

# Cultivo de especies autóctonas para revegetación



*Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera*  
**CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA**  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA**

# **CULTIVO DE ESPECIES AUTÓCTONAS PARA REVEGETACIÓN**

**M<sup>a</sup> Milagros Saavedra  
Susana Sánchez  
Cristina Alcántara**



*Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera*  
**CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA**  
**CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA**

© Edita: JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.  
Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Consejería de Agricultura y Pesca.

Publica: Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Colección: AGRICULTURA

Serie: FORESTAL

Autores: M<sup>a</sup> Milagros Saavedra, Susana Sánchez y Cristina Alcántara. IFAPA

Fotografías e ilustraciones: M<sup>a</sup> Milagros Saavedra y Susana Sánchez

I.S.B.N.: 84-8474-183-4

Dep. Legal: SE2868-06

Maquetación e Impresión: LUMEN 2, S.C. (Sevilla)

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b> .....	7
<b>1.INTRODUCCIÓN</b> .....	9
1.1. EROSIÓN, DEGRADACIÓN DEL SUELO Y VEGETACIÓN .....	11
1.2. CONCEPTO DE REVEGETACIÓN .....	14
1.3. TECNOLOGÍA DE LA REVEGETACIÓN .....	16
1.4. REVEGETACIÓN MEDIANTE SIEMBRA .....	23
1.5. INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN .....	26
1.6. INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES .....	29
1.7. EFECTO DE LA REVEGETACIÓN SOBRE LA FAUNA .....	31
1.8. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA REVEGETACIÓN EN ZONAS MEDITERRÁNEAS ..	32
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	35
2.1. GERMINACIÓN .....	38
2.2. EMERGENCIAS .....	39
2.3. FENOLOGÍA, DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLAS .....	40
2.4. FERTILIZACIÓN .....	44
2.5. COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES EN TALUDES DE DESMONTE .....	47

<b>3. RESULTADOS</b>	53
3.1. <i>Antirrhinum majus</i> L. subsp. <i>majus</i>	55
3.2. <i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop. subsp. <i>pentaphyllum</i>	60
3.3. <i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	66
3.4. <i>Genista umbellata</i> (L'Hér.) Poiret	71
3.5. <i>Moricandia moricandioides</i> (Boiss.) Heywood	77
3.6. <i>Pitatherum miliaceum</i> (L.) Cosson	84
3.7. <i>Plantago albicans</i> L.	89
3.8. <i>Psoralea bituminosa</i> L.	95
3.9. <i>Sanguisorba minor</i> Scop.	102
3.10. <i>Sinapis alba</i> L.	106
<b>4. UNIDADES DE COSTES DE CULTIVO</b>	111
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>	125
<b>6. ADVERTENCIA</b>	145

## PRÓLOGO

Hasta la década de los 80, los componentes del equipo de Malherbología del CIFA de Córdoba, nos habíamos dedicado a trabajar sobre la forma de eliminar las malas hierbas de los cultivos y cómo emplear mejor y eficazmente los herbicidas. Sin embargo, éramos conscientes de que las hierbas, no solo producen perjuicios a los cultivos porque compiten por agua y nutrientes, sino que también juegan un importante papel aportando materia orgánica a los suelos, mejorando su estructura, favoreciendo la infiltración y reduciendo la erosión. Las consideradas malas hierbas por los agricultores son especies pioneras y colonizadoras de espacios sin cobertura vegetal, y desde ese punto de vista son “buenas hierbas”. De hecho ya estábamos trabajando y teníamos experiencia en el manejo de cubiertas vegetales en olivar y de sus efectos beneficiosos, incluso en condiciones de secano, y por ello nos planteamos extender nuestros trabajos más allá de las zonas cultivadas y estudiar la manera de implantar algunas de estas especies en zonas desprotegidas de vegetación, principalmente para reducir erosión.

El ámbito de aplicación en principio podía ser muy extenso: taludes producidos por las obras de infraestructura, zonas amplias con escasa cobertura vegetal o erosionadas, cuencas de embalses, lindes de fincas agrícolas, terrazas de retención, taludes de balsas de riego, etc. Cada una de las especies podría tener distinto uso, pero en general deberían ser de amplia distribución, por dos motivos: en primer lugar para poder implantarlas en áreas con diferentes condiciones ambientales y en segundo para que, desde el punto de vista ecológico, su introducción no supusiera un riesgo de impacto ambiental negativo. También considerábamos que después de implantar estas especies la flora espontánea de cada zona debería ir progresivamente colonizando las áreas revegetadas, y alcanzar un equilibrio aceptable; por ello, no deberían ser especies invasoras.

El problema que surgía era la necesidad de reproducirlas y la conveniencia de que fuese por semilla, puesto que la siembra resulta casi siempre más económica que la plantación y suele ser la forma de producir más propágulos a menor coste. Por otro lado, la Política Agraria Comunitaria se estaba orientando hacia la diversidad de cultivos, reducción de superficies de cultivos alimentarios y, en su conjunto, con un claro apoyo a la protección ambiental. Por ello, decidimos estudiar estas especies como nuevos cultivos para obtener sus semillas y emplearlas en revegetación.

En este documento recopilamos aquellos aspectos del trabajo realizado que consideramos de mayor utilidad para el agricultor y las empresas que realizan las revegetaciones.

Agradecemos a la Empresa Semillas Silvestres S.L., y a su gerente Dr. Cándido Gálvez, su apoyo y orientación en esta tarea, así como a las personas que directamente han colaborado en la realización de los trabajos de campo y laboratorio: D. Andrés Gutiérrez, Dña. Trinidad Gutiérrez, Dña Emilia Espejo, Dña. Amalia Moreno y Dña. Francisca Pedregosa.

También queremos agradecer de forma especial al Dr. José Luis Muriel y a D. Diego Juárez el apoyo en su inicio a esta línea de trabajo y la confianza que tuvieron en este equipo para desarrollarlo. Y al Dr. Antonio Pujadas por su colaboración y valiosas indicaciones.

Así mismo agradecemos al Dr. Juan Domínguez la corrección y críticas a este documento.

***M<sup>a</sup> Milagros Saavedra***



## 1. INTRODUCCIÓN



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. EROSIÓN, DEGRADACIÓN DEL SUELO Y VEGETACIÓN

Las tierras mediterráneas, por su posición geográfica, poseen unas características que las hacen especialmente vulnerables a los procesos de erosión y desertificación (Costa *et al.*, 2003). Existen numerosas estimaciones de las pérdidas de suelo en España, no siempre coincidentes, pero todas ellas inciden en la importancia del problema, especialmente en el sur y este peninsular. Recientemente **se han dado cifras máximas para las Cuencas del Sur y Guadalquivir de 47.8 y 44.6 t/ha/año respectivamente**, y globales de 23.37 t/ha/año (De Alba, 1998). Otros datos aproximan las cifras de erosión en determinadas zonas del sur a las 50 t/ha/año. Tomando en consideración que las tasas de formación de suelos pueden variar entre 2 y 12 toneladas por hectárea y año, se pone de manifiesto la gran trascendencia del problema.

Los mapas de estados erosivos elaborados a nivel nacional (ICONA, 1987-1991) establecían que la intensidad del proceso de erosión es superior a los límites tolerables en cerca del 42% del territorio nacional. Más recientemente, dentro del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND), principal obligación contraída por nuestro país como firmante de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD), se estimó, a través de la aplicación de un modelo, que **el problema de la desertificación afecta en grados alto y muy alto a un 31,49 % de la superficie española**, lo cual indica la magnitud del problema a que nos enfrentamos. Actualmente el Ministerio de Medio Ambiente realiza un nuevo inventario de erosión de suelos en España para detectar, cuantificar y reflejar cartográficamente los principales procesos de erosión en el territorio nacional y determinar su evolución en el tiempo mediante la elaboración de inventarios de forma continuada. Así mismo mejora y actualiza anteriores Mapas de Estados Erosivos. El primer ciclo se ha iniciado en 2001, y se prevé su finalización en 2012.



Foto 1. Talud con importantes cárcavas. Se aprecia que en la zona revegetada se ha disminuido considerablemente la pérdida de suelo y aguas abajo las cárcavas son mucho más pequeñas. Foto M. Saavedra.

Por otro lado, **en los últimos años se han realizado en España un gran número de nuevas redes viarias** (autovías, carreteras, vías férreas), así como la ampliación y mejora de las ya existentes (Tormo et al., 2003). Estas estructuras dejan al descubierto gran cantidad de suelo debido a los movimientos de tierra y la falta de protección de estos suelos los hace vulnerables a los procesos de erosión (Reid y Dunne, 1984; Navarro-Hevia y Jonte-Lastra, 1996; Diseker y Richardson, 1962; Haigh, 1987; Gray y Sotir, 1996). La realización de desmontes conlleva importantes alteraciones del relieve y por lo general estas superficies se caracterizan (Blanco, 1998) por pendientes acusadas y declives rectilíneos; un notable efecto de los procesos de degradación como erosión, desprendimientos, deslizamientos, etc.; aparición de suelos brutos; aumento de la pedregosidad y rocosidad del terreno; incremento de los efectos de umbría y solana dependiendo de la orientación de los taludes; e intensificación de los procesos químicos desfavorables como acidificación, salinización, etc. Se plantea por tanto paliar todos estos problemas que son consecuencia de la erosión y alteración de los suelos.

El Ministerio de Medio Ambiente, señala que **“Es preciso distinguir entre la erosión del suelo a escala geológica, fenómeno natural que interviene en el modelado del paisaje, y la erosión antrópica, cuya causa está en el uso inadecuado de**

los recursos naturales por el hombre, que tiene unas marcadas consecuencias negativas de tipo ambiental, económico y social, por lo que debe tenerse siempre en cuenta a la hora de planificar el aprovechamiento y gestión de dichos recursos". **La intervención del hombre puede acelerar o desencadenar procesos erosivos, pero también puede actuar frenándolos, por ejemplo favoreciendo el desarrollo de la vegetación.**

**La vegetación tiene una función muy importante en la protección del suelo y conlleva una serie de funciones asociadas a una disminución de la erosión y un incremento de la tasa de pedogénesis.** Algunas de estas funciones son: una importante actividad biológica en el suelo, disminución de la precipitación efectiva (Domingo *et al.*, 1998) y de su erosividad (Brandt, 1989), así como una disminución de la erodibilidad del suelo (Bergkamp, 1998) y de la energía cinética de la escorrentía (Abrahams *et al.*, 1995; Cammeraat y Imeson, 1999). Por el contrario una reducción de la cubierta vegetal ocasiona una reducción de materia orgánica del suelo (García *et al.*, 1996), con las consiguientes pérdidas de estructura, de estabilidad, de capacidad de infiltración y acumulación de agua y, consecuentemente, pérdida de fertilidad. Esta pérdida de fertilidad dificulta a su vez la producción de cobertura vegetal y se desencadena un ciclo de degradación que progresivamente se va haciendo más agudo e irreversible. Estos hechos están mundialmente aceptados por la comunidad científica y por la sociedad.



Foto 2. La vegetación protege el suelo y evita la formación de costras y grietas. Obsérvese la diferencia entre la zona con y sin vegetación. Foto M. Saavedra.

Toda planta, desde la más minúscula hierba hasta el árbol más corpulento, defiende al suelo de la acción perjudicial del impacto directo de las lluvias sobre el suelo, aunque naturalmente en forma y proporción diferentes (Suárez de Castro, 1965). **Si nos planteamos una acción de manejo de la vegetación, podemos preguntarnos: ¿Qué tipo de cubierta vegetal es la más favorable para la conservación de los suelos?** Existen diferentes opiniones al respecto. Tradicionalmente se ha tendido a considerar que los árboles son mucho más favorables que las herbáceas y las arbustivas para controlar la erosión (Chirino *et al.*, 2003). Otros autores señalan que las herbáceas (Kumar *et al.*, 1996) y un estrato arbustivo denso y de bajo porte puede tener un efecto satisfactorio en la conservación del suelo (Gallart y Llorens, 1994; Andrés y Jorba, 2000), así como aumentar la permeabilidad del terreno; su parte aérea protege del impacto directo de las gotas de lluvia y su extenso y denso sistema radicular (Gray y Sortir, 1996; Gyssels y Poesen, 2003) aumenta el contenido en materia orgánica del suelo mejorando su estabilidad estructural y permeabilidad (Kort *et al.*, 1998). Muchos investigadores (Lang y McCaffre, 1984; Morgan *et al.*, 1994; Blevins, 1986; Francis y Thornes, 1990; Casermeiro *et al.*, 2002) han resaltado la eficacia de la cubierta vegetal para reducir la erosión, y en particular las coberturas herbáceas de bajo porte (Morgan, 1991).

## 1.2. CONCEPTO DE REVEGETACIÓN

**Entendemos por revegetación la implantación de una cobertura vegetal, y su fin primordial es el control de la erosión** (Morgan y Rickson, 1995; López-Jimeno, 2002). Ésta ha sido definida de diferentes formas: “Práctica ecológico-forestal, que consiste en devolver el equilibrio o restaurar la cubierta vegetal de una zona donde estas formaciones vegetales están degradadas o alteradas, en todos o alguno de los componentes” (López-Encina y Simón-Pérez, 2001); “Establecimiento artificial de vegetación en un terreno apto para ello” (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos de Cataluña, 1997) o “Conjunto de actividades tendientes a restablecer la cubierta vegetal de un sitio en particular” ([www.ecomul.com](http://www.ecomul.com)).

**El término genérico revegetación debe de distinguirse de otros más específicos, “restauración” y “reforestación”.** Se entiende por restauración aquella actividad que pretende llevar a un ecosistema a un estado natural, equivalente al original previo a las alteraciones ocurridas, normalmente producidas por el hombre (Machado-Carrillo, 2001), implicando el reestablecimiento de la estructura y función



Foto 3. Terreno de pastos con importantes pérdidas de suelo. La vegetación que permanece ha sido insuficiente para frenar la erosión. Se observa que ha sido reforestado recientemente. Foto M. Saavedra.

del ecosistema, así como el de sus características físicas, químicas y biológicas (Unidad Docente de Planificación y Proyectos *et al.*, 1995). Por el contrario reforestación es sinónimo de repoblación forestal y puede definirse como el “Conjunto de técnicas que se necesitan aplicar para crear una masa forestal, formada por especies vegetales leñosas (árboles o arbustivas), que sea estable con el medio, en un terreno cuya vegetación actual es ineficaz en mayor o menor grado según el uso asignado al territorio, y que adoptando las características deseadas, cumpla con los fines que de ella se demanden” (Serrada-Hierro, 1995).

**En España vienen desde antiguo realizándose actuaciones encaminadas tanto a mantener la cubierta vegetal como a revegetar zonas degradadas.**

El primer relato de tipo legislativo data de la Edad Media, año 1389, en el que el rey Pedro El Cruel ordenó la prohibición de roturar exidios y heredamientos. Después le siguió una pragmática de los Reyes Católicos en el año 1496, en la cual se mandó a los pueblos a conservar los montes, incluso impidiendo su despejamiento y desmajado sin una orden especial (Consejería de Medio Ambiente, 2002). Carlos I por 1518 en Zaragoza, promulgó la famosa “Pragmática para que se planten montes y arboledas y se haga ordenanza para conservar los montes viejos y nuevos” (López-Encina y Simón-Pérez, 2001). Actualmente existen diferentes programas, así como casos prácticos de revegetación, entre los que cabe destacar los programas de

reforestación de tierras agrarias, promovidos por la Unión Europea a través del reglamento de desarrollo rural (R(CE) 1257/1999 del Consejo); y otros de ámbito más reducido como por ejemplo: El plan de reforestación y revegetación del campus de Lagoas-Marcosende, que contempla la plantación de casi nueve mil ejemplares de árboles y arbustos de 23 especies autóctonas (Diario de la Universidad de Vigo, 2001); revegetación de la zona "La Colina de fosfoyesos" en Huelva llevada a cabo por la Asociación de industrias químicas básicas ([www.aiqb.es](http://www.aiqb.es)); obras de consolidación y protección contra los desprendimientos en el funicular de la Santa Cova en Montserrat (Murguía, 2002); proyecto de recuperación del medio natural en la autovía de Aragón, CN-II tramo Calatayud-Morata de Jalón en Zaragoza (Cano, 2002); o las actuaciones de prevención y corrección de la erosión llevadas a cabo por el Proyecto Life ([www.fundacionglobalnature.org](http://www.fundacionglobalnature.org)).

También fuera de nuestro país se llevan a cabo programas de revegetación por ejemplo en Bolivia ([www.cuibaenergy.com](http://www.cuibaenergy.com)), Brasil ([www.opic.gov](http://www.opic.gov)), México ([www.inifap.conacyt.mx](http://www.inifap.conacyt.mx)) y Perú ([www.perumine.net](http://www.perumine.net)); o subprogramas de revegetación y reforestación en América latina y el Caribe que conllevan la participación de diferentes organismos ([www.rlc.fao.org](http://www.rlc.fao.org)).

## 1.3.TECNOLOGÍA DE LA REVEGETACIÓN

### 1.3.1. MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS

**En revegetación se emplean con frecuencia técnicas específicas** que ayudan a conseguir el éxito de la misma. Su uso está indicado cuando las condiciones son más desfavorables, bien sea porque existe un alto riesgo de erosión, o porque no es posible llevar a cabo una buena preparación del terreno. La revegetación suele incluir pequeñas (a veces grandes) **obras de infraestructura, empleando materiales inertes**, tradicionales en la construcción como el hormigón, piedra, etc. (Serrano y Gómez, 2002), y también **materiales vegetales como elementos estructurales**: maderas, sierpes, etc. (Mataix-González, 2002b). También se utilizan materiales novedosos, **geosintéticos**, en combinación con materiales de origen orgánico, que estabilizan, refuerzan o impermeabilizan el suelo (Galán, 1996), y favorecen y aceleran los procesos de arraigo y desarrollo de la vegetación (Mataix-González, 2002a). Los más utilizados son las redes o mallas tridimensionales, las redes y mantas orgánicas, las georedes celulares y las mantas volumétricas ([www.bonte-raiberica.com](http://www.bonte-raiberica.com); [www.tcmirafi.com](http://www.tcmirafi.com)).

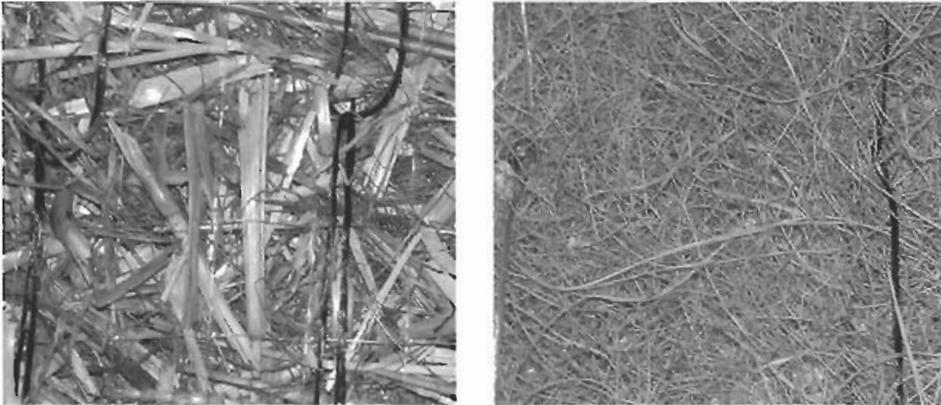


Foto 4. A y B) Mallas protectoras de suelo realizadas con diferentes materiales vegetales



Foto 4. C)

Malla orgánica dispuesta sobre un talud para proteger la siembra con fines de revegetación.

**Se pueden hacer tanto plantaciones** (planta de vivero multiplicada por semilla o esqueje) **como siembras, o ambas simultáneamente**. En casos excepcionales se han empleado plantas procedentes de reproducción por cultivo de tejidos de especies nativas que no pueden propagarse ni por semillas ni por esquejes; tal es el caso de algunas especies que actualmente son requeridas para la revegetación de zonas urbanas y desérticas (Sudharsan *et al.*, 2003). Los métodos de siembra utilizados son diversos, en hileras o líneas y a voleo, dejando la semilla en la superficie o enterrándola ligeramente. Estos métodos deben ser determinados considerando aspectos diversos, entre los que se encuentran el tamaño de la semilla, y la biología de la especie tal y como lo demuestran los estudios realizados (Montalvo *et al.*, 2002).

Uno de los métodos de siembra es la **hidrosiembra**, que consiste en aplicar sobre el terreno, mediante una manguera, a presión, una mezcla de semillas, nutrientes químicos y orgánicos, microorganismos del suelo y sustancias aglutinadoras dispersas en agua (Martínez-Ruiz, 2001; [www.hidroverde.com](http://www.hidroverde.com); Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos de Cataluña, 1996). Este método se ha empleado con frecuencia para controlar la erosión mediante revegetación (Montoro *et al.*, 2000) principalmente en zonas mineras (Brofás y Varelides, 2000), en áreas degradadas de naturaleza gipsófila (Casas *et al.*, 2002), así como en taludes (Muzzi *et al.*, 1998; Peiró-Abril, 1993; Ibáñez *et al.*, 1995). Es un procedimiento relativamente caro y a veces imposible de aplicar en terrenos de difícil acceso para los camiones cisterna.



Foto 5. Hidrosiembra en el arroyo Cantarranas de Córdoba, con semillas autóctonas ibéricas. Cortesía de Semillas Silvestres, S.L.

### 1.3.2. ESPECIES VEGETALES

**La morfología de las plantas y su ciclo vital es uno de los factores a tener en cuenta para llevar a cabo una buena estabilización y protección del suelo.** Es básico conocer atributos morfológicos y funcionales del suelo para el control de la erosión (Guerrero, 1998) y se han establecido las funciones de la vegetación herbácea en función de su morfología (Coppin y Richards, 1990). Así especies con raíces profundas y fibrosas tienen una función de refuerzo y soporte; raíces superficiales y fibrosas tienen una función de revestimiento y cubierta; y por último especies con raíz principal profunda tienen una función de contención y captura.

Por otro lado, tanto el matorral (Thornes, 1985; Andreu *et al.*, 1998; Puigdefábregas, 1996; Castillo *et al.*, 1997; Brochet *et al.*, 1998), como las especies herbáceas y leguminosas arbustivas (De Andrés *et al.*, 2003) están siendo reivindicadas como eficientes protectoras del suelo. En el caso de las herbáceas han aumentado proporcionalmente su presencia en los más recientes planes de revegetación, sobre todo en los taludes de carretera (Cerdá *et al.*, 2000), ya que cubren más rápidamente la superficie y mejoran la fertilidad del suelo, la agregación de partículas, la capacidad de almacenamiento de agua y las propiedades químicas del suelo tales como el contenido de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico del suelo (Soriano *et al.*, 2001).

**En las revegetaciones que se realizan en el área mediterránea, las condiciones ambientales y el vigor de la planta son los factores críticos para un buen implante, desarrollo y crecimiento de las mismas** (Savé y Cabot, 2001). Con frecuencia se utilizan las mismas especies que en otras regiones más húmedas, pero **se suelen introducir especies autóctonas con el fin de incrementar la diversidad específica y la resistencia a los factores ambientales limitantes, así como por estética**. Se entiende por plantas autóctonas aquellas especies, subespecies o variedades que crecen de forma natural o salvaje en una región determinada (Font-Quer, 1977), o bien que han llegado a ella debido a un cambio de su



Foto 6. *Clematis flammula* L., especie autóctona de gran belleza creciendo espontánea en una cuneta de carretera en Córdoba. Foto M. Saavedra.

área de distribución natural (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos de Cataluña, 1997). Como ejemplo de su efectividad el estudio realizado por Pinaya et al. (2000), con varias especies gramíneas para revegetar un área quemada, demostró que a los seis meses el grupo de las especies nativas consiguieron cubrir un 60% de la superficie, mientras que la mezcla comercial no lo consiguió hasta transcurrido un año.



Foto 7. *Phlomis purpurea* L., especie autóctona que se encuentra espontánea en muchos taludes de caminos y carreteras. Foto M. Saavedra.

Por ser el material vegetal el elemento principal de un espacio verde, la Comisión de las Normas de Jardinería y Paisajismo (NTJ) creyó oportuno sistematizar dicho material ante la necesidad de su profunda normalización. En marzo de 1997 fue publicada una normativa de Plantas Autóctonas para Revegetación (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos de Cataluña, 1997), que hace referencia exclusivamente a plantación, pero no incluye las siembras. En su Anexo I existe una relación de especies autóctonas de la Península Ibérica y Baleares comercializadas para revegetación, en la que se especifica: nombre científico, sinónimo de la especie, familia a la que pertenece, forma biológica, forma de presentación, planta joven (1-2 savias) en envase, diámetro mínimo del cuello de la raíz en mm, planta de más de dos savias en envase y tipos de micorriza. También se especifican los criterios de



Foto 8. Planta autóctona producida en vivero para plantación en terrenos degradados. Foto M. Saavedra.

calidad y de presentación para su producción y comercialización correctas. Estas normas son válidas para revegetaciones que no necesiten un mantenimiento posterior sostenido, tanto para las de finalidad técnica (lucha contra la erosión, protección de repoblaciones, etc.), como las de finalidad biológica (restauración de espacios naturales, etc.). En general estos requerimientos también son aplicables al suministro de plantas alóctonas, es decir, aquellas introducidas de forma voluntaria o involuntaria por el hombre para revegetaciones con finalidad técnica, ya que en revegetaciones con finalidad biológica no deben utilizarse plantas alóctonas ni variedades cultivadas de plantas autóctonas.

En la bibliografía encontramos numerosos trabajos en los que se utilizaron especies vegetales autóctonas para la **revegetación en explotaciones mineras**. Por ejemplo: en las de uranio se emplearon especies fitorremediadoras capaces de absorber y acumular metales pesados (Hossner y Hons, 1992), especies forrajeras nativas (Moffett y Tellier, 1997), algunas especies pertenecientes a la familia *Brassicaceae* por su conocida capacidad de acumular metales pesados (Kumar *et al.*, 1995) y plantas acuáticas (Ribera *et al.*, 1996). También se han evaluado diferentes tipos de gramíneas en minas de cobre y zinc, obteniendo los mejores resultados con *Cynodon dactylon* añadiendo enmiendas orgánicas (Ye *et al.*, 2000), o en minas de Pb y Zn con la gramínea de tierras húmedas *Glyceria fluitans* (McCabe y Otte, 2000).

Otro ejemplo lo encontramos en empresas de Nueva Caledonia, tercer productor mundial de níquel, que han desarrollado diferentes estrategias utilizando casi exclusivamente especies endémicas con el fin de controlar la erosión, reconstruir el paisaje y llevar a cabo una restauración ecológica (Bois et Forêts des Tropiques, 2002).

Ejemplos de **revegetación de taludes** sobre pendientes elevadas del 50% se han llevado a cabo con gran éxito en la India (Sattaur, 1989) mediante la siembra de la gramínea *Vetiveria zizanioides*, la cual no requiere mantenimiento y no forma rizomas ni estolones que propaguen la planta, por lo que puede ser fácilmente controlada e implantada donde interese.

**También se están utilizando especies alóctonas como sustitutivas de las autóctonas en proyectos de revegetación empleando especies que se introducen con gran facilidad. Sin embargo, esta práctica ha demostrado ser de alto riesgo** porque, aunque se consigue con frecuencia un implante adecuado, se ha podido comprobar en algunos casos que la vegetación nativa fue susceptible a la invasión de las especies exóticas (Gelbarrd y Belnap, 2003), incluso cuando se preveía la progresiva sustitución de las especies introducidas por las nativas (McDougall, 2001). En ocasiones estas prácticas se justifican por el menor coste del material vegetal y la rapidez con que se consiguen introducir. En España se han introducido varias especies alóctonas a través de revegetaciones. Es conocida la imparable expansión de *Cortaderia selloana* (Schultes) Asch. & Graebner, llamada vulgarmente “hierba de la Pampa” o “plumeros”, que está poniendo en peligro la biodiversidad de especies autóctonas en toda la Cornisa Cantábrica. Esta especie fue introducida en España hace dos siglos por los emigrantes indianos, que trajeron estas plantas para decorar sus jardines, se multiplica con gran facilidad, se adapta a casi



Foto 9.

*Cortaderia selloana* (Schultes) Asch and Graebner, introducida en jardines y carreteras como planta decorativa y protectora, pero que está invadiendo suelos agrícolas y forestales en la cornisa cantábrica.

todo tipo de climas y es resistente a las bajas temperaturas. Hasta hace poco el Ministerio de Fomento recomendaba que fueran utilizadas en taludes de carreteras (El Comercio, 2003). De la misma manera han surgido problemas de invasión de cultivos colindantes de *Chloris gayana* Kunth procedente de los taludes de la autovía del Mediterráneo (Ochoa et al., 1989).

## 1.4. REVEGETACIÓN MEDIANTE SIEMBRA

**La revegetación mediante siembra supone ventajas evidentes respecto a la plantación, especialmente por la rapidez, el menor coste en la mayoría de los casos, la posibilidad de emplear máquinas y poder abarcar grandes territorios.**

### 1.4.1. CAPACIDAD GERMINATIVA DE LAS SEMILLAS

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es la capacidad de germinar de las semillas. A estos efectos entendemos por semillas los propágulos de dispersión que producen las plantas de forma natural. Consideramos, no obstante, que en una revegetación mediante siembra no es imprescindible utilizar semillas con un alto poder germinativo, por ejemplo superior a 85-90%, sino que porcentajes de germinación de un 50%, en el plazo de un mes, pueden ser suficientes para asegurar una buena instalación de la planta. Las semillas que no germinan de forma inmediata, podrían asegurar una buena instalación de la planta si las condiciones climáticas fueron adversas. Por ejemplo, si una sequía o una helada posterior a las primeras emergencias producen la muerte de las plántulas nacidas, las semillas en reposo pueden germinar después y asegurar el éxito de la revegetación. No obstante, en el caso de semillas difíciles de obtener y muy caras es preciso asegurar una buena germinación, y si ésta no tuviera éxito volver a sembrar.

Las semillas para germinar deben encontrarse en unas condiciones ambientales de temperatura, luz, humedad y concentración de oxígeno adecuadas (Besnier, 1990). También pueden verse afectadas por la concentración de nitratos (Carranza, 1993), el pH y la presión osmótica (Breke, 1995), etc. Además existen otros factores que pueden llegar a afectar a la germinación como son algunas sustancias tóxicas presentes en determinados compuestos orgánicos (Marchiol et al., 1999). No obstante, en muchas especies, aún dándose estas condiciones en grado óptimo, la germinación no tiene lugar; ello está motivado por un estado fisiológico de la semilla

denominado dormición o latencia. La latencia, es un factor importante de la estrategia de germinación de una semilla, mantiene un metabolismo bajo, al mismo tiempo que percibe y predice el estado del entorno (Angevine y Chabot, 1979). Pemasada y Lowell (1975) indican que la dormición es de gran importancia en la ecología de las semillas, pues permite mejorar la distribución de la germinación en el tiempo y en el espacio. En la germinación también pueden influir de forma importante tanto factores internos, como presencia de inhibidores de la germinación o el grado de inmadurez del propio embrión, como externos (Pérez-García y Pita-Villamil, 1999). Así mismo, pueden afectar factores genéticos. Puede variar la capacidad de germinación entre las distintas poblaciones naturales, como han demostrado varios autores (Kitchen y Monsen, 1994; Pannangpetch y Bean, 1984), pero también puede ocurrir entre semillas de una misma planta, dependiendo en unos casos de las condiciones ambientales en que se forman o bien determinadas por factores genéticos intrínsecos. Así mismo influyen de manera muy importante las características de las cubiertas seminales, que sean más o menos permeables al agua (Rolston, 1978; Pita-Villamil y Pérez-García, 1989; Werker, 1980 y 1981).

Sin embargo, a pesar de todas esas posibles variaciones, ampliamente documentadas en la literatura científica, **los dos factores externos más importantes son la temperatura** (Bierhuizen y Wagenvoort, 1974) y **la luz** (Kinsel, 1927, citado por Piedrahita, 1991). Estos factores pueden ser manejados aplicando una correcta técnica de revegetación. Así, algunos autores han determinado que existe rango de temperatura para cada especie (Pita-Villamil y Pérez-García, 1998), lo que afecta en ocasiones de forma muy especial a especies autóctonas o de distribución reducida (Baird y Dickens, 1991; Shaw et al., 1991). Como consecuencia, **es necesario considerarlas en las revegetaciones, para establecer la fecha de siembra (periodo frío y cálido) y el modo de hacerlo (en superficie o enterrándola), así como para determinar las condiciones óptimas de cultivo y producción de semillas.**

#### 1.4.2. EMERGENCIA DE PLÁNTULAS

Junto con la capacidad de germinar de las semillas, la emergencia, número de plántulas nacidas y finalmente establecidas, es otro de los aspectos importantes. Germinación y emergencia van unidos. Normalmente se producen picos de emergencia debido al proceso de dormición, por lo que se suelen agrupar las especies en 5 categorías: primavera temprana, primavera media, verano, otoño y periodo no consistente en pico de emergencia (Chepil, 1946).

En las emergencias influyen muchos factores, entre ellos la profundidad de siembra, la resistencia del suelo (Mohler, 2001), la temperatura y el tamaño de la semilla (Townsend, 1992; Shanmuganathan y Benjamin, 1992), el potencial del agua (King y Oliver, 1994) o la concentración de nitratos (Andrews *et al.*, 1991). De todos estos factores, uno de los más importantes es el de la **profundidad de siembra** (Roundy *et al.*, 1993; Mczenzie *et al.*, 1946; Mutz y Cifres, 1975; Cox y Martín, 1984; Baird y Dickens, 1991; Shaw *et al.*, 1991; Vleeshouwers, 1997), siendo frecuente conseguir mayores emergencias con siembras superficiales o con enterramientos poco profundos. En las revegetaciones el enterrado de semilla es una tarea costosa y difícil de ejecutar cuando las pendientes son elevadas. No obstante, aunque la siembra sobre la superficie puede resultar ventajosa para muchas especies, en superficie la semilla también está más expuesta a la depredación y al arrastre por escorrentía. También en determinados casos los costes de la semilla podrían justificar en algunos casos el enterrado de la misma. Por ello **determinar las profundidades óptimas para cada especie y la periodicidad de emergencia, junto con las condiciones óptimas de germinación, nos permiten determinar el momento y método de siembra más adecuado.**

#### 1.4.3. ÉPOCA DE SIEMBRA

El conocimiento y la evaluación de las diferentes variables, que puedan estar **influyendo en la formación de una mayor o menor cubierta vegetal** sobre el suelo, permitirá maximizar la estrategia de revegetación (Mellado *et al.*, 1999), entre éstas la época de siembra. Por ejemplo, en ensayo realizado con diez especies arbustivas mediterráneas introducidas mediante siembra directa se demostró que era mejor la siembra de otoño que la de primavera, ya que tanto el número de emergencias observadas como el de individuos implantados fue mayor (Fos *et al.*, 2001). Otros trabajos similares sobre otras especies también relacionan directamente el momento de siembra y la producción de semillas y biomasa (Bodega *et al.*, 2003).

## 1.5. INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN

Por lo general, los taludes no presentan unas características físicas, químicas, ni biológicas, adecuadas para el buen desarrollo de la vegetación. **Especialmente en taludes de desmontes es notoria la pobreza edáfica de los materiales que lo forman.** Entre los problemas que con mayor frecuencia se dan son **falta de elementos nutritivos, ausencia de materia orgánica y estructuras poco desarrolladas o inestables**, ya que en estos taludes realmente no existe suelo (Mataix-González, 2002a). Una de las formas de mejorar las características del sustrato y por lo tanto tener un buen desarrollo de la vegetación, es la fertilización, ya sea abonado mineral o abonado orgánico, ya que aumenta la fertilidad del sustrato, mejora sus propiedades físicas (estructura, aireación, capacidad de retención de agua etc.) y químicas (Favaretto *et al.*, 2000a), y produce un aumento de la materia seca en especies de gramíneas y leguminosas tanto anuales como perennes (Favaretto *et al.*, 2000b). La fertilización generalmente favorece el desarrollo de las raíces, las cuales proliferan preferentemente en zonas que contienen materia orgánica y fertilizante (Duncan y Ohlrogge, 1958, en Gardner *et al.*, 1985).



Foto 10. Talud revegetado en su parte superior. Se observan las franjas abonadas con abundante vegetación, y las no abonadas con escasísima emergencia y cobertura. Foto S. Sánchez.

En sistemas silvopastorales, Mosquera-Losada et al. (2001 y 2003) indican que el principal factor que afecta a la producción de pasto es la fertilización. Newman y Redente (2001) mostraron que tratamientos iniciales utilizando una sola aplicación de nitrógeno y fósforo, puede determinar el desarrollo a largo plazo de las comunidades vegetales de pastizales altamente degradados. Sobre especies forrajeras, Chacón et al. (2002) estudiaron el efecto de sulfato amónico en Pasto Colorado (*Panicum coloratum*) recientemente introducido en Australia, determinando su efecto positivo sobre el rendimiento de materia seca de la especie. También Arzola et al. (2000) demostraron que la fertilización orgánica incrementó la producción y mejoró la calidad de las semillas, e incrementó los contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio asimilables y calcio intercambiable del suelo en un estudio sobre el efecto de la fertilización orgánica (humus de lombriz, estiércol de vacuno y gallinaza) y mineral de las especies forrajeras *Andropogon gayanus* y *Pueraria phaseoloides*.

En revegetación, Ziegler et al. (2000) demostraron que sólo con tratamientos con altas dosis de fertilización fosforada y nitrogenada se produjo la cobertura suficiente de cuatro especies en determinadas regiones altamente erosionadas de la isla Kaho'olawe (Islas Hawai'i). Ensayos realizados por Schipper et al. (2002), en diferentes especies arbustivas demuestran el efecto de la fertilización con fósforo y nitrógeno sobre la cobertura de las especies, llegando a alcanzar hasta el 100 por 100.

Los fertilizantes orgánicos también han demostrado su eficacia en revegetación. Paschke et al. (2000) comprobaron que la adición de un fertilizante orgánico en combinación con mulch aumentaba la cobertura de diferentes especies de gramíneas y plantaciones de especies de hoja ancha y arbustos, en los márgenes de las carreteras del Parque Nacional de Mesa Verde (USA). Brindle (2003) estudió el uso de diferentes especies de gramíneas nativas en proyectos de revegetación y restauración de zonas con una elevada pendiente, al noreste de Oregón y demostró la necesidad de una enmienda orgánica para que el suelo mejore su estructura, así como que las especies puedan llegar a producir la cobertura necesaria con el fin de disminuir el efecto de la erosión provocada por el impacto de las gotas de lluvia. También cabe decir que determinados compuestos orgánicos pueden llegar a afectar a la germinación, ya que poseen algún componente tóxico que es altamente sensible sobre determinadas especies, tal y como lo demuestran los trabajos de Marchiol et al. (1999).

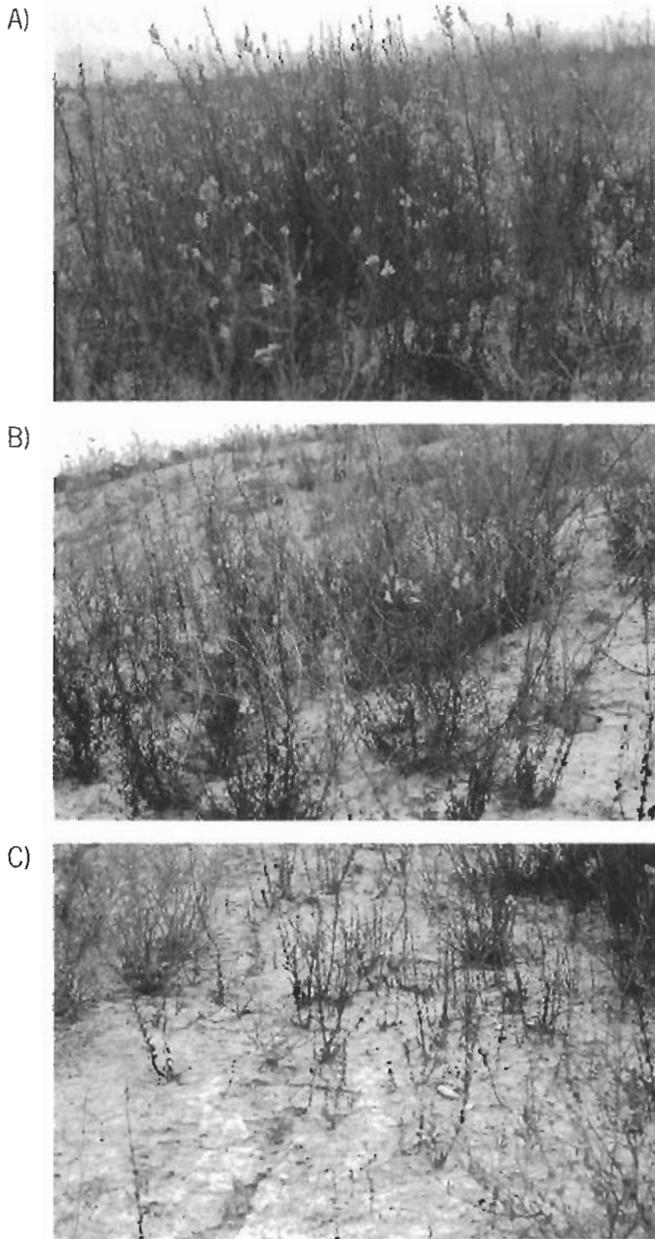


Foto 11. El abonado favorece el desarrollo de muchas especies. En este caso *Antirrhinum majus*, A) con abono mineral, B) con abono orgánico y C) testigo sin abonado. Foto S. Sánchez.

Algunos proyectos de revegetación estiman el éxito mediante porcentajes de cobertura comparando el porcentaje de cobertura alcanzado en los lugares revegetados respecto a los lugares que presentan vegetación natural, sin revegetar. En el ensayo llevado a cabo por Streever *et al.* (2003) los resultados demostraron que añadiendo fertilizante, la cobertura en las zonas revegetadas aumenta, y continúa aumentando con el tiempo.

La dosis de fertilizante puede afectar al desarrollo de unas especies respecto a otras. Estudios realizados por Claassen y Marler (1998) para revegetar zonas con bajo contenido en nitrógeno, demostraron que a diferentes dosis de aplicación de N, el crecimiento de especies gramíneas anuales y perennes era diferente. Así tratamientos con alto contenido en nitrógeno hacía que el crecimiento de las anuales excediera a las perennes. Cuando el tratamiento era bajo, el crecimiento de las perennes se igualaba al de las anuales e incluso excedía. Si por el contrario las especies perennes estaban ya establecidas, y se sembraban las anuales, la biomasa de las anuales era mucho menor que las perennes, aunque se aumentara la concentración de nitrógeno.

Todas estas experiencias podemos resumirlas en que **la fertilización, bien sea orgánica o mineral, puede ser en muchos casos decisiva para conseguir el éxito en una revegetación.**

## 1.6. INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES

En muchos casos se produce el fracaso total o parcial de los proyectos de revegetación de taludes al utilizar especies o variedades de origen exótico que no se encuentran adaptadas a las condiciones ambientales de la zona, pese a que la normativa ambiental exige la identificación de todos los aspectos que puedan influir, y en particular la descripción de las interacciones ecológicas limitantes, tanto antes como después de la revegetación (Cano *et al.*, 1998). De tal forma, la selección de especies va a estar condicionada por el ambiente donde van a desarrollarse, deben estar adaptadas.

Entre los factores ambientales, que pueden influir, se citan **la altitud, la precipitación y la pendiente** (Cano *et al.*, 1997). Ésta última llega a provocar efectos en la composición florística, su estructura, densidad de plantas (Sternberg y Shoshany, 2001) y cobertura (Martínez-Alonso y Valladares, 2002). Además pueden afectar la **orientación** (Tormo *et al.*, 2003), así como **los recursos del propio**

**suelo, textura, presencia o disponibilidad de nutrientes, pH**, etc. En la bibliografía encontramos gran número de trabajos (Allen y Peet, 1990; Bates, 1992; Busing *et al.*, 1993; Ainley *et al.*, 1993; Cox y Larson, 1993; Chen *et al.*, 1997; Lyon y Sagers, 1998, 2003; Guidao-Cruz-Ruggiero *et al.*, 2002; Martínez-Alonso y Valladares, 2002; Romero-Piedrahita *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2003) en los que se analizan las relaciones existentes entre la vegetación y las condiciones ambientales en las que se desarrolla. Los métodos más utilizados por estos autores en sus estudios son técnicas multivariantes de ordenamiento, análisis canónico de correspondencias (CCA), (ter Braak, 1986, 1987); en algunos casos se utilizan técnicas multivariantes de clasificación como TWINSPAN (Hill, 1979). Estos análisis permiten reconocer y definir diferentes asociaciones vegetales e identificar patrones de ordenamiento de la vegetación en relación a la abundancia de las especies y con respecto a diferentes variables ambientales.

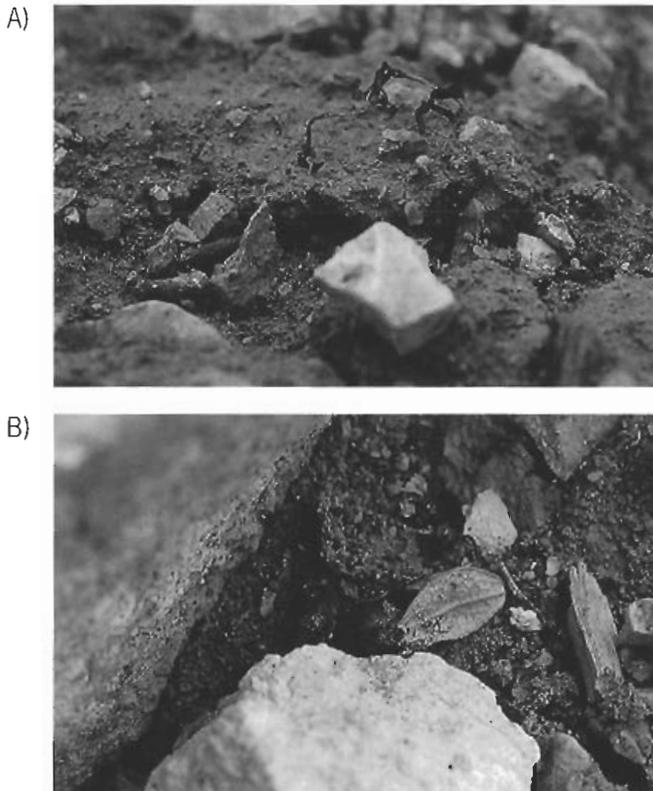


Foto 12. *Psoralea bituminosa* sembrada en taludes a gran altitud sobre el nivel del mar, A) muerta como consecuencia de la exposición a fuertes heladas y B) viva, refugiada entre piedras. Foto M. Saavedra.

## 1.7. EFECTO DE LA REVEGETACIÓN SOBRE LA FAUNA

La revegetación juega un papel importante en el establecimiento de fauna en general. Como ejemplo, se ha demostrado el efecto positivo sobre escarabajos (Kielhorn *et al.*, 1999) y artrópodos en general (Nakamura *et al.*, 2003) cuando la técnica de revegetación favorecía una mayor cobertura vegetal. Así mismo, la cobertura vegetal proporciona refugio y alimento a numerosas especies de interés cinegético.



Foto 13. Perdiz empollando sus huevos en un olivar con cubierta vegetal. Foto M. Saavedra.

Sin embargo, en el momento de realizar la revegetación, la presencia de organismos granívoros, como pueden ser insectos, roedores o aves (Díaz, 1994) y hormigas (Chamorro y Sans, 1999; Picó y Retana, 2000) puede ser muy pernicioso, ya que causan pérdidas de semillas por depredación de las mismas (Symonides, 1998; Kropff *et al.*, 1996; Lek *et al.*, 1989).



Foto 14. Las hormigas recogen rápidamente y llevan a sus hormigueros las semillas sembradas, en este caso gramíneas. Foto M. Saavedra.

## 1.8. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA REVEGETACIÓN EN ZONAS MEDITERRÁNEAS

En España, cuando se pretende revegetar una zona degradada, y en particular las que se ocasionan como consecuencia de la realización de obras de infraestructura, **el primer obstáculo con el que nos encontramos es que a menudo se emplean especies y métodos inadecuados** (Martínez-Ruiz et al., 2001). En el Sur de la península, las condiciones microclimáticas adversas, es decir, lluvias torrenciales (Thornes, 1985; López-Bermúdez y Albadalejo, 1990) y largos periodos de sequía, junto con altas temperaturas (Ibáñez et al., 2003), y un sobrepastoreo generalizado, dificultan enormemente la instalación de una cobertura vegetal. En muchas ocasiones se emplean especies con necesidades hídricas medias o altas, más propias de céspedes y campos de golf, que de espacios naturales (Saavedra, 1995), como lo demuestran las ofertas que realizan las distintas empresas, generalmente a base de gramíneas (por su eficiencia en estabilizar el sustrato de taludes) y leguminosas (por su actividad como fijadoras de nitrógeno atmosférico), las cuales se recomiendan indiscriminadamente para cualquier escenario geográfico, edáfico o climático (Balaguer, 2002). En otras ocasiones se emplean semillas procedentes de especies alóctonas que ni siquiera están presentes en la Península Ibérica (Barrionuevo, 1996) y



Foto 15. Talud de fuerte pendiente protegido con malla. La malla no ha resultado totalmente efectiva y se ha producido desprendimiento y rotura de la misma. Foto M. Saavedra.

que a pesar de su alta eficiencia y versatilidad, pueden llegar a desplazar a las especies nativas, tal y como se ha comprobado con la especie europea *Vulpia myuros* (L.) C.C. Gmelin cuando fue introducida en la revegetación de taludes en California (Brown y Rice, 2000) o el caso de *Chloris gayana* Kunth introducida en las autopistas españolas (Ochoa *et al.*, 1989). En nuestro país esto es difícilmente justificable si tenemos en cuenta que la flora española es enormemente diversa (Castroviejo, 1986, 1995, 1996, 1997a, 1997b); García-Rollán, 1980, 1983; Valdés *et al.*, 1987; Tutin *et al.*, 1964, 1968, 1972, 1976, 1980) y en particular la andaluza, tanto la endémica (Hernández-Bermejo y Clemente, 1994) como la arvensis y ruderal (Pujiadas-Salvá, 1986; Saavedra, 1987; Hidalgo, 1988). Por tanto consideramos que sería necesario indagar en esa gran diversidad de especies para seleccionar aquellas que resulten más apropiadas para revegetar.

**Un segundo problema es la falta de semilla comercial de las especies vegetales adecuadas.** La oferta de planta autóctona de siete viveros españoles especializados en producción de semillas y plantas para revegetación (Balaguer, 2002) reveló un total de 243 especies comercialmente disponibles, lo cual representa menos del 4% de la flora vascular de la España peninsular, que se cifra entre 6.720 (Médail y Quézel, 1997) y unas 8000 especies (Castroviejo, 1986, 1995, 1996, 1997a, 1997b). Más aún, esta oferta se encuentra constituida en su mayor parte por especies arbóreas dominantes, en lugar de especies pioneras. **Algunas empresas**, inducidas por estos problemas, **han recurrido a la recolección de planta espontánea**, seleccionando aquellas especies más frecuentes y abundantes; pero estas recolecciones en campo son costosas y redundan directamente en un alto coste de la semilla.

**Ante esta situación nos propusimos:**

- **Seleccionar entre la flora autóctona espontánea (entendida en sentido amplio) varias especies idóneas para revegetar mediante siembra zonas mediterráneas altamente castigadas por la erosión.**
- **Evaluar la producción de semilla de las mismas en condiciones de cultivo y su posible rentabilidad.**
- **Establecer una relación especie-variables ambientales, determinando aquellos factores edafoclimáticos, que pueden estar condicionando el establecimiento de cada especie.**

Para ello, ha sido necesario obtener información básica referente a su biología (germinación, emergencia y fenología), determinar las técnicas de cultivo (fecha de siembra, escardas, podas, fertilización) y la productividad de las mismas (cantidad de semilla por hectárea).

**En este trabajo recopilamos los aspectos más importantes de 10 especies que se han mostrado adecuadas para revegetar zonas degradadas en el sur de España.**

El trabajo ha sido posible gracias a la financiación de los Proyectos y Beca siguientes:

- PIR CA-9508. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía – 1995-1997 – “Selección y cultivo de especies autóctonas para revegetación de áreas degradadas”. Investigador principal: M. Saavedra.
- PIR-36. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. – 1998-1999 – “Selección y cultivo de especies autóctonas para revegetación de áreas degradadas e influencia del tipo de fertilización”. Investigador principal: M. Saavedra.
- INIA-SC98-031-C3-3. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación – 1998-2002 – “Control de la erosión y la degradación física: Influencia de la cubierta vegetal (mediante la revegetación con especies autóctonas) de suelos agrícolas abandonados y taludes, y de la aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales”. Investigador principal: M. Saavedra.
- Beca de Formación concedida por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía a Dña. Susana Sánchez González, que ha hecho posible la realización de su Tesis Doctoral “Revegetación mediante siembra de especies autóctonas”, E.T.S.I. Agrónomos y Montes, Universidad de Córdoba (Junio 2000-mayo 2004). Dirección de Tesis: M. Saavedra y A. Pujadas-Salvá.



## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligieron inicialmente 24 especies de amplia distribución geográfica, pertenecientes a diversas familias, con capacidad colonizadora, que produjeran gran cantidad de semilla con el fin de asegurar su supervivencia en las revegetaciones y que reunieran unas mínimas características que permitieran su cultivo para producir suficientes cantidades de semillas comerciales con medios y técnicas habituales.

De una manera paulatina se fueron planteando diferentes ensayos: de germinación, emergencia, fertilización, fenología, técnicas específicas de cultivo y ensayos sobre el comportamiento de las especies en los taludes, a fin de conocer su biología, ecología, adaptación a técnicas de cultivo y eficacia en la revegetación. Entre todas se eligieron las 10 que presentaban mayor posibilidad de cumplir nuestros objetivos, menos dificultades para su cultivo y mejor comportamiento en taludes: *Antirrhinum majus* L. subsp. *majus* (*Scrophulariaceae*), *Dorycnium pentaphyllum* Scop., *Genista umbellata* (L'Hér.) Poiret in Lam., *Psoralea bituminosa* L. (*Fabaceae*), *Eruca vesicaria* (L.) Cav., *Sinapis alba* L. subsp. *alba*, *Moricandia moricandioides* (Boiss.) Heywood subsp. *moricandioides*. (*Brassicaceae*), *Piptatherum miliaceum* (L.) Cosson. (*Poaceae*), *Plantago albicans* L. (*Plantaginaceae*) y *Sanguisorba minor* (Spach) Briq. subsp. *magnolii* (*Rosaceae*). La nomenclatura utilizada corresponde a la citada por Castroviejo et al., (1996) y Valdés et al. (1987).

Entre las rechazadas hay especies de gran interés, pero que requieren estudios específicos para resolver algunos problemas que presenta su cultivo o su implantación.

Las semillas empleadas en los ensayos se recolectaron de plantas espontáneas en las provincias de Córdoba, Granada y Sevilla y eran mezclas de poblaciones. Posteriormente algunas se cultivaron y la semilla producida se empleó asimismo para realizar los ensayos.

## 2.1. GERMINACIÓN

El objetivo fue determinar las condiciones que permitieran la germinación de al menos el 50% de las semillas, analizando los posibles factores limitantes como temperatura, luz y permeabilidad de las cubiertas seminales.

Las semillas, limpias y seleccionadas, se desinfectaron introduciéndolas en una solución de hipoclorito de sodio comercial (50% de cloro activo) diluida al 20%, durante 5 minutos. Posteriormente se lavaron con agua destilada. Los test se hicieron en Placas Petri de 10 cm de diámetro, con una base de perlita de aproximadamente 1 cm, cubiertas de papel de filtro Whatman y fueron esterilizadas. En el caso de *Piptatherum miliaceum* fueron frutos (cariópsides) y en *Sanguisorba minor* frutos con bi o triaquenios. Las semillas de *Dorycnium pentaphyllum* y *Genista umbellata* fueron escarificadas mecánicamente.

Se testaron diferentes temperaturas: 5°, 11°, 18° y 25°C, en condiciones de oscuridad, simulando el efecto del enterramiento de las semillas, y también con 10 h luz/14 h oscuridad, simulando la duración del día y la noche en otoño avanzado.



Foto 16. Germinación en ambiente controlado, sobre placa Petri conteniendo perlita cubierta de papel filtro y todo ello esterilizado. Foto M. Saavedra.

La luz fue proporcionada por seis tubos fluorescentes de 15 W con una iluminación de  $216 \mu\text{Em}^2\text{S}^{-1}$ . El diseño experimental fue al azar, con 100 semillas por placa (excepcionalmente 50) y 4 repeticiones (excepcionalmente 5). Los conteos de las semillas germinadas se hicieron periódicamente, a lo largo de 4-5 semanas. Los conteos del tratamiento de oscuridad se hicieron con la luz natural. Las semillas germinadas se retiraron en cada conteo.

Los porcentajes de germinación acumulada en determinadas fechas se sometieron a análisis de varianza. La comparación de medias se realizó por medio del test de mínima diferencia significativa LSD con probabilidad de error  $p < 0.05$ , utilizando el programa estadístico Statistix versión 7.0.

### **ENSAYOS ADICIONALES**

En *Piptatherum miliaceum*, cuyas semillas germinaron muy lentamente, se hicieron ensayos adicionales sometiéndolas a escarificación mecánica y química.

En el caso de *Moricandia moricandioides* se llevó a cabo un ensayo para determinar el posible efecto que pudieran tener las tormentas de verano sobre semillas maduras y no recolectadas aún.

## **2.2. EMERGENCIAS**

Con el fin de determinar las profundidades óptimas para cada especie y la periodicidad de emergencia, que junto con las condiciones necesarias para la germinación nos permitirá determinar el momento y método de siembra más adecuado, se llevaron a cabo ensayos en campo, en la finca "Alameda del Obispo" de Córdoba, sobre un suelo fértil tipo Fluventic xerochrept inceptisol de origen fluvial, de textura franca, pH 7.46 y 1.27% de materia orgánica.

Las especies se sembraron en cajones de madera sin fondo, a las profundidades: 0 cm, 2 cm, 5 cm y 10 cm. Cada cajón estaba dividido en compartimentos (parcelas) de  $0.125 \text{ m}^2$ . El diseño consistió en bloques al azar con 4 repeticiones para cada profundidad. La dosis de siembra fue de 1000 semillas para cada especie (con alguna excepción recogida en resultados). Las plántulas se contaban y retiraban periódicamente, cada semana tras las primeras lluvias de otoño, y posteriormente cada 20 días.

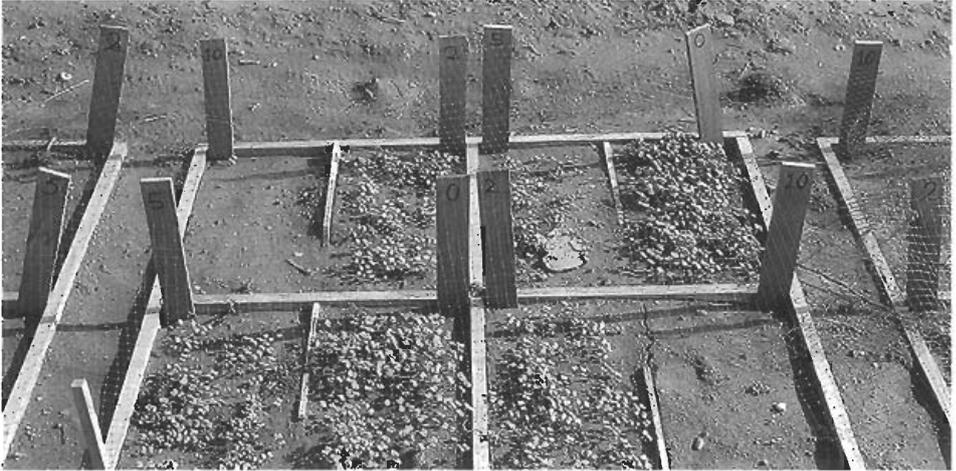


Foto 17. Emergencia al aire libre en cajones de madera sin fondo y siembra a diferentes profundidades. Foto M. Saavedra.

Las emergencias acumuladas y los picos de emergencia de cada especie, se sometieron a análisis de varianza. La comparación de medias se realizó por medio del test de mínima diferencia significativa LSD con probabilidad de error  $p < 0.05$  utilizando el programa Statistix versión 7.0.

### 2.3. FENOLOGÍA, DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

La fecha de siembra más idónea es un factor muy importante a determinar con el fin de que mediante cultivo se puedan producir suficiente cantidad de semillas y que, una vez sembradas para revegetar, las plantas se desarrollen correctamente.

Los ensayos se realizaron en la finca Alameda del Obispo (Córdoba) sobre suelo fértil de textura franca (arcilla 21.4 %, limo 47.1 %, pH al agua 1:2.5 8.23, pH en CIK 7.76, materia orgánica oxidable 1.27 %, carbonatos 19%, CIC 14.35 meq/l, potasio 290 ppm, fósforo-Olsen 12.1 ppm) en la Vega del Guadalquivir.

Se hicieron siembras en tres fechas: octubre, noviembre y enero. El diseño estadístico fue de bloques al azar con 4 repeticiones. La parcela elemental en el caso de *Piptatherum miliaceum* y *Psoralea bituminosa* fueron de 6 m<sup>2</sup> con 6 líneas de 3 m separadas 33 cm. y para el resto de especies de 10 o 12.5 m<sup>2</sup>, y constaba de 5 líneas de 5 m de longitud a 0.5 m de distancia, excepto en el caso de *Dorycnium pentaphyllum* y *Sanguisorba minor*, que sólo se sembraron 2 líneas a 1 m de distancia. Las dosis de siembra se indican en la **Tabla 1**. Se realizó el seguimiento anual de las especies terófitas y 2 - 3 años en el caso de perennes.



Foto 18. Parcelas elementales en ensayos de fenología y producción de semillas, A) *Plantago albicans* en 5 surcos y B) *Dorycnium pentaphyllum* en 2 surcos. Foto S. Sánchez.

Tabla 1. Densidades de siembra utilizadas para el estudio del desarrollo y fenología.

	Nº semillas/m lineal	Nº semillas/m <sup>2</sup>	Dosis siembra g/m <sup>2</sup>
<i>Anthirrhinum majus</i>	1600	3200	0.25
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	1419	1419	4.29
<i>Genista umbellata</i>	800	1600	5.15
<i>Moricandia moricandioides</i>	800	1600	0.66
<i>Piptatherum miliaceum</i>	500	500	0.30
<i>Plantago albicans</i>	400	800	2.80
<i>Psoralea bituminosa</i>	500	500	7.00
<i>Sanguisorba minor</i>	1569	1569	10.5
<i>Eruca vesicaria</i>	1000	2000	1.12
<i>Sinapis alba</i>	300	600	3.15

Se determinaron los parámetros de emergencia (muestreo en 12 subparcelas), altura (medidas periódicas de 5 plantas por parcela) y el estado fenológico (según escala utilizada por Hidalgo, 1982) (Tabla 2).

Tabla 2. Escala de estados fenológicos.

Estado	Descripción
1	Plántula con cotiledones
2	Plántula con cotiledones y primeras hojas
3	Plántula con primeras hojas y sin cotiledones
4	Planta estado vegetativo
5	Planta con primeros botones florales
6	Planta con flores abiertas
7	Planta con frutos inmaduros
8	Planta con frutos maduros

El peso de la semilla producida se obtuvo de la siguiente manera:

- Las especies anuales, *Moricandia moricandioides*, *Eruca vesicaria* y *Sinapis alba*, se segaron un poco antes de que se secaran totalmente, estando maduras, pero con algo de humedad que no permite el trillado inmediato, se transportaron a un recinto donde se secaron al aire libre y posteriormente se procesaron con una trilladora adaptable a diferentes tipos de semilla. El mismo proceso se utilizó para *Plantago albicans*, pero segando solo las espigas.
- *Anthirrhinum majus*, *Dorycnium pentaphyllum* y *Sanguisorba minor*, se recolectaron periódicamente, conforme se producía la maduración; *Anthirrhinum majus* y *Dorycnium pentaphyllum* sacudiendo sobre un recipiente las inflorescencias; *Sanguisorba minor*, recogiendo los frutos a mano.
- En *Genista umbellata* se recolectaron manualmente las inflorescencias en un solo momento al final de la maduración, posteriormente se trillaron en un molinillo con aspas de filo romo.
- En *Piptatherum miliaceum* se segaron los tallos y posteriormente se secaron y trillaron a mano.
- *Psoralea bituminosa* se segó poco antes de finalizar la maduración, se extendió sobre mallas y se recogió después la semilla desprendida.

Los datos fueron sometidos a los correspondientes análisis estadísticos realizándose el análisis de varianza junto con el test de comparación de medias (LSD) con  $p < 0.05$ , utilizando el programa Statistix versión 7.0.



Foto 19. *Psoralea bituminosa* recogida en mallas para su secado antes de proceder a la trilla.  
Foto M. Saavedra.



Foto 20. Espigas de *Plantago albicans* sobre la cinta de alimentación de la máquina trilladora.  
Foto M. Saavedra.

## 2.4. FERTILIZACIÓN

Con el fin de determinar el efecto del abonado sobre la emergencia de plántulas, así como sobre el desarrollo y la fructificación de las diferentes especies, y poder establecer posteriormente las técnicas de cultivo y de revegetación idóneas, se llevaron a cabo tres ensayos.

### 2.4.1. ENSAYO EN INVERNADERO

El objetivo fue determinar si el abonado simultáneo a la siembra, podía afectar a la emergencia de plántulas.

En invernadero bajo condiciones controladas, con 14h de luz (luz adicional sobre la luz natural: 4 tubos fluorescentes de 400 W con una iluminación de  $216 \mu\text{Em}^2\text{S}^{-1}$ ) y 10 h de oscuridad se dispusieron macetas de 18 cm de diámetro y 4 litros de capacidad con tierra de muy baja fertilidad (proveniente de un Talud de Castro), se sembraron las especies a razón de 100 semillas por maceta y en el caso de *Sanguisorba minor* fueron 37 frutos con 2.7 semillas/fruto. Se determinaron las emergencias cada semana y se fueron retirando las emergidas.



Foto 21. Detalle del ensayo de fertilización dispuesto en invernadero, en ambiente controlado, para evaluar el efecto del abonado sobre la emergencia. Foto S. Sánchez.

Se compararon dos tratamientos: abono mineral 1.17 g/maceta de complejo 14-36-13 de  $N-P_2O_5-K_2O$  y un testigo sin abono, aplicándose el mismo día de la fecha de siembra. El diseño estadístico fue de bloques al azar con seis repeticiones.

La emergencia acumulada obtenida en cada especie y para cada tratamiento fue analizada estadísticamente mediante el análisis de la varianza. La comparación de medias se realizó por medio del test de mínima diferencia significativa con probabilidad de error  $p < 0.05$ .

#### 2.4.2. ENSAYO EN TALUD DE DESMONTE

En un talud de desmonte (Castro del Río, Córdoba), con suelo muy limitante para el desarrollo de las especies: textura franco-arcillo-limoso, escasez de materia orgánica (0.18%), bajo contenido en nitrógeno orgánico (0.02%) y elevado contenido en carbonatos (48.17%) y en caliza activa (13.83%), se sembraron siete especies de las diez seleccionadas y una mezcla proporcional de éstas: *Antirrhinum majus*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Genista umbellata*, *Moricandia moricandioides*, *Piptatherum miliaceum*, *Plantago albicans* y *Psoralea bituminosa*. La dosis de siembra, nº semillas/m<sup>2</sup> fue diferente para cada especie, y se estableció en función de experiencias anteriores y del tamaño de la semilla y de las plántulas (para especies con semillas y plántulas pequeñas las dosis fueron más altas).

El diseño estadístico fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas elementales fueron de 10 m<sup>2</sup> y sembradas a voleo. Se compararon **3 tratamientos de fertilización: mineral** (461 kg/ha de complejo 14-36-13, equivalente a 64.5-166-60 kg/ha de  $N-P_2O_5-K_2O$ ); **orgánico** (400l/ha de 10-2-4, más 93 kg/ha de superfosfato 18% y 73 kg/ha de cloruro potásico 60%, equivalentes a 40-24.7-59 kg/ha de  $N-P_2O_5-K_2O$ ) y un **testigo** sin abono; y se aplicaron en tres momentos: los días 20-11-00, 13-3-01 y 29-11-01.

En cada parcela se determinaron las emergencias, plantas emergidas y supervivientes (muestreo en 10 subparcelas de 0.01 ó 0.1 m<sup>2</sup>); altura, diámetro y el número de hojas (5 plantas elegidas al azar); la evolución de la cobertura (estimada mediante un método fotográfico basado en la metodología descrita por Laflen *et al.*, 1981); y en las especies que maduraron peso fresco, peso seco, número de inflorescencias y número de frutos cuajados en 10 inflorescencias (en 5 subparcelas de 0.1 m<sup>2</sup>).

Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza y la comparación de medias se realizó por medio del test de mínima diferencia significativa con probabilidad de error  $p < 0.05$ . En los casos en que los datos no reunieron los requisitos para realizar el análisis de la varianza se realizaron las transformaciones correspondientes sugeridas por Little y Hills (1976) y Steel y Torrie (1960).

### 2.4.3. ENSAYO EN PARCELA DE CULTIVO. ALAMEDA

Se realizó un ensayo similar al anterior en parcela de cultivo, en Alameda del Obispo (Córdoba) con algunas diferencias: el suelo era fértil, de textura franca, con un porcentaje de materia orgánica del 1.27% y un pH 7.46. La parcela elemental fue de 12.5 m<sup>2</sup>, y la siembra se realizó en surcos para facilitar la eliminación de malas hierbas, que con total seguridad aparecerían en la parcela de cultivo. Las fechas de abonado fueron los días 22-11-00, 10-3-01 y 28-11-01.

En cada parcela se determinaron las emergencias, plantas establecidas y supervivientes (muestreo en 10 subparcelas de 0.05 ó 0.1 m<sup>2</sup>); altura, diámetro de roseta y el número de hojas (5 plantas elegidas al azar); la evolución de la cobertura (estimada mediante un método fotográfico basado en la metodología descrita por

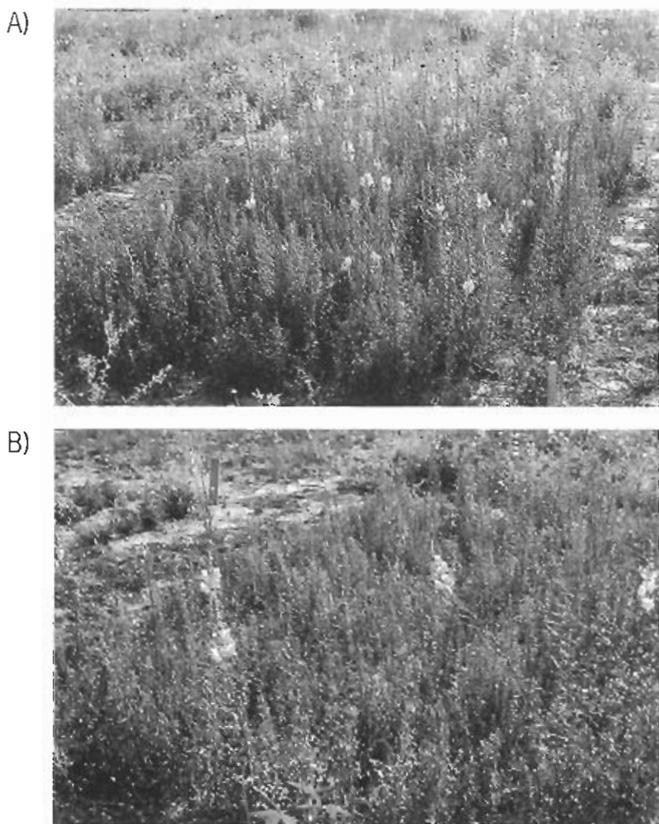


Foto 22. Detalle del ensayo de fertilización dispuesto en parcela de cultivo. A) *Antirrhinum majus* con abono mineral y gran desarrollo, y B) escaso porte y menor biomasa en el testigo no abonado. Foto S. Sánchez.

Lafren et al., 1981); y en las especies que maduraron peso fresco, peso seco y número de inflorescencias (5 subparcelas de 0.25 m<sup>2</sup>) y número de frutos cuajados (en 10 o 20 inflorescencias).

Las especies que florecieron y fructificaron de forma homogénea se recolectaron en su totalidad. *Dorycnium pentaphyllum* y *Genista umbellata* apenas produjeron semilla el primer año, y se evaluaron el segundo (2002).

## 2.5. COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES EN TALUDES DE DESMONTE

Con el objetivo de conocer el comportamiento de las especies sembradas en los taludes así como determinar aquellos factores ambientales que podían estar afectando en mayor o menor medida a sus establecimientos, en otoño, en los años 1995, 1996 y 2000 se sembraron un total de 24 especies autóctonas pertenecientes a diferentes familias botánicas en 49 taludes de desmonte en diferentes localidades de Andalucía, de los cuales por diversos accidentes y derrumbes obtuvimos datos de 42 (16, 13 y 13 respectivamente cada año).

Los taludes eran de reciente apertura y fueron elegidos a lo largo de varios trayectos de carreteras sobre terrenos de muy diferentes altitudes y características geomorfológicas, en zonas con climas también distintos, entre Espiel (Córdoba), Baeza (Jaén), Alcadia (Granada) y Cabra (Córdoba). En cada talud se determinaron: coordenadas U.T.M. (S. I. G. Oleícola, Sistema de Información Geográfica Oleícola), orientación, pendiente, sustrato geológico, altitud (ARC-VIEW versión 3.2) y precipitaciones de la estación meteorológica más próxima. Para la orientación se estableció un código de 1 a 8 en función de mayor a menor exposición solar : SO=1, S=2, O=3, SE=4, NO=5, E=6, N=7 y NE=8. Se tomaron muestras hasta 10 cm de profundidad para determinar sus características fisicoquímicas: capacidad de intercambio catiónico, calcio de intercambio, magnesio de intercambio, sodio de intercambio, potasio de intercambio, carbonatos, caliza activa, fósforo asimilable (Olsen), materia orgánica oxidable, nitrógeno orgánico, pH 1 /2,5, pH en CIH, potasio asimilable, arcilla, arena, limo. Del extracto de saturación se obtuvieron: conductividad 25°C, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, calcio, magnesio, potasio y sodio. Los análisis se llevaron a cabo en el Departamento de Suelos del Laboratorio Regional Agrario de Córdoba. Las diferencias entre las características de los taludes fueron muy amplias, por ejemplo, en altitud (250 a 1230 m), pendiente (25 a 50°), sustratos, etc.



Foto 23. Ensayo de revegetación en talud sobre suelo muy calizo abonado. Obsérvese el gran desarrollo y adaptación de algunas especies como *Antirrhinum majus* y *Moricandia moricandioides*. Foto M. Saavedra.

Las especies sembradas cada año fueron diferentes, ya que se iban eliminando aquellas que no resultaron adecuadas e incorporando otras que se suponían más idóneas para revegetar. Así mismo, se fueron modificando las dosis de siembra. De todas las especies sembradas seleccionamos diez de diferentes características, ya mencionadas al inicio (Tabla 3). El N<sup>o</sup> de semillas/m<sup>2</sup> varió considerablemente de unas especies a otras, siendo mayores las dosis para aquellas especies con semilla pequeña, pues se tuvo en consideración que semillas pequeñas dan lugar a plántulas también pequeñas y las supervivencias de éstas son mucho menores.

Tabla 3. Especies seleccionadas ensayadas en taludes de desmonte.

Especie	Familia	Tipo biológico*	Años de siembra
<i>Antirrhinum majus</i>	Scrophulariaceae	Caméfito sufruticoso	1996 y 2000
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	Fabaceae	Caméfito sufruticoso	1995 y 2000
<i>Eruca vesicaria</i>	Brassicaceae	Terófito erecto	1996 y 2000
<i>Genista umbellata</i>	Fabaceae	Nanofanerófito	1995 y 2000
<i>Moricandia moricandioides</i>	Brassicaceae	Terófito erecto	1995,1996 y 2000
<i>Piptatherum miliaceum</i>	Poaceae	Hemicriptófito cespitoso	1995,1996 y 2000
<i>Plantago albicans</i>	Plantaginaceae	Caméfito sufruticoso/ Geófito	1995,1996 y 2000
<i>Psoralea bituminosa</i>	Fabaceae	Geofito rizomatoso/ Caméfito sufruticoso	1995,1996 y 2000
<i>Sanguisorba minor</i>	Rosaceae	Hemicriptófito erecto	2000
<i>Sinapis alba</i>	Brassicaceae	Terófito erecto	1995,1996 y 2000

\*Pujadas (1986)



Foto 24. Detalle del desarrollo de *Moricandia moricandioides* durante el primer año en un suelo margo-calizo con abonado. Foto M. Saavedra.

En cada talud, cada especie se sembró en una parcela de 10 m<sup>2</sup>, situada en la parte superior, desde el mismo borde, con una anchura de 2 m, y hacia abajo una longitud de 5 m. Las parcelas de las distintas especies eran contiguas. Las siembras se hicieron a voleo, empleando un recipiente similar a un salero, con perforaciones en la tapadera de diferentes dimensiones según el tamaño de las semillas.

En las siembras de 1996 y 2000, a tenor de los primeros resultados que se iban obteniendo, en determinadas parcelas se incorporó fertilizante mineral, simultáneamente con la siembra, a razón de 461g de complejo 14-36-13 de N-P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O más 1022 g de superfosfato 18%, lo que equivale a un total de 64.5-166-60 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y K<sub>2</sub>O respectivamente:

- En 1995 no se añadió ningún tipo de fertilizante.
- En 1996 se aplicó a todas las parcelas sembradas abono mineral.
- En 2000 se sembraron 2 parcelas de cada especie, una con abono y otra sin abonado.

Se realizó un seguimiento periódico de la emergencia, instalación y desarrollo de las plantas durante varios años. Se evaluó la instalación definitiva de las plantas empleando un índice visual de abundancia-dominancia de 0 a 5, similar al utilizado por Braun-Blanquet (1979) en los estudios fitosociológicos (Tabla 4) en dos momentos el año posterior a la siembra (invierno y primavera), y en una sola fecha (a finales de invierno o principios de primavera) los años siguientes.

Tabla 4. Índice de abundancia-dominancia utilizado para evaluar la instalación de las especies en cada talud.

ÍNDICE	DENSIDAD DE PLANTAS/m <sup>2</sup>	% COBERTURA DE PLANTAS
0	0	0
1	1-5	1-5
2	5-15	5-10
3	15-50	10-40
4	50-75	40-75
5	>75	>75

Se consideró a **la especie presente, instalada, si había alcanzado al menos el índice de abundancia-dominancia 1.**

**Para cada talud** en los sucesivos años se determinó el **porcentaje de especies presentes** respecto a las especies sembradas. Así mismo se determinó el **índice de abundancia medio**, como la suma de los índices de las distintas especies dividido por el número de especies sembradas, y el **índice de abundancia medio de las especies presentes**, como la suma de los índices alcanzados por las diferentes especies dividido por el número de especies que estaban presentes.

**Para cada especie en los años que se hizo el seguimiento** se determinó: el **porcentaje de taludes con especie presente**, es decir, el porcentaje de taludes en los que la especie alcanzó el índice 1 o mayor; el **índice medio de abundancia**, como la suma de los índices alcanzados por la especie en todos los taludes dividido por el número total de taludes sembrados; y el **índice medio de abundancia en taludes con especie presente**, referido en este caso a los taludes en los que la especie había alcanzado al menos el índice 1.

Con el fin de poder establecer los efectos de las variables ambientales sobre la vegetación (Gauch, 1982; ter Braak y Prentice, 1988; ter Braak, 1996), se utilizó el Análisis Canónico de Correspondencias (CCA).

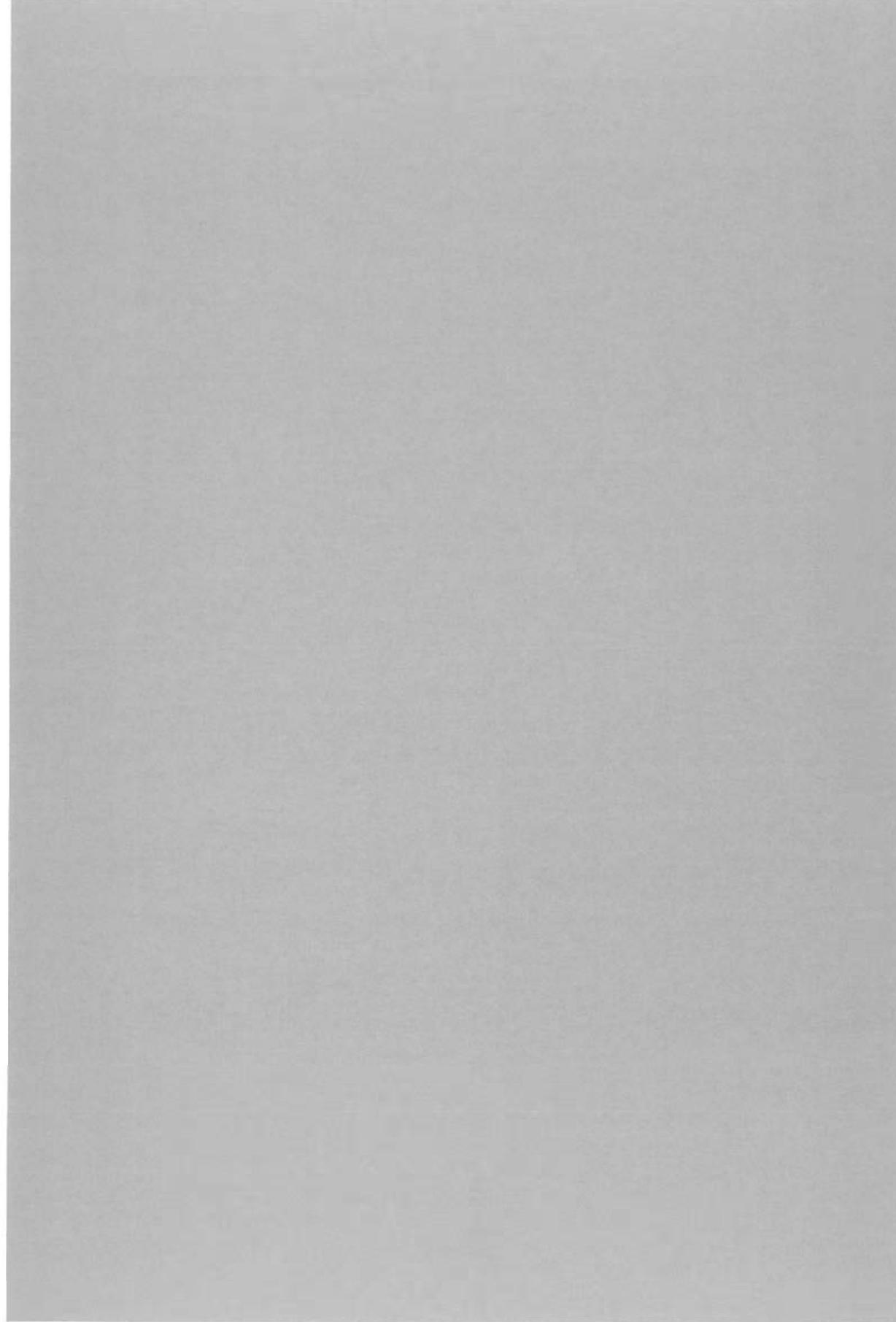


Foto 25. *Genista umbellata* y *Dorycnium pentaphyllum* a los 4 años de haber sido sembrados sobre un talud de reciente apertura y sin abonado. Foto M. Saavedra.





### **3. RESULTADOS**



### 3. RESULTADOS

De los ensayos realizados se ha obtenido una abundante información. Los trabajos serán publicados progresivamente, pero en este apartado resumimos los aspectos más relevantes que atañen a las 10 especies seleccionadas con fines de revegetación.

#### 3.1. *ANTIRRHINUM MAJUS* L. SUBSP. *MAJUS*

Familia *Schrophulariaceae*.

Nombre vulgar: Boca de dragón, dragoncillo, conejitos, hierba becerra.

Es una planta perenne, arbustiva, con tallos erectos y ramificados desde la base, que supera los 150 cm de altura. Las hojas son enteras y de borde liso, color verde oscuro. El fruto es una cápsula en forma de pera, con poros en la parte superior que se abren en la maduración.

Prefiere suelos calizos y es muy abundante en todo el sur de España.

Vegeta en invierno y florece en primavera. Sus flores son grandes y muy vistosas. Se cultiva como ornamental.

#### **SEMILLA**

Es muy pequeña, de 0.7 a 0.8 mm, negra o marrón oscuro. La plántula es asimismo muy pequeña.

1000 semillas pesan aproximadamente 0.078 g.

Germinan tanto en luz como en oscuridad. A 18 °C se consigue casi un 90 % en la primera semana.

La emergencia se produce sobre todo tras las primeras lluvias de otoño, pero los porcentajes son muy bajos, entre el 1 y 5 %, siendo el más favorable a 0 cm de profundidad.

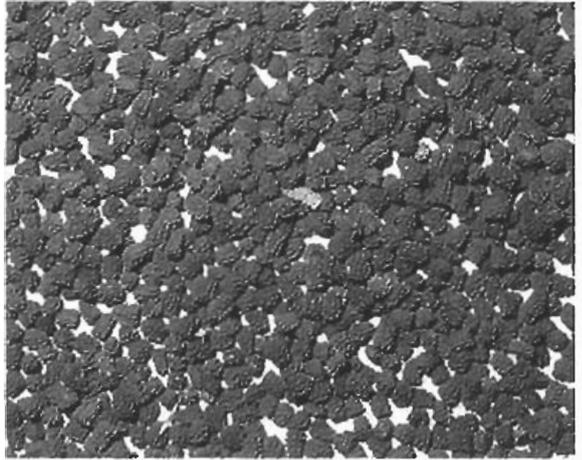


Foto 26. Semilla de *Antirrhinum majus*. Foto S. Sánchez.

## CULTIVO

### SIEMBRA

Preparar muy bien el suelo, puesto que se trata de una semilla muy pequeña. Si fuera preciso emplear fresadora.

Sembrar en líneas, distanciadas entre 40 y 50 cm para facilitar la eliminación de hierbas. No enterrar la semilla. Procurar hacer la siembra cuando el suelo esté en tempero y no se esperen lluvias muy abundantes ni tampoco falta de lluvias.

Dosis de siembra entre 0.2 y 0.25 g/m<sup>2</sup> (de 2500 a 3000 semilla/m<sup>2</sup>) aunque se puede bajar esta dosis si la siembra se hace cuidadosamente.

La mejor época de siembra es otoño, preferentemente entre septiembre y noviembre, tras las primeras lluvias, antes de que se produzcan las fuertes bajadas de temperaturas propias de la época. Cuanto más temprano mayor será la producción de semilla, pero existe riesgo de que las altas temperaturas de principios de otoño ocasionen reducción en los porcentajes de germinación y gran mortalidad de plántulas. Entre el 15 y 30 de octubre puede ser la fecha idónea para Córdoba.

### PRÁCTICAS DE CULTIVO

Por ser una planta de desarrollo inicial muy lento (Figura 1) es importante mantenerla limpia de hierbas, fundamentalmente a base de escardas mecánicas. Los herbicidas diurón, simazina y oxifluorfen resultaron fitotóxicos. Con plantas desarrolladas se podría emplear diurón o simazina a dosis muy bajas, teniendo en cuenta que la selectividad es por posición, pero es una práctica arriesgada. Podrían en cambio aplicarse herbicidas de contacto o traslocación, no residuales, entre las líneas de cultivo, cuando las plantas tengan al menos 20-25 cm, y siempre con campanas protectoras.

Cuando las plantas tienen unos 80 cm, en abril, la cobertura es casi total y difícilmente se pueden eliminar las hierbas, pero las nuevas emergencias a partir de ese momento son escasas, pues compete bien.

### ABONADO

Es una planta poco exigente y no precisa de abonado adicional si el suelo es fértil. En caso de que se trate de un suelo "normal", se debe aportar un abonado equilibrado, pero puede ser suficiente una pequeña cantidad de NPK por hectárea, que no podríamos precisar (por ejemplo, como orientación, 40-20-20 Ud).



Foto 27. *Antirrhinum majus* en un talud. Foto M. Saavedra.

## RECOLECCIÓN

La especie florece en abril y mayo (Figura 2). Cada tallo, en su terminación, emite racimos con numerosas flores de pedicelos cortos. Los frutos son cápsulas de entre 8 y 17 mm que se abren por la parte superior para que puedan salir las semillas.

La maduración se produce en junio-julio, escalonadamente, primero las cápsulas inferiores y progresivamente las superiores.

La posición de las cápsulas dificulta la caída natural de las semillas, pero al ser los tallos y las inflorescencias muy largos, y la semilla muy pequeña, el viento las mueve y hace que vayan dispersándose. Por ello la recolección es preciso hacerla en varias etapas, sacudiendo suavemente las inflorescencias. Posiblemente podría mecanizarse empleando sacudidores y aspiradores que cabalgasen sobre la línea de siembra.

Es probable que también se pueda segar las inflorescencias en un momento óptimo de maduración, trasladarlas en recipientes y posteriormente trillarlas. La cosecha será más baja, pero los costes también.

## COSECHA

Con siembras tempranas pueden obtenerse unos 25 kg de semilla por hectárea el primer año. A partir del segundo las cosechas son más altas, de 45 kg/ha.

## POSTCOSECHA

Tras la recolección esta planta continúa vegetando pues su ciclo es plurianual. Alcanza hasta 200 cm.



Foto 28. Detalle de las inflorescencias de *Antirrhinum majus*. Foto M. Saavedra.

Una práctica que podría facilitar la recolección sin afectar a la cosecha consiste en cortar las plantas a una determinada altura, por ejemplo 30-40 cm, para que emita los nuevos tallos de forma más homogénea y a menor altura. No podemos precisar cuando es el momento más adecuado para podar las plantas, ni la altura óptima, ni tampoco el posible efecto sobre la producción final, aunque si se ha observado que es una especie con gran capacidad de rebrote. Posiblemente la fecha idónea sea septiembre, antes de las lluvias.

## REVEGETACIÓN

### SIEMBRA EN TALUDES

En taludes calizos se instala con facilidad y permanece muchos años.

En los ensayos se realizaron siembras a 5 kg/ha, pero la emergencia fue muy alta y se considera suficiente una dosis de siembra a 2 kg/ha.

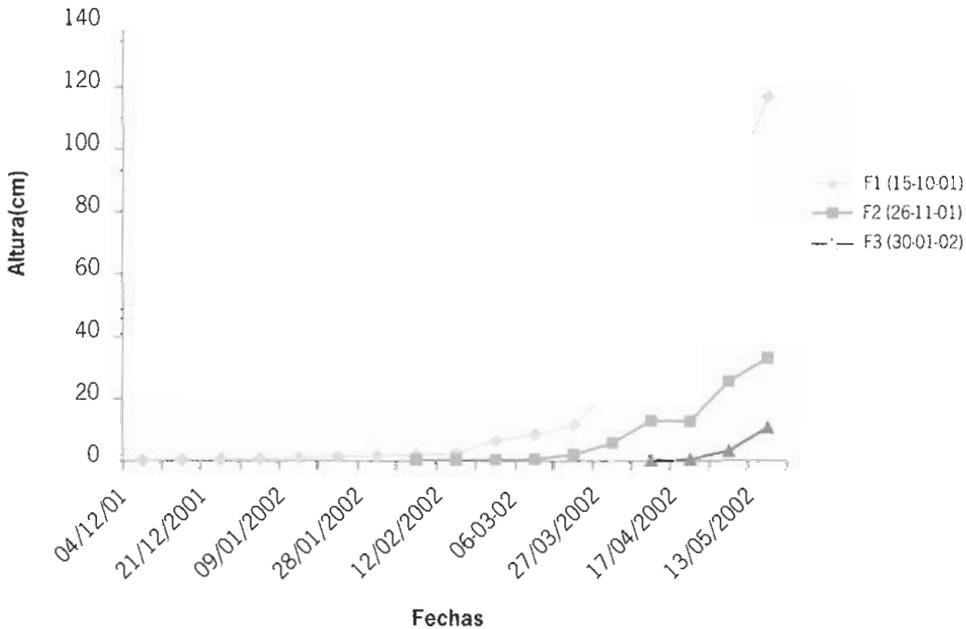


Figura 1. Altura alcanzada por *Antirrhinum majus* sembrado en diferentes fechas (F1, F2, F3).

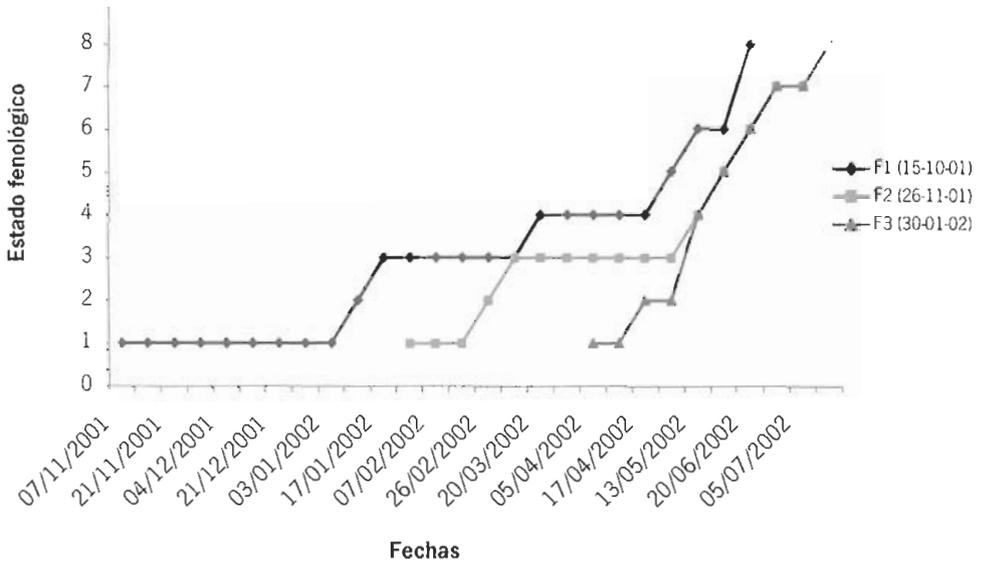


Figura 2. Estado fenológico de *Antirrhinum majus* sembrado en diferentes fechas (F1, F2, F3). Estado fenológico: 1-Plántula con cotiledones, 2-Cotiledones y primeras hojas, 3-Primeras hojas y sin cotiledones, 4-Planta en estado vegetativo, 5-Primeros botones florales, 6-Flores abiertas, 7-Frutos inmaduros, 8-Frutos maduros.

La cobertura inicial en el talud es baja y el desarrollo de las plantas lento. Alcanzan la floración el segundo año, e incluso el tercero. Pero una vez instalada la especie permanece y se disemina fácilmente hacia las zonas próximas.

### 3.2. *DORYCNIUM PENTAPHYLLUM* SCOP. SUBESP. *PENTAPHYLLUM*

Familia Fabaceae (Leguminosas).

Nombre vulgar: Mijediera, socarrillo.

Es una planta perenne, en forma de mata tendiendo a arbustiva, que rebrota con facilidad cuando es cortada o pastoreada. Llega hasta 150 cm de altura. Las hojas son

palmaticompuestas, con 5 foliolos pequeños. Inflorescencias muy numerosas, en cabezuelas, y flores de 4-6 mm. El fruto es una legumbre, muy dehiscente, normalmente con 2 semillas.

### SEMILLAS

Redondeadas, de 2-3 mm, y aplanadas, variegadas verde con manchas amarillas y negras. Cubiertas muy duras.

1000 semillas pesan 3 g.

Requiere escarificación. Germina a 18 °C un 50 % en la primera semana. Las temperaturas entre 18 y 25 °C son las idóneas, pues germina el 70 % a las 3 semanas.

Emerge bien tras las primeras lluvias en un 25-50 % si se entierra ligeramente, y un 25 % si se siembra en superficie.

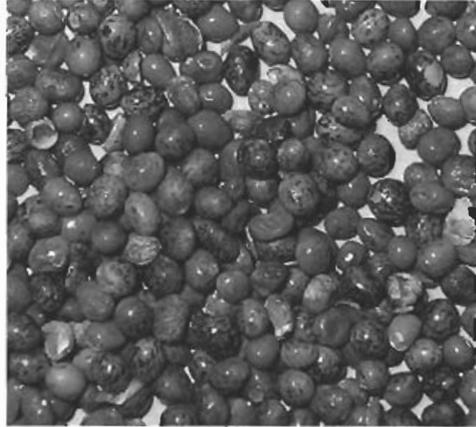


Foto 29. Semilla de *Dorycnium pentaphyllum*.  
Foto Susana Sánchez.

### CULTIVO

#### SIEMBRA

Preparar el suelo con cultivadores. Normalmente no será necesario emplear fresadora para eliminar terrones.

Sembrar en líneas distanciadas entre 80 y 100 cm para facilitar la escarda. Enterrar ligeramente la semilla, 1 cm, para evitar mortalidad de plántulas en periodos secos.

La época idónea es tras las primeras lluvias de otoño, con temperaturas elevadas.

La dosis de siembra de 1419 semilla/m<sup>2</sup>, que se empleó en ensayos, resultó excesiva. Consideramos suficiente unas 200 semillas/m<sup>2</sup>, que pesan aproximadamente 0.6 g, y que darían lugar a 50-100 plantas/m<sup>2</sup>.



Foto 30. *Dorycnium pentaphyllum* en un talud de desmonte. Foto M. Saavedra.

#### **PRÁCTICAS DE CULTIVO**

El desarrollo de las plantas en las fases iniciales es muy lento, ya que en 150 días apenas sobrepasan los 5 cm (Figura 3). Es por tanto muy importante eliminar las hierbas y evitar la competencia. Cuando las siembras se hacen en enero-febrero el desarrollo es mucho más rápido, y el mantenimiento puede resultar más económico, pero la altura que alcanzan es mucho menor y puede afectar a la cosecha del segundo año.

Algunos herbicidas pueden ayudar a controlar la hierba. En postemergencia, con plantas de 5-10 cm, resultó selectiva la aplicación de simazina a 0.5 kg/ha, pero la experiencia todavía es insuficiente. Las interlíneas pueden tratarse con herbicidas de contacto y traslocación, siempre que se utilicen campanas de protección que eviten el mojado del cultivo.

En el primer año la planta alcanzará unos 60-70 cm en mayo. En los siguientes años la altura sobrepasa 150 cm.

#### **PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Es susceptible a jopo (*Orobanche crenata*), como otras especies leguminosas, pero no hemos observado ataques severos.

## ABONADO

Si el cultivo se hace en suelos de fertilidad media no es necesario abonar. Al tratarse de una leguminosa el abono nitrogenado no es necesario, pero si es preciso que se produzca la nodulación de "rizobium". En los ensayos no se observó respuesta al abonado.

## RECOLECCIÓN

La especie florece en primavera, a mediados de abril, y continúa durante varias semanas (Figura 4). La maduración de semillas se produce también de forma muy escalonada. El primer año apenas produce flores y semillas, a partir del segundo las cosechas son bastante buenas.

Las legumbres son muy dehiscentes, y la maduración muy escalonada, por lo que la recolección es muy problemática.

Se han intentado varios métodos, pero con ninguno se consigue recuperar un alto porcentaje de semilla. La técnica que posiblemente de mejores resultados consiste en colocar mallas finas en el suelo y posteriormente aspirar o barrer la semilla. El inconveniente mayor es que las hormigas recolectan la semilla con una eficacia que asombra, por lo que es necesario hacer varias pasadas durante el periodo de maduración. También puede ser eficaz emplear máquinas cabalgantes pequeñas que sacudan y recojan la semilla al mismo tiempo, similares a las recolectoras de viña, pero también haciendo varias pasadas.



Foto 31. Detalle de las inflorescencias de *Dorycnium pentaphyllum*. Foto M. Saavedra.

## **COSECHA**

El primer año no produce semilla. La cosecha efectivamente recolectada que puede obtenerse el segundo año se estima entre 400 y 650 kg/ha para las siembras de otoño. Sin embargo, esta cosecha podría ser el doble si se mejoran las técnicas de recolección, y se controla la dehiscencia.

## **POSTCOSECHA**

Esta planta se emplea como forrajera. Puede someterse a podas para renovar los tallos y evitar crecimientos excesivos. Rebrotta con facilidad, pero si la poda es muy severa disminuirá la producción de semillas.

## **REVEGETACIÓN**

### **SIEMBRA EN TALUDES**

En taludes se desarrolla muy lentamente. Las plantas que se instalan resisten muy bien condiciones adversas y permanecen en el terreno muchos años, produciendo semilla y dispersándose, pero lo hacen lentamente. Normalmente al tercer año producen semilla y comienza la colonización de áreas próximas.

Las siembras por rodales, preparando adecuadamente semilla y suelo permiten abaratar costes. El resto de la zona revegetada puede hacerse con semilla más barata, de otras especies.

Las siembras a toda la superficie deben hacerse a dosis relativamente altas, como mínimo entre 5 y 10 kg/ha, pues las emergencias son bajas y el desarrollo de las plantas lento, por lo que cubre escasamente en las primeras fases.

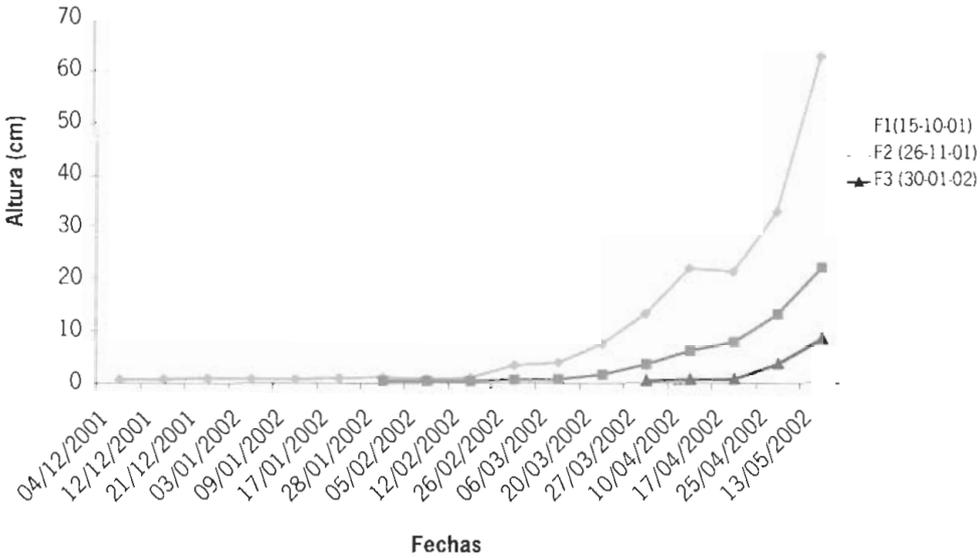


Figura 3. Altura alcanzada por *Dorycnium pentaphyllum* sembrado en diferentes fechas (F1, F2, F3).

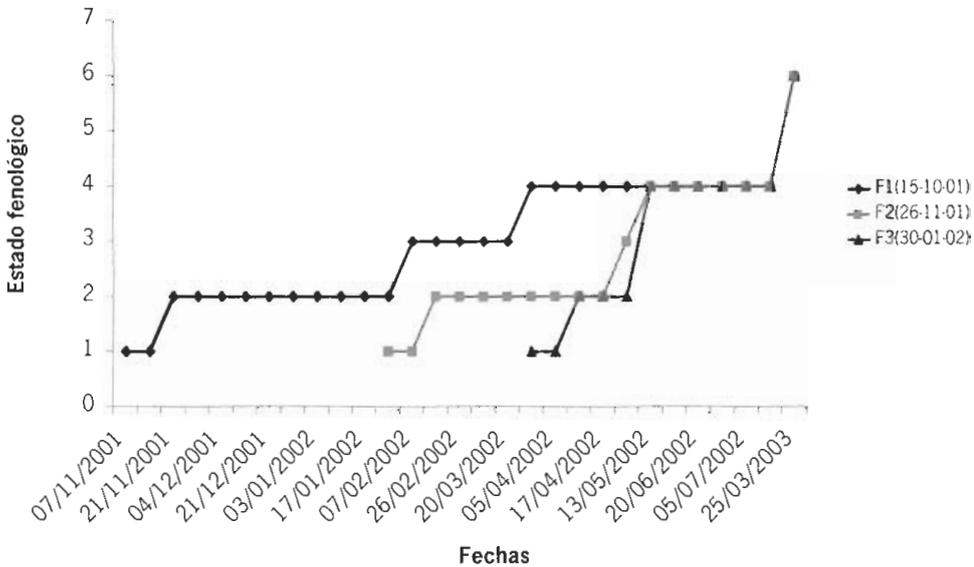


Figura 4. Estado fenológico de *Dorycnium pentaphyllum* sembrado en diferentes fechas (F1, F2, F3). Estado fenológico: 1-Plántula con cotiledones, 2-Cotiledones y primeras hojas, 3-Primeras hojas y sin cotiledones, 4-Planta en estado vegetativo, 5-Primeros botones florales, 6-Flores abiertas, 7-Frutos inmaduros, 8-Frutos maduros.

### 3.3. *ERUCA VESICARIA* (L.) CAV.

Familia *Brassicaceae* (Crucíferas).

Nombre vulgar: Oruga, raqueta, eruca y ruca.

Es una planta anual, de entre 20 y 100 cm de altura, de amplia distribución en España y que prefiere suelos básicos. Se cultiva desde muy antiguo. Tiene hojas basales en roseta, liradopinnatifidas, y las de los tallos con 3-7 lóbulos. Tallos ramificados e inflorescencias en racimos terminales con numerosas flores grandes, blancas y con nervios violeta. Frutos en silicuas erectas, adpresas al tallo, no dehiscentes.

#### SEMILLAS

De entre 1.5-2.5 mm elipsoideas, lisas y de color pardo.

1000 semillas pesan aproximadamente 0.56 g.

Germina bien entre 11 °C y 25 °C (50 a 85 % respectivamente), y muy rápidamente, en prácticamente 1 semana.

Emerge en otoño, tras las primeras lluvias, un 20 % si se siembra en superficie. Parte de la semilla latente emerge posteriormente, pero sobre todo al otoño siguiente.



Foto 32. Semilla de *Eruca vesicaria*. Foto Susana Sánchez.

#### CULTIVO

##### SIEMBRA

Preparar bien el suelo, pues la semilla es pequeña y la siembra debe hacerse muy superficial para favorecer la emergencia.

Sembrar a voleo o a chorrillo en líneas separadas aproximadamente como para los cereales de invierno, unos 17-20 cm. La siembra a chorrillo facilita la escarda en los primeros meses, pero a voleo se cubre el suelo más rápidamente.

Dosis de entre 1000 y 2000 semillas por m<sup>2</sup>, equivalentes a 0.56 y 1.12 g/m<sup>2</sup> son suficientes para conseguir una emergencia de 125 a 250 plantas por m<sup>2</sup>.

La mejor época de siembra es en otoño, en octubre o noviembre. Las siembras tempranas favorecen un mayor crecimiento y cobertura, llegando a superar ampliamente en altura (alcanzan 120 cm) y diámetro de roseta (mayor de 50 cm) a las tardías (Figura 5); pero su influencia en la producción puede no ser demasiado importante si durante el invierno y primavera se dan condiciones climáticas que permitan a las plantas nacidas tardíamente desarrollarse y completar ciclo adecuadamente. Posiblemente en condiciones de sequía sea muy importante adelantar en lo posible la fecha de siembra.

### PRÁCTICAS DE CULTIVO

El desarrollo de las plantas suele ser muy irregular, encontrando plantas con rosetas muy pequeñas y otras muy grandes, debido en parte al escalonamiento de la emergencia, pero posiblemente en su mayor parte a una gran diversidad intraespecífica.



Foto 33. *Eruca vesicaria* en un talud de desmonte. Foto M. Saavedra.

Es una planta que precisa pocos cuidados y compite con las hierbas relativamente bien. No obstante es necesario hacer al menos una escarda.

Podrían emplearse algunos herbicidas para facilitar el control de hierba, pero algunos de los ensayados no estarán registrados en el futuro. Fueron selectivos en pre-emergencia los antigramíneos quizalofop-etil, fluazifop-butil y haloxyfop (0.15, 0.25 y 0.315 kg/ha respectivamente). Piridato a 0.45 kg/ha y metolaclo 1.5 kg/ha fueron selectivos en preemergencia, pero no controlaron bien las hierbas. Resultaron fitotóxicos en preemergencia napropamida y propizamida. Clortal + propacloro produjeron síntomas ligeros de fitotoxicidad y no controlaron la hierba. No obstante sería necesario hacer ensayos con las moléculas que seguirán registradas y que podrían emplearse en este tipo de plantas.

### **ABONADO**

Es una planta poco exigente en nutrientes, pero responde bien al abonado. Consideramos que es conveniente hacer una aportación de NPK a dosis baja, por ejemplo 50-30-50 kg/ha.



Foto 34. Detalle de las inflorescencias y frutos de *Eruca vesicaria*. Foto M. Saavedra.

## RECOLECCIÓN

La especie florece muy pronto, en febrero aparecen las primeras flores y después continúa emitiendo tallos y flores hasta abril (Figura 6). La maduración tiene lugar a partir de mayo. Las silicuas permanecen cerradas y la maduración completa tiene lugar en junio. Las plantas conviene segarlas antes de que se sequen totalmente, preferiblemente con cuchilla y posteriormente trillarlas. También puede recolectarse con cosechadora adaptando la máquina al tamaño de semilla.

## COSECHA

Las siembras tempranas producen en torno a los 300 kg/ha de semilla.

## POSTCOSECHA

Al ser una planta anual no requiere ningún cuidado después de cosechar.

En muchos casos, la semilla que cae al suelo germina al año siguiente y restablece el cultivo, pero este procedimiento de reinstalación del cultivo presenta problemas de control de las malas hierbas, al igual que ocurre con otros cultivos.

## REVEGETACIÓN

### SIEMBRA EN TALUDES

Se instala rápidamente en los taludes, y se adapta muy bien a diferentes condiciones edafoclimáticas. Las dosis de 10 kg de semilla por hectárea proporcionan buenas coberturas en poco tiempo cuando se siembra en taludes recién abiertos, antes de que se compacten y se forme costra superficial.

El abonado favorece su desarrollo.

La especie es anual y florece y fructifica el primer año. Sin embargo, a lo largo del tiempo tiende a desaparecer del talud, o quedar una población residual, dando paso a otro tipo de vegetación perenne más persistente.

Es idónea para cubrir rápidamente el primer año, al igual que ocurre con otras crucíferas como *Moricandia moricandioides* o *Sinapis alba*. Su empleo debe combinarse con otras especies, bien sea en siembras simultáneas, bien a través de siembras posteriores.

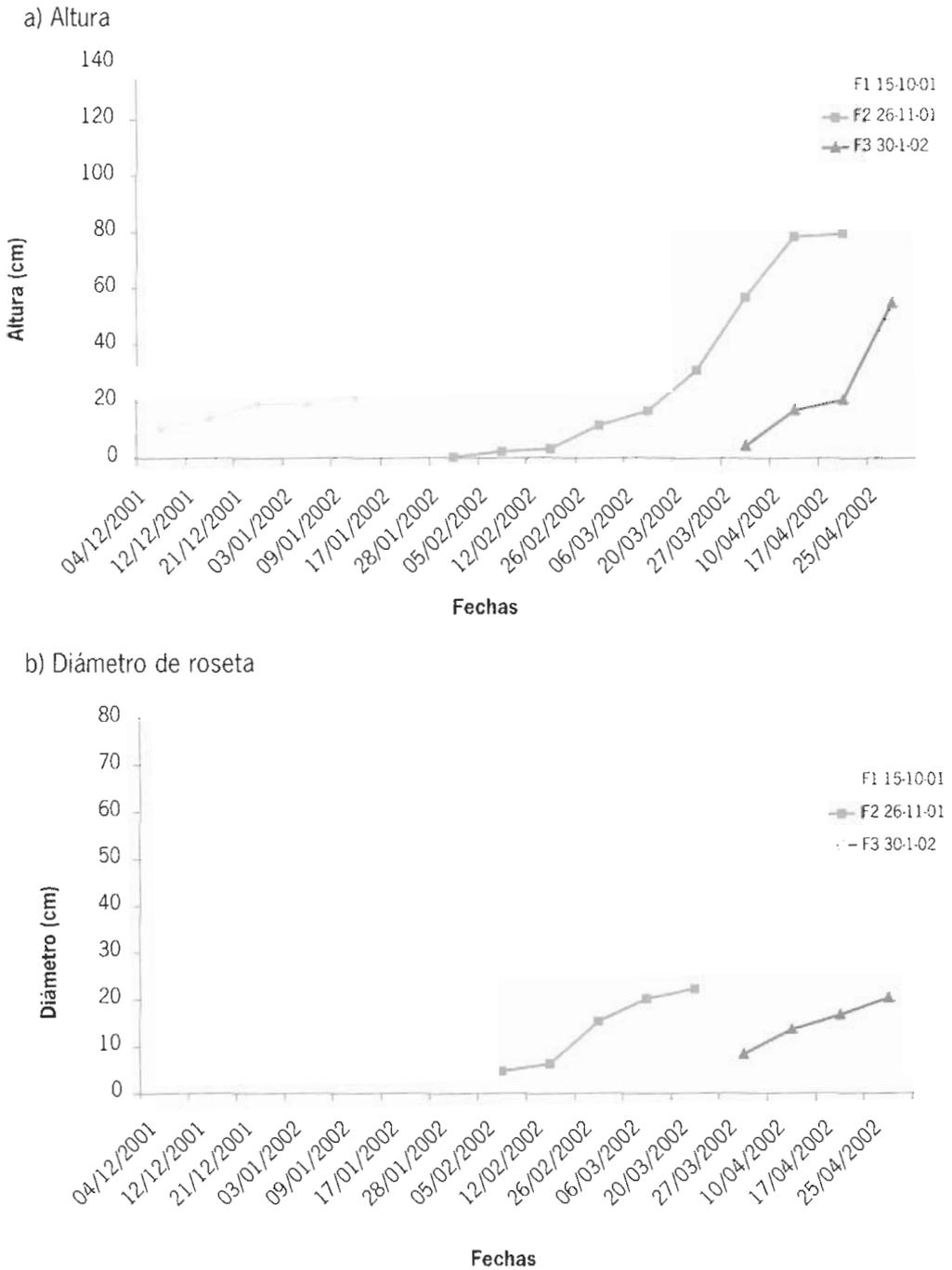
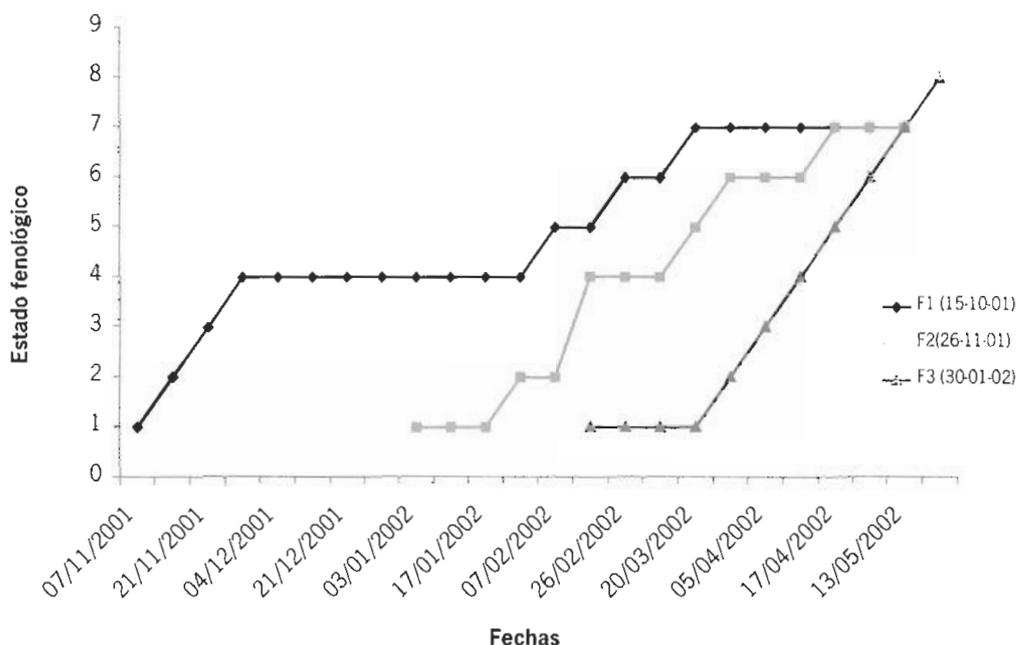


Figura 5. Desarrollo de *Eruca vesicaria* sembrada en diferentes fechas (F1, F2, F3). a) Altura y b) Diámetro de roseta.



## SEMILLAS

Redondeadas y aplanadas, de 3 mm.

1000 semillas pesan 3.22 g.

Requiere escarificación.

Germina mejor con temperaturas suaves (18 °C ), consiguiéndose un 45-50 % a las dos semanas. Con temperaturas más altas y más bajas el porcentaje se reduce ligeramente, pero sobre todo la germinación es más lenta.

Emerge en superficie, entre 10 y 18 %, y ligeramente enterrada entre un 2 y 30 %. Si las lluvias son escasas es preferible enterrar la semilla ligeramente, 1 cm, para evitar que las plántulas mueran. Su emergencia es más escalonada que la de *D. pentaphyllum*.

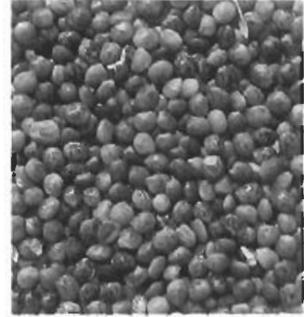


Foto 3b. Semilla de *Genista umbellata*.  
Foto Susana Sánchez.

## CULTIVO

### SIEMBRA

Preparar el suelo de forma habitual. Normalmente no será necesario emplear fresadora para eliminar terrones.

Sembrar en líneas distanciadas entre 80 y 100 cm para facilitar la escarda. Enterrar ligeramente la semilla, 1 cm, para evitar que mueran plántulas en periodos secos, aunque resiste muy bien las sequías. La época idónea es tras las primeras lluvias de otoño, con temperaturas entre 11 y 25 °C.

La dosis de siembra empleada en diferentes ensayos, 167 plantas/m.lineal y de 1600 semillas/m<sup>2</sup>, dio lugar a un número de plantas demasiado bajo, en torno a 15-28 plantas /m. lineal y 12-35 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente. También en ensayos de emergencia se observaron diferentes respuestas en cuanto a la profundidad de siembra.

Estos datos nos indica que sería conveniente hacer siembras con semillas pregerminadas, sumergiéndolas durante 4-5 días en agua, pero no está experimentado. Analizando el conjunto de datos y experiencias en taludes consideramos que sería

suficiente sembrar 200 semillas/m<sup>2</sup> (0.65 g/m<sup>2</sup>) y enterrarlas muy ligeramente, de las cuales podríamos esperar densidades en torno a 20-60 plantas/m<sup>2</sup>.

La mejor época de siembra es en otoño, cuando haya llovido y se hayan suavizado las temperaturas.

### PRÁCTICAS DE CULTIVO

El desarrollo inicial de esta especie es muy lento (Figura 7). Las plantas pequeñas cubren escasamente el suelo y compiten escasamente con la hierba. Por tanto es necesario eliminar hierba mediante escardas. Los herbicidas que se ensayaron resultaron fitotóxicos en preemergencia, pero simazina, entre 0.5 y 1 kg/ha fue selectivo en postemergencia sobre plantas de entre 5 y 12 cm. Estos resultados son preliminares.

La planta adulta de 1 año tampoco cubre bien el suelo y deja pasar bastante luz, compete con la hierba peor que *D. pentaphyllum* y requiere escardas continuadas. Será conveniente poner a punto técnicas de manejo del suelo y la hierba, favoreciendo la presencia de musgos en invierno que dificulten el desarrollo de la hierba.

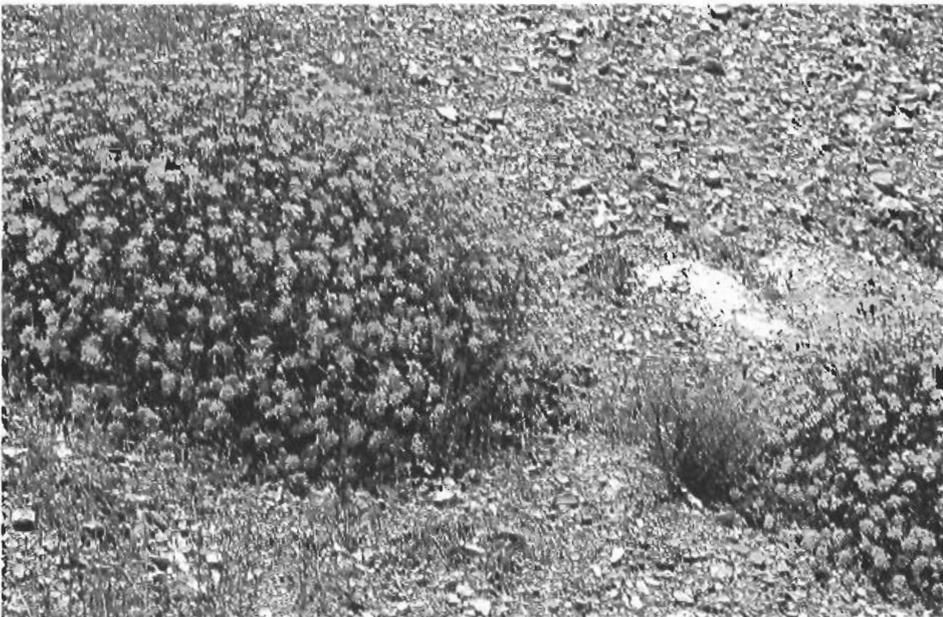


Foto 36. *Genista umbellata* sobre talud de desmonte. Foto M. Saavedra.

Esto podría conseguirse aplicando dosis bajas de simazina (0.5 a 1 kg/ha) y herbicidas de postemergencia aplicados con protectores entre las líneas de plantación (por ejemplo 0.36 a 0.48 kg/ha de glifosato + 0.024 kg/ha de oxifluorfen).

La planta llega a alcanzar en condiciones de cultivo alturas superiores a 120 cm a los dos años. No admite podas severas.

#### **PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Es susceptible a jopo (*Orobanche crenata*), como otras especies leguminosas, pero no hemos observado ataques severos.

Sufre fuerte ataque de pulgones en primavera, que pueden controlarse con insecticidas habituales, como dimetoato, malatión, etc.



Foto 37. Detalle de las inflorescencias de *Genista umbellata*. Foto S. Sánchez.

## ABONADO

Esta especie es capaz de vegetar y desarrollarse en suelos muy pobres y condiciones climáticas realmente extremas, tanto por la escasez de pluviometría, como por el frío invernal y calor de verano. No ha respondido a la fertilización en suelos fértiles, pero sí se ha observado un mejor vigor en condiciones edáficas limitantes. Al tratarse de una leguminosa el abono nitrogenado no es necesario, pero si es preciso que se produzca la nodulación de "rizobium". La fertilización se aconseja sólo si el suelo es pobre y en cantidades bajas (por ejemplo 30-15-15 kg/ha de NPK).

## RECOLECCIÓN

Florece en abril y mayo (Figura 8). Cada tallo termina en una cabezuela de flores. El fruto es una legumbre pequeña que contiene varias semillas, normalmente de 3 a 4, y no es dehiscente. La recolección puede hacerse a partir de julio, a lo largo de bastantes semanas. Sin embargo no es conveniente retrasarla excesivamente, pues la semilla quedaría expuesta al ataque de parásitos y depredadores.

Las cabezuelas se pueden arrancar o cortar, pero el corte debe hacerse próximo a la cabezuela, para no disminuir el tamaño de la planta y posibilitar el rebrote al año siguiente. Estas operaciones podrían mecanizarse, sobre todo el corte, pues existen máquinas que recolectan flores de especies como espliego o lavandín (*Salvia* spp.), que tienen una arquitectura parecida, con forma semiesférica y floraciones terminales. También podrían funcionar sistemas con manecillas similares a las que se emplean para recolección manual de aceituna, pero que tengan el espacio entre los dedos más pequeño.

Las legumbres pueden trillarse y después tamizarse. Para pequeñas cantidades se pueden utilizar molinillos de café domésticos para trillar y tamices de laboratorio para separar. La semilla tiene una cubierta muy dura difícil de romper.

## COSECHA

El primer año de vida prácticamente no produce semilla, apenas algunas flores. El segundo año se puede obtener una cosecha de 800 kg/ha de las plantas sembradas en octubre, y en torno a los 450 kg/ha de las sembradas en noviembre.

## POSTCOSECHA

Después de la recolección no necesita cuidados especiales, solamente mantenerla limpia de hierba.

## REVEGETACIÓN

### SIEMBRA EN TALUDES

La siembra de esta especie en los taludes presenta similares inconvenientes y ventajas que *Dorycnium pentaphyllum*, un desarrollo aún más lento, pero una gran resistencia a condiciones adversas cuando las plantas se han instalado. La cobertura inicial es extremadamente escasa, dejando el talud muy expuesto a erosión. La dispersión de semillas a partir de plantas adultas es mínima, debido a que la semilla no es dehiscente, y no se ha observado hasta el cuarto año.

También en esta especie puede ser aconsejable la siembra por rodales, preparando adecuadamente la semilla y el suelo, revegetando el resto de la zona con otras especies. En terrenos pedregosos es incluso mejor la supervivencia.

Las siembras a toda la superficie deben hacerse a dosis relativamente altas, como mínimo entre 7.5 y 10 kg/ha, pues las emergencias son bajas y el desarrollo de las plantas lento, por lo que cubre escasamente en las primeras fases.

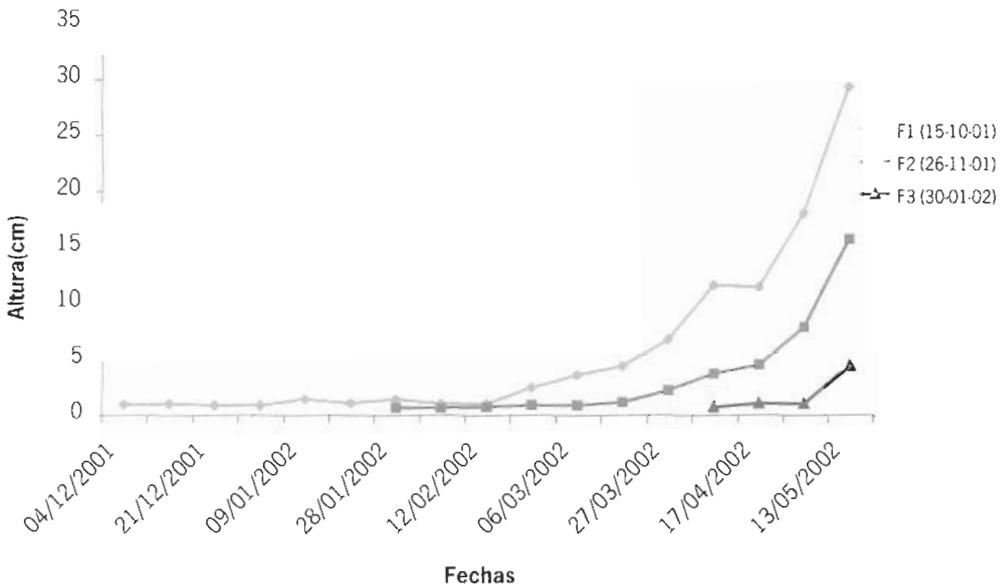


Figura 7. Altura alcanzada por *Genista umbellata* sembrada en diferentes fechas (F1, F2, F3).

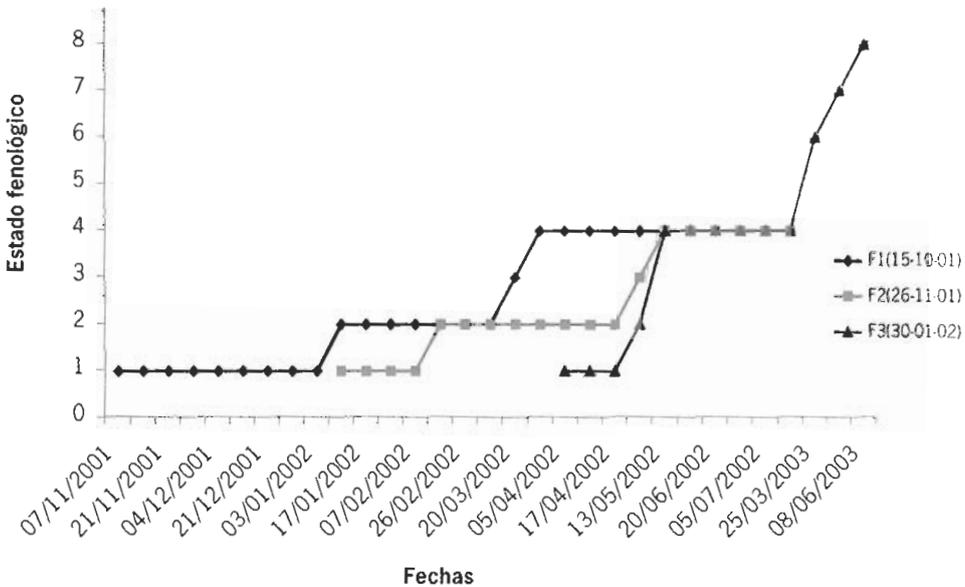


Figura 8. Estado fenológico de *Genista umbellata* sembrada en diferentes fechas (F1, F2, F3). Estado fenológico: 1-Plántula con cotiledones, 2-Cotiledones y primeras hojas, 3-Primeras hojas y sin cotiledones, 4-Planta en estado vegetativo, 5-Primeros botones florales, 6-Flores abiertas, 7-Frutos inmaduros, 8-Frutos maduros.

### 3.5. *MORICANDIA MORICANDIoidES* (BOISS.) HEYWOOD.

Familia *Brassicaceae* (Crucíferas).

Nombre vulgar: Moríscola, collejón, moricandia.

Planta característica de la Península ibérica, que prefiere suelos margosos o yesosos.

Es anual pero con clara tendencia a perennizar (sobre todo cuando los veranos son poco calurosos y/o en zonas más frescas), de color verde grisáceo, y alcanza entre 60-90 y hasta 140 cm. Hojas enteras y tallos ramificados, a veces lignificados en la base. Las inflorescencias son racimos con 20-40 flores grandes color púrpura. Frutos en silicuas muy estrechas y largas, no dehiscentes.

## SEMILLAS

De (1,2-) 1.5-2 mm, elipsoideas, aladas, de pardo oscuras a negras.

1000 semillas pesan aproximadamente 0.416 g.

Germina bien a temperaturas bajas, 11 °C, alcanzando tasas del 50-80 %, según la procedencia de la semilla. A 18 y 5 °C, disminuye el porcentaje de germinación. Con temperaturas elevadas, superiores a 18 °C el porcentaje disminuye mucho.

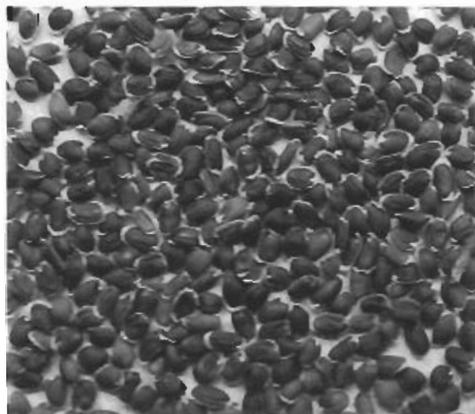


Foto 38. Semilla de *Moricandia moricandioides*. Foto S. Sánchez.

Emerge mejor ya avanzado el otoño, cuando las temperaturas han descendido bastante. Durante los días calurosos de otoño no nace. Los picos de emergencia suelen producirse en noviembre, pero también nacen plantas a lo largo del año.

## CULTIVO

### SIEMBRA

Preparar el suelo bien para que quede sin terrones, pues la semilla es pequeña,

Sembrar a voleo o en líneas separadas como máximo 50 cm, depositando la semilla sobre el suelo, pero no enterrarla, pues disminuye mucho el porcentaje de emergencia.

Dosis de siembra de 1600 semillas por m<sup>2</sup>, que supone de 0.6 a 0.7 g/m<sup>2</sup>, pueden dar lugar aproximadamente entre 125 y 450 plantas/m<sup>2</sup>, dependiendo de que la siembra sea en octubre o noviembre respectivamente.

La época de siembra más adecuada es a comienzos de otoño. Las siembras a mediados de otoño aseguran un mayor número de plantas, porque las temperaturas más bajas favorecen la emergencia, pero las más tempranas se desarrollan más, alcanzan mayores alturas y diámetros, y proporcionan mejores cosechas, aunque el número de plantas sea mucho más bajo.

## PRÁCTICAS DE CULTIVO

En las siembras de octubre, las plantas emergen en una semana y desarrollan rosetas que a los dos meses llegan a 12 cm, cubriendo bien el suelo, y a los 100 días inicia floración (Figura 9). En el Valle del Guadalquivir pocas plantas crecen tan rápidamente, a excepción de otras crucíferas. El problema de este cultivo es precisamente el control de crucíferas, que obliga a escardas manuales durante las primeras semanas.

Los herbicidas que resultaron selectivos en ensayos y que podrían emplearse son:

- En preemergencia – haloxifop (hasta 0.315 kg/ha), glufosinato (0.3 kg/ha) y posiblemente fluazifop-butil y piridato a dosis inferiores a 0.1 y 0.225 kg/ha respectivamente.
- En postemergencia – napropamida (3 kg/ha desde 6 hojas), propizamida (0.75 kg/ha con más de 12 hojas), clortal + propacloro (3.5+3.5 kg/ha con más de 12 hojas), piridato (0.45 kg/ha entre 6-8 hojas), quizalofop-etil (0.15 kg/ha a partir de 2-4 hojas), fluazifop-butil (0.25 kg/ha a partir de 2-4 hojas) y haloxifop (0.315 kg/ha a partir de 2-4 hojas).

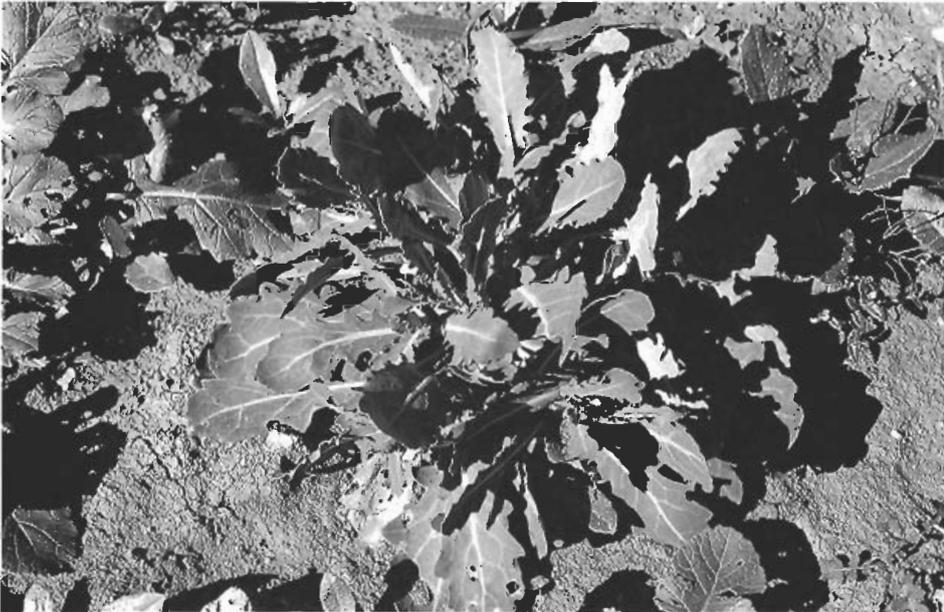


Foto 39. Detalle de la roseta de *Moricandia moricandioides*. Foto M. Saavedra.

Esta especie es extremadamente sensible a glifosato y MCPA y es necesario tener mucho cuidado con tratamientos en parcelas colindantes. Es prácticamente imposible aplicar estos herbicidas entre líneas de cultivo sin producir daño.

#### **ABONADO**

Responde bien al abonado, dando mayor biomasa, que se traduce en mayor cantidad de semilla. En suelos pobres el abonado es imprescindible para obtener cosechas. Las cantidades se deberán ajustar al tipo de suelo, pero de forma orientativa podemos indicar 75-75-75 kg/ha de NPK en suelos de fertilidad media.

#### **RECOLECCIÓN**

La especie florece durante el invierno, en enero si la emergencia fue en octubre (Figura 10). Cada tallo o ramificación emite un racimo de flores. Los frutos son sili-cuas estrechas y largas, contienen numerosas semillas y no son dehiscentes. La maduración se produce en mayo y la planta llega a secarse totalmente sin que se abran. La semilla es muy pequeña, pero podría recolectarse con una cosechadora



Foto 40. *Moricandia moricandioides* en un talud de desmonte. Foto M. Saavedra.

convencional adaptada a semilla pequeña. Sin embargo, puede resultar más fácil proceder a la siega cuando la planta tiene todavía algo de humedad y después trillarla, ya que es más fácil encontrar trilladoras que cosechadoras.

Si se mojan las silicuas una vez secas, bien por una lluvia ocasional o regando intencionadamente, no se ve afectada la capacidad germinativa de las semillas. Esto permite alargar aún más el periodo de recolección, pues si llegaran a secarse demasiado las plantas y se abrieran las silicuas al golpeteo de la segadora, siempre es posible mojarlas por aspersión para facilitar su manipulación.

#### **PLAGAS Y ENFERMEDADES**

En varias ocasiones se han observado rodales atacados por orugas de lepidópteros que suelen afectar a otros cultivos de crucíferas horticolas, pero en ningún caso han supuesto un problema.

#### **COSECHA**

Las siembras de octubre han proporcionado 333 kg/ha, y las de noviembre y enero 103 y 88 respectivamente. Dado el tamaño de las semillas y la facilidad del cultivo, esta cantidad puede considerarse muy elevada. En parcelas de cultivo grandes se estimaron mediante muestreo cosechas superiores (Saavedra, 1995).

#### **POSTCOSECHA**

Por tratarse de un cultivo anual no es necesaria ninguna otra operación. El rastrojo se descompone rápidamente, y quedan solamente algunos tallos más gruesos, que a veces rebrotan y perennizan, y pueden tratarse con glifosato.

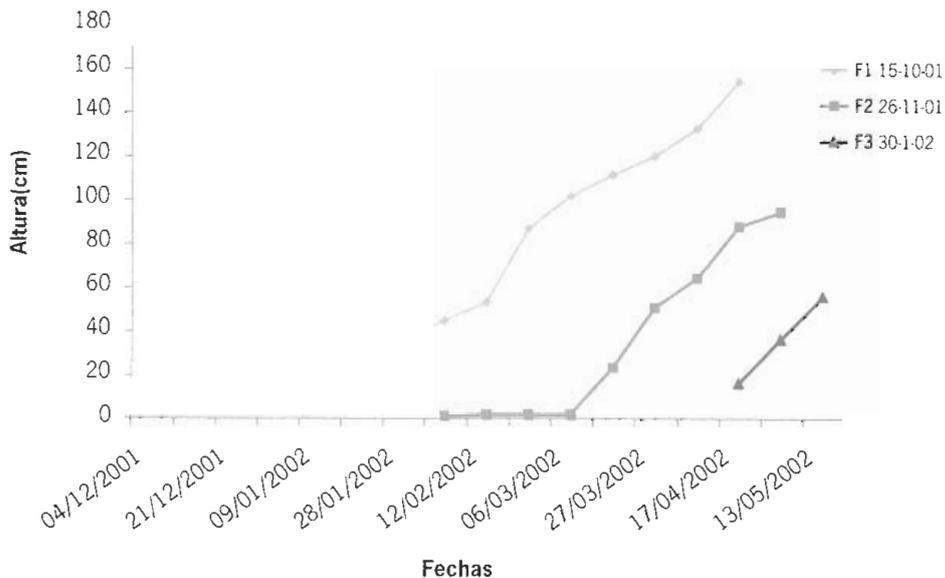
#### **REVEGETACIÓN**

##### **SIEMBRA EN TALUDES**

Esta especie se instala fácilmente en taludes, prefiriendo suelos no compactados, como por ejemplo taludes recién abiertos, sin costra superficial.

No deben hacerse siembras durante los días más cálidos del otoño, debiendo esperar a que bajen las temperaturas, y a ser posible que llueva.

a) Altura



b) Diámetro de roseta

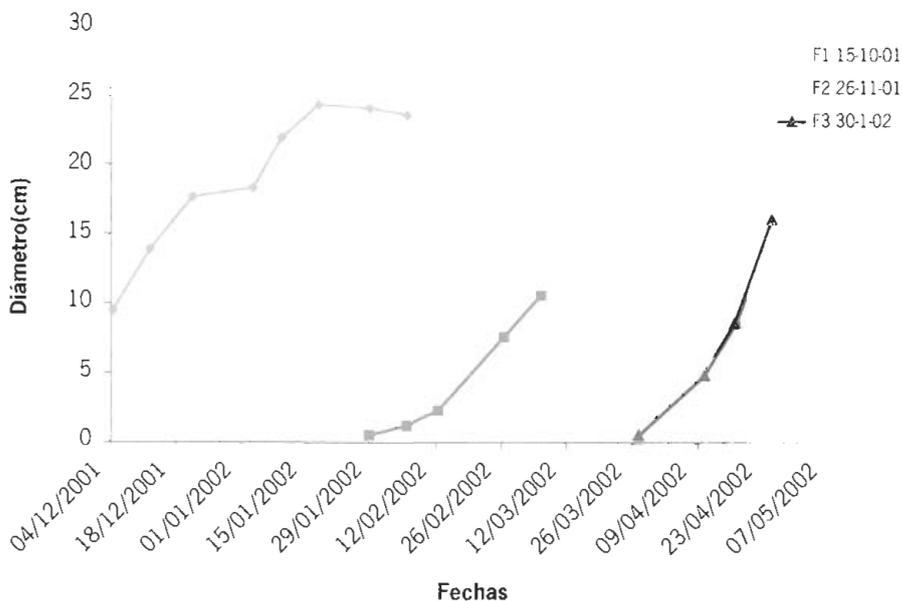


Figura 9. Desarrollo de *Moricandia moricandioides* sembrada en diferentes fechas (F1, F2, F3). a) Altura y b) Diámetro de roseta.

Las dosis de 10 kg de semilla por hectárea proporcionan buenas coberturas en poco tiempo.

Es conveniente abonar para favorecer su desarrollo.

La especie es anual y florece y fructifica el primer año, pero también suelen sobrevivir y perennizar parte de las plantas, las más desarrolladas. Se dispersa con facilidad y llega a colonizar zonas próximas muy amplias. Sin embargo, a lo largo del tiempo la población inicial se reduce considerablemente para dar paso a otras especies colonizadoras o perennes más persistentes.

Es idónea para cubrir rápidamente el primer año, y su empleo debe complementarse con otras especies.

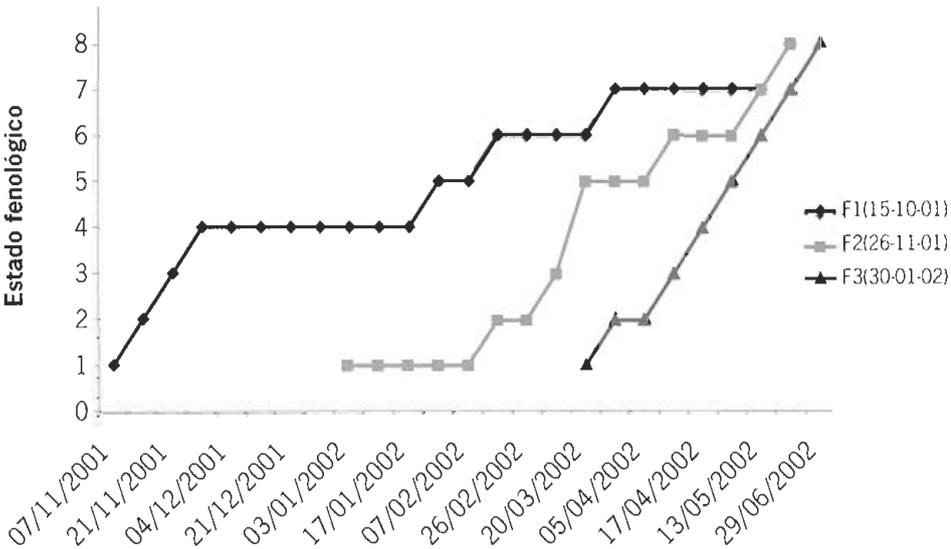


Figura 10. Estado fenológico de *Moricandia moricandioides* sembrada en diferentes fechas (F1, F2, F3). Estado fenológico: 1-Plántula con cotiledones, 2-Cotiledones y primeras hojas, 3-Primeras hojas y sin cotiledones, 4-Planta en estado vegetativo, 5-Primeros botones florales, 6-Flores abiertas, 7-Frutos inmaduros, 8-Frutos maduros.

### 3.6. *PIPTATHERUM MILIACEUM* (L.) COSSON

Familia *Poaceae* (Gramíneas).

Nombres vulgares: Lastón, mijo, mijo negrilla.

Es planta perenne, muy común, poco exigente en clima y suelo, que resiste bien la sequía y los suelos compactados. Alcanza y supera los 100 cm, y hasta 150 cm. Los tallos son erectos, ramificados, y terminan en panículas piramidales de unos 20-50 cm, muy laxas, con numerosísimas espiguillas. Cada espiguilla con una flor.

#### SEMILLAS

La cariopsis, cubierta con la pálea y la lema, tiene de 1.5 a 2.5 mm, es oblonga y de color marrón claro.

1000 semillas pesan 0.607 g.

La germinación de estas semillas es muy lenta. A 18 °C se consiguió un 80 % a las 5 semanas. Pero si se hace escarificación mecánica para romper las cubiertas duras se consiguen los máximos en 1-2 semanas.

Emerge a 0 cm (10-15 %) y 2 cm (5-15 %) de profundidad, lentamente si las semillas no está escarificadas. Para favorecer la emergencia rápida es necesaria la escarificación mecánica.

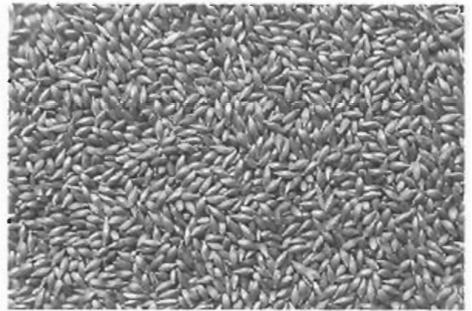


Foto 41. Semilla de *Piptatherum miliaceum*.  
Foto Susana Sánchez.

#### CULTIVO

##### SIEMBRA

Preparar bien el suelo, pues la semilla es pequeña. Conviene incluso incorporarla muy ligeramente, para asegurar el contacto con el suelo y la humedad, pasando un rulo poco pesado si fuera necesario.

Sembrar en líneas o a voleo, pero preferiblemente en líneas, para facilitar la escarda.

Dosis de 0.35 g/m<sup>2</sup> (500 semillas/m<sup>2</sup>) dan lugar a densidades en torno a 40 plantas/m<sup>2</sup>.

La mejor época es otoño temprano y conviene que haya varios días seguidos con lluvia, pues para la nascencia conviene que haya bastante humedad y suficiente temperatura. Lo ideal sería en septiembre u octubre, regando si fuera necesario.

#### PRÁCTICAS DE CULTIVO

La plántula es muy pequeña, por lo que en fases iniciales compite escasamente con las hierbas. Crece lentamente, sobre todo si las temperaturas son bajas. Para un mejor desarrollo necesita temperaturas altas y humedad.

Se pueden aplicar herbicidas para controlar la hierba. Resultaron selectivos en los ensayos:

- En preemergencia – isoxabén (0.075 kg/ha), quizalofop-etil (0.05 kg/ha), isoproturón (1.5 kg/ha), bromoxinil+ioxinil+mcpp (3 kg/ha de p.c. 7.5+7.5+37.5 %), MCPA (0.4 kg/ha) y tribenurón+fluroxipir (0.01+0.15 kg/ha).



Foto 42. Detalle de la planta de *Piptatherum miliaceum* en terreno de cultivo. Foto S. Sánchez.

- En postemergencia, con 2-4 hojas – isoxabén (0.075 kg/ha), pendimetalina 0.66 kg/ha, isoproturón (1 kg/ha), clortolurón+terbutrina+triasulfurón (1.5 kg/ha de p.c. 53+10.75+0.25 %), terbutrina+triasulfurón (0.4 kg/ha de p.c. 59.4+0.6 %), bromoxinil+ioxinil+mcpp (2 kg/ha de p.c. 7.5+7.5+37.5 %), tribenurón (0.01 kg/ha) y MCPA (0.4 kg/ha).

En postemergencia temprana fluroxipir produjo daños y MCPA afectó a las emergencias posteriores.

Alcanza alturas de 80 a 100 cm, y en floración hasta 140 cm (Figura 11). En estas fases no precisa apenas de tratamientos especiales, pues la cobertura es total y la competencia con la hierba muy fuerte. En este estado es tolerante a muchos herbicidas de preemergencia como linurón, diurón, simazina, etc, aplicados a dosis bajas o moderadas.

### **ABONADO**

Es planta poco exigente y rústica, pero responde bien al abonado en suelos de fertilidad media y baja, sobre todo en los estados iniciales de desarrollo, mejorando el porcentaje de plantas instaladas y el crecimiento. La dosis dependerá del tipo de suelo, y por tratarse de una gramínea de ciclo muy largo, el nitrógeno debería fraccionarse o aportarse en formas de liberación lenta. Como orientación 40-40-40 y 40-0-0 kg/ha de NPK.

### **RECOLECCIÓN**

La especie florece en mayo-junio y fructifica en julio. La cariopsis no es dehiscente, por lo que puede recolectarse durante un periodo más o menos largo, aunque no conviene tampoco alargarlo en exceso porque una vez seca puede desprenderse.

Se puede cosechar directamente con una cosechadora adaptada a semilla pequeña, pero con el inconveniente de que los tallos permanecen bastante verdes en la parte inferior y es necesario hacer el corte muy alto, y siempre con riesgo de embozado de la máquina. A medida que avanza el verano este problema no existe, pero la dehiscencia se incrementa. Este inconveniente podría soslayarse aplicando un secante, pero la planta alcanza mucha altura y hay que hacerlo con barras situadas a casi 2 m.

Otra opción, que requiere menos infraestructura, es segar cuando las semillas están maduras y todavía no se desprenden, secar al oreo y después trillar. De esta forma se asegura la recolección de la mayor parte de la semilla.

### **COSECHA**

Las producciones de semilla pueden ser muy elevadas. Si el cultivo se desarrolla adecuadamente pueden alcanzar y superar los 1000 kg/ha el primer año y los 1500 a 2000 a partir del segundo (Figura 12).

### **POSTCOSECHA**

Para facilitar el manejo y evitar una altura excesiva se corta la planta después de la recolección a una determinada altura, por ejemplo 10-20 cm. Después rebrota rápidamente y crece hasta alcanzar de nuevo alturas similares a las del primer año de vida. El cultivo puede mantenerse en perfectas condiciones 6 u 8 años, incluso más.



Foto 43. *Piptatherum miliaceum* en un talud. Foto M. Saavedra.

## REVEGETACIÓN

### SIEMBRA EN TALUDES

En taludes se instala lentamente y permanece muchos años.

La semilla debe ser escarificada. En los diferentes ensayos se ha constatado que la emergencia es lenta pero suficiente si se siembra a 25 kg/ha, incluso podría reducirse hasta 10 kg/ha haciendo una siembra en óptimas condiciones de humedad con semilla muy bien escarificada.

La cobertura inicial en el talud es baja y el desarrollo de las plantas lento. Alcanzan la floración a veces el primer año, y en otras ocasiones el segundo año. La especie produce gran cantidad de semilla y se disemina fácilmente hacia las zonas próximas.

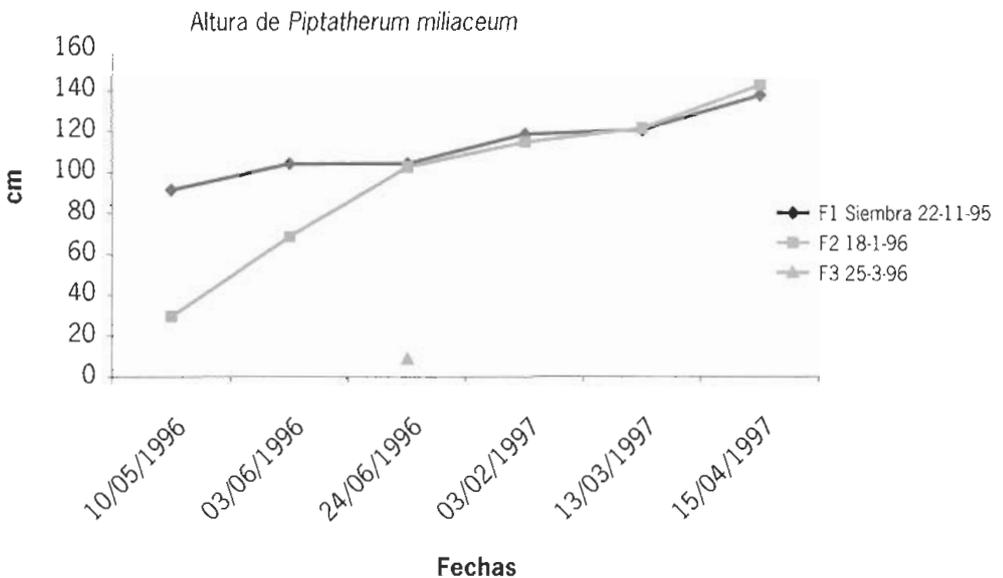


Figura 11. Altura alcanzada por *Piptatherum miliaceum* sembrado en diferentes fechas (F1, F2, F3).

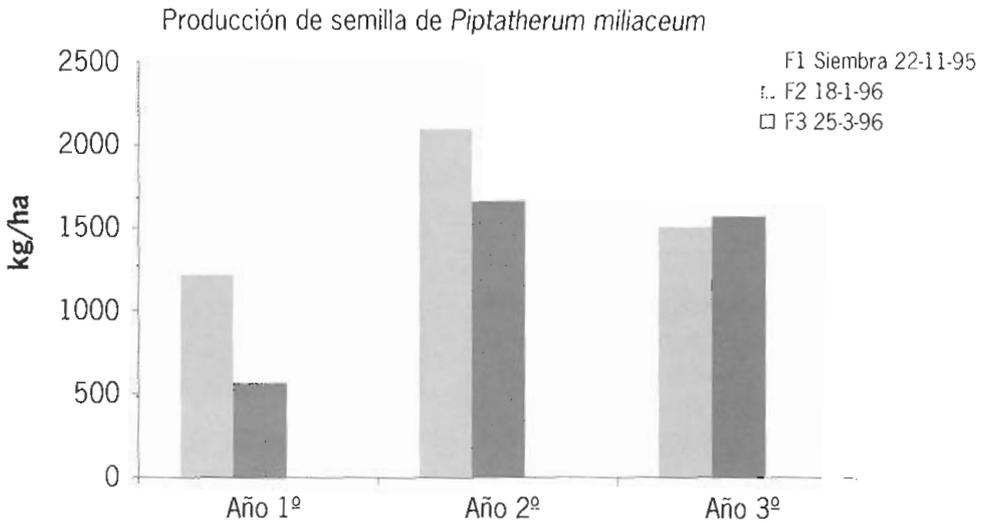


Figura 12. Producción de semilla de *Piptatherum miliaceum* sembrado en diferentes fechas (F1, F2, F3).

### 3.7. PLANTAGO ALBICANS L.

Familia *Plantaginaceae*.

Nombre vulgar: Llantén blanco.

Es planta muy común en todo el mediterráneo. Prefiere zonas soleadas y suelos básicos, y resiste la sequía.

Es perenne, subcespitosa y forma macollas. Tiene capacidad de extenderse mediante rizoides que salen de la raíz y de los que brotan nuevas macollas. Las hojas son simples y con nervios paralelos. Tallos cilíndricos, y escapos florales de entre 10 y 60 cm. Inflorescencias en espiga laxa, de hasta 30 cm, y a veces más. El fruto es una pequeña cápsula, poco dehiscente con 2 semillas.

## SEMILLAS

De 1.5 a 3 mm de longitud, en forma de cuenco.

1000 semillas pesan entre 2 y 3 g, dependiendo de la procedencia. Normalmente las semillas producidas en condiciones de cultivo son más grandes.

La germinación es rápida y poco dependiente de las condiciones de temperatura y luz. Entre 15 y 25 °C germina más del 50 % en 2 semanas, pero a 5 °C es prácticamente nula, tanto en luz como en oscuridad.

Emerge rápidamente, y la mayor parte de las plántulas al mismo tiempo, tanto en superficie como a 2 cm de profundidad.



Foto 44. Semilla de *Plantago albicans*.  
Foto Susana Sánchez.

## CULTIVO

### SIEMBRA

Preparar el suelo que quede sin terrones.

Sembrar en líneas o a voleo, pero es preferible en líneas para facilitar la escarda.

Dosis de 400 semillas/m<sup>2</sup>, equivalentes a 0.8-1.4 g/m<sup>2</sup> es suficiente para asegurar una emergencia homogénea.

La mejor época es otoño, con las primeras lluvias.

### PRÁCTICAS DE CULTIVO

En las primeras fases de desarrollo compite escasamente, pues su desarrollo inicial es lento (Figura 13) y cubre muy poco. La altura a los dos meses es inferior a 5 cm y las hojas son estrechas.

Cada planta se desarrolla en forma de macolla y después emite rizoides, subterráneos, a unos 5 cm de profundidad, sobre los que brotan nuevas macollas a unos

20 cm de distancia de la planta originaria. Así se va extendiendo y ocupando toda la superficie y consigue una gran cobertura. Una plántula puede ocupar un rodal de más de 100 cm de diámetro en un solo año.

En preemergencia puede aplicarse metabenzotiazurón a dosis entre 1 y 1.5 kg/ha de materia activa, según la textura del suelo, para facilitar el control de hierba.

En postemergencia, cuando las macollas están desarrolladas tolera dosis de diurón relativamente elevadas, de hasta 2 kg/ha.



Foto 45. *Plantago albicans* sembrado en terreno de cultivo. Foto M. Saavedra.

Se ha observado una interacción entre el desarrollo y la producción de semillas, de forma que cuando el estado vegetativo es óptimo, la emisión de tallos y espigas es mínima. Por el contrario, en suelos más pobres, condiciones climáticas adversas, con frío y sequía, o suelos muy compactados, se producen muchas más semillas que en condiciones de cultivo óptimas.

Posiblemente las condiciones que favorecen el desarrollo vegetativo y la emisión de rizoides subterráneos: humedad, abonado, temperaturas suaves, suelos descompactados, etc., hacen que la reproducción por semilla se reduzca a mínimos.

En los bordes de las parcelas de ensayo, donde la compactación del suelo es elevada, la emisión de tallos es considerablemente más alta.

Por todo ello, aquellas prácticas que favorecen el desarrollo de las plantas no parecen ser las más adecuadas para esta especie cuando se trata de producir semillas.

Se han hecho muchos ensayos en campo, aplicando diferentes prácticas de cultivo, como labores entre líneas en diferentes épocas, diferentes separaciones de las líneas de siembra, incluso aplicando a diferentes dosis herbicidas que limiten el desarrollo de rizoides y por tanto el desarrollo vegetativo, pero con éxitos muy escasos. Este fenómeno deberá ser abordado en profundidad antes de continuar el desarrollo de esta especie, que es muy interesante para revegetar zonas degradadas, pero que presenta esta dificultad para ser cultivada.

### **ABONADO**

En suelos de fertilidad media no es necesario abonar, incluso puede resultar contraproducente.

### **RECOLECCIÓN**

Empieza a emitir tallos con espigas en abril. En mayo alcanza plena floración y a comienzos de julio las espigas están maduras (Figura 14). Las cápsulas tienen 2 semillas y permanecen cerradas mucho tiempo y en posición erecta. La dehiscencia es escasa.

Puede recolectarse con cosechadora adaptada a semillas pequeñas, pero cerrando casi del todo los ventiladores, ya que por la forma navicular de la semilla su volumen es grande pero el peso pequeño y da lugar a pérdidas importantes. También

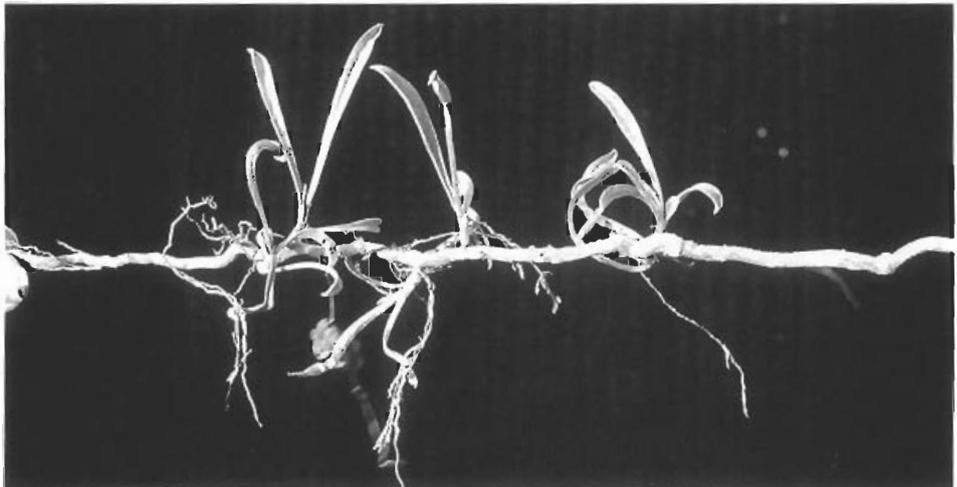


Foto 46. Detalle de rizoides de *Plantago albicans* y brotes que se producen a unos 3-5 cm de profundidad a lo largo de los mismos. Foto M. Saavedra.

se pueden recolectar las espigas y trillarlas posteriormente, obteniéndose un rendimiento en semilla muy elevado, con escasas pérdidas.

### COSECHA

La producción de semilla es muy baja. Se han conseguido desde 0 kg/ha hasