REY P.J., VALERA A.M., SÁNCHEZ-LA FUENTE A.M., 2000. Factors shaping the seedfall pattern of a bird-dispersed plant. *Ecology* 81, 1937-1950.
- ALÍA R., GARCÍA DEL BARRIO J.M., IGLESIAS S., MANCHA J.A., DE MIGUEL J., NICOLÁS J.L., PÉREZ MARTÍN F., SÁNCHEZ RON D., 2009. Regiones de procedencia de especies forestales en España. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid. pp. 149-152.
- ARANDA S., MONTES-BORREGO M., JIMÉNEZ-DÍAZ R.M., LANDA B.B., 2011. Microbial communities associated with the root system of wild olives (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sylvestris*) are good reservoirs of bacteria with antagonistic potential against *Verticillium dahliae*. *Plant Soil* 343, 329-345.
- ARROYO J., 1988. Fenología de la floración en especies del matorral del Sur de España. *Lagascalía* 15, 593-606.
- ARROYO J., 1990. Ritmos climáticos y de floración en matorrales del SW de España. *Lagascalía* 16(1), 25-50.
- BELAJA., MUÑOZ-DIEZ C., BALDONI L., PORCEDDU A., BARRANCO D., SATOVIC Z., 2007. Genetic diversity and population structure of wild olives from the north-western mediterranean assessed by SSR markers. *Ann. Bot.* 100, 449-458.
- BLANCO E., CASADO M.A., COSTA M., ESCRIBANO R., GARCÍA-ANTÓN M., GÉNOVA M., GÓMEZ-MANZANEQUE A., GÓMEZ-MANZANEQUE F., MORENO J.C., MORLA C., REGATO P., SAINZ-OLLERO H., 1997. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Ed. Planeta, Barcelona.
- CANTOS M., LIÑÁN J., TRONCOSO J., APARICIO A., TRONCOSO A., 2001. El cultivo *in vitro*, un método para mejorar la germinación de plantas con interés forestal en Andalucía. En: *Actas del III Congreso Forestal Español*. Mesa 3. (Junta de Andalucía, ed.). Granada. pp. 683-689. Disponible en: <http://congresoforestal.es>
- CAÑELLAS I., BACHILLER A., DEL RÍO M., 2004. Efectos de la fertilización orgánica y mineral en el arraigo y desarrollo de especies mediterráneas durante los primeros años de la plantación. *Cuad. Soc. Esp. Cie. For.* 17, 139-144.

- CARAVACA F., BAREA J.M., FIGUEROA D., ROLDÁN A., 2002. Assessing the effectiveness of mycorrhizal inoculation and soil compost addition for enhancing reforestation with *Olea europaea* subsp. *sylvestris* through changes in soil biological and physical parameters. *Appl. Soil Ecol.* 20(2), 107-118.
- CARAVACA F., DÍAZ E., BAREA J.M., AZCON-AGUILAR C., ROLDÁN A., 2003. Photosynthetic and transpiration rates of *Olea europaea* subsp. *sylvestris* and *Rhamnus lycioides* as affected by water deficit and mycorrhiza. *Biol. Plantarum* 46(4), 637-639.
- CAP (Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía), 2008. Datos del programa de forestación de tierras agrarias en Andalucía. Inédito.
- CUESTA M.J., DELGADO A., 1995. Aproximación a las afecciones (plagas y enfermedades) del olivo cultivado, *Olea europaea sativa*, en el Subbético. *Bol. San. Veg. Plagas* 21, 539-550.
- DAG A., YERMIYAHU U., BEN-GAL A., ZIPORI I., KAPULNIK Y., 2009. Nursery and post-transplant field response of olive trees to arbuscular mycorrhizal fungi in an arid region. *Crop Pasture Sci.* 60, 427-433
- DEL CAMPO GARCÍA A.D., 2002. Régimen de cultivo, desarrollo en vivero, calidad de planta y respuesta al establecimiento en cuatro especies de frondosas mediterráneas. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- DEL CAMPO GARCÍA A.D., NAVARRO CERRILLO R.M., 2004. Calidad de lotes comerciales de acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris* Brot.). Evaluación de su respuesta en campo. *Cuad. Soc. Esp. Cienc For.* 17, 43-49.
- DEL CAMPO A., SEGURA G., 2009. Definición de protocolos para el control de calidad de planta y puesta en obra de la misma. Informe 2009. Universidad Politécnica de Valencia y Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, GVA. Inédito.
- DEL CAMPO A.D., HERMOSO J., FLORS J., LIDÓN A., NAVARRO-CERRILLO R.M., 2011. Nursery location and potassium enrichment in Aleppo pine stock 2. Performance under real and hydrogel-mediated drought conditions. *Forestry* 84(3), 235-245.
- DIRR M.A., HEUSER A.C., 1987. The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture. Varsety Press Inc., Georgia.
- DOMÍNGUEZ M.T., MARAÑÓN T., MURILLO J.M., HIDALGO J.A., MADEJÓN P., 2004. Crecimiento y morfología foliar de especies leñosas en las reforestaciones del corredor verde del Guadamar (Sevilla). *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 20, 173-179.
- ESTAÚN V., CAMPRUBI A., CALVET C., PINOCHET J., 2003. Nursery and field response of olive trees inoculated with two arbuscular mycorrhizal fungi, *Glomus intraradices* and *Glomus mosseae*. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 128,767-775.
- GARCÍA DEL BARRIO J.M., DE MIGUEL J., ALÍA R., IGLESIAS S., 2001. Regiones de identificación y utilización de material forestal de reproducción. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- GARCÍA-FAYOS P. (coord.), 2001. Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana. Banc de Llavors Forestals, Conselleria de Medi Ambient, Generalitat Valenciana, Valencia. pp. 27.
- ISTA (International Seed Testing Association), 2011. International rules for seed testing. Edition 2011. ISTA, Bassersdorf, Switzerland.
- JORDANO P., PULIDO F., ARROYO J., GARCÍA-CASTAÑO J.L., GARCÍA-FAYOS P., 2004. Procesos de limitación demográfica. Capítulo 8. En: Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. (Valladares F., ed.). Ministerio de Medio Ambiente - EGRAF SA., Madrid. pp. 229-248.
- LANDIS T.D., TINUS R.W., MCDONALD S.E., BARNETT J.P., 1989. Seedling nutrition and irrigation. The container tree nursery manual. Vol 4. United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 674, Washington.

- LO GULLO M.A., SALLEO S., 1988. Different strategies of drought resistance in three mediterranean sclerophyllous trees growing in the same environmental conditions. *New Phytol.* 108, 267-276.
- LO GULLO M.A., NARDINI A., SALLEO S., TYREE M., 1998. Changes in root hydraulic conductance (KR) of *Olea oleaster* seedlings following drought stress and irrigation. *New Phytol.* 140, 25-31.
- LOURO V., PINTO G., 2011. Sementes, uma ponte entre o passado e o futuro da floresta. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território. CENASEF. pp. 31-38.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación), 2003. Estadística del programa de forestación de tierras agrarias. Inédito.
- MARTELLI G.P., 1998. Enfermedades infecciosas y certificación del olivo: panorama general. *Phytoma España* 102, 180-186.
- MARTIN G.C., 2008. *Olea europea* L. En: The woody plant seed manual (Bonner F.T., Karrfalt R.P., eds.). United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, Washington. pp. 753-756.
- NAVARRO CERRILLO R.M., GÁLVEZ C., 2001. Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía. Tomo II. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba. pp. 231-233.
- NAVARRO CERRILLO R.M., DEL CAMPO A., ALEJANO R., ALVAREZ L., 1998. Caracterización de calidad final de planta de encina (*Quercus ilex* L.), alcornoque (*Quercus suber* L.), algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) y acebuche (*Olea europaea* L. var. *sylvestris*) en cinco viveros en Andalucía. *Informaciones Técnicas* 49/98. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla.
- NAVARRO CERRILLO R.M., DEL CAMPO A., CEACERO C., 2001. Caracterización del cultivo y determinación de calidad de planta de *Ceratonia siliqua* L. y *Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot. en varios viveros forestales. En: Actas del III Congreso Forestal Español. Mesa 3. (Junta de Andalucía, ed.). Granada. pp. 861-868. Disponible en: <http://congresoforestal.es>
- NAVARRO CERRILLO R.M., LORA A., OYONARTE P., 2005. Mapa de vegetación natural. En: Atlas de Andalucía. Cartografía Ambiental. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla. pp. 177-186.
- NAVARRO CERRILLO R.M., PEMAN J., DEL CAMPO A., MORENO SÁNCHEZ J., LARA M.A., DÍAZ HERNÁNDEZ J.L., POUSA F., PIÑÓN F., 2009. Manual de especies para la forestación de tierras agrarias de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla. pp. 169-198.
- NEGASH L., 2003. Vegetative propagation of the threatened African wild olive [*Olea europaea* L. subsp. *cuspidata* (Wall. ex DC.) Ciffleri]. *New For.* 26, 137-146.
- ORINOS TH., MITRAKOS K., 1991. Rhizogenesis and somatic embryogenesis in calli from wild olive (*Olea europaea* var. *sylvestris* (Miller) Lehr) mature zygotic embryos. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 27(2), 183-187.
- PADILLA-RUIZ F.M., PUGNAIRE DE IRAOLA F.I., MARÍN R., HERVÁS MUÑOZ M., ORTEGA OLLER R., 2004. El uso de especies arbustivas para la restauración de la cubierta vegetal en ambientes semiáridos. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17, 103-107.
- PALACIOS G., NAVARRO CERRILLO R.M., DEL CAMPO A., 2001. Desarrollo y evaluación de una ecuación NIRS para la determinación del contenido de almidón en raíces de plantas forestales. En: Actas del III Congreso Forestal Español. Mesa 3. (Junta de Andalucía, ed.). Granada. pp. 804-811. Disponible en: <http://congresoforestal.es>.
- PEMÁN J., VADELL E., 2009. Reconstrucción de la estadística de la actividad repobladora desde 1879 hasta nuestros días. En: Actas del 5 Congreso Forestal Español. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, Junta de Castilla y León, eds.). Ávila. Disponible en: <http://congresoforestal.es>
- PIOTTO B., DI NOI A. (eds.), 2001. Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea. ANPA, Roma. 108 pp.
- REY P.J., ALCANTARA J., 2000. Recruitment dynamics of a fleshy-fruited plant (*Olea europaea*): connecting patterns of seed dispersal to seedling establishment. *J. Ecol.* 88, 622-633.

- REY P.J., GUTIERREZ J.E., ALCANTARA J., VALERA F., 1997. Fruit size in wild olives: implications for avian seed dispersal. *Funct. Ecol.* 11(5), 611-618.
- REY P.J., GARRIDO J.L., ALCÁNTARA J.M., RAMÍREZ J.M., AGUILERA A., GARCÍA L., MANZANEDA A.J., FERNÁNDEZ R., 2002. Spatial variation in ant and rodent post-dispersal predation of vertebrate-dispersed seeds. *Funct. Ecol.* 16, 773-781.
- REY P.J., ALCÁNTARA J.M., VALERA A.M., SÁNCHEZ-LA FUENTE A.M., GARRIDO J.L., RAMÍREZ J.M., MANZANEDA A.J., 2004. Seedling establishment in *Olea europaea*: seed size and microhabitat affect growth and survival. *EcoScience* 11(3), 310-320.
- RINALDI L., 2004. Relationships between seed biomass, germination time, and seedling growth in *Olea europaea*. *Hortscience* 39(4), 788.
- ROSÚA J.L., LÓPEZ DE HIERRO L., MARTÍN J.C., SERRANO F., SÁNCHEZ A., 2001. Procedencias de las Especies vegetales autóctonas de Andalucía utilizadas en restauración de la cubierta vegetal. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- RUGINI E., MENCUCCHINI M., BIASI R., ALTAMURA M.M., 2005. Olive (*Olea europaea* L.) En: Protocol for somatic embryogenesis in woody plants (Jain S.M., Gupta K., eds.). Springer. The Netherlands. pp. 345-360.
- RUIZ DE LA TORRE J., 2006. Flora Mayor. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid. pp. 1369-1372.
- SÁNCHEZ J., ORTEGA R., HERVÁS M., PADILLA F.M., 2004. El microrriego, una técnica de restauración de la cubierta vegetal para ambientes semiáridos. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17, 109-112.
- SARDÁ P., AGUILAR A., VALLE G., VILLAR-SALVADOR P., PEÑUELAS J.L., 2005. Crecimiento radical de plántulas de *Retama sphaerocarpa*, *Pistacia terebinthus* y *Olea europaea* durante el período húmedo del año. En: Actas del IV Congreso Forestal Español. [cd-rom]. (Sociedad Española de Ciencias Forestales, ed.). Zaragoza. Disponible en: <http://congresoforestal.es>
- SESLI M., YEĞENOĞLU E.D., 2010. Determination of the genetic relationships between wild olive (*Olea europaea oleaster*) varieties grown in the Aegean region. *Genet. Molec. Res.* 9(2), 884-890.
- SUÁREZ M.P., LÓPEZ-RIVARÉS E.P., LAVÉE S., TRONCOSO A., 1999. Rooting capability of olive cuttings, cv. Gordal: influence of the presence of leaves and buds. *Acta Hort.* 474, 39-42.
- VILAGROSA CARMONA A., CHIRINO MIRANDA E., BAUTISTA AGUILAR S., URGEGHE A.M., ALLOZA MILLÁN A., VALLEJO CALZADA V.R., 2008. Proyecto de demostración de lucha contra la desertificación: Regeneración y plan de manejo de zona semiáridas degradadas en el T.M. de Albufera (Alicante). *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 28, 317-322.
- XYLOYANNIS C., DICHIO B., NUZZO V., CELANO G., 1999. Defense strategies of olive against water stress. *ISHS Acta Hort.* 474, 423-426.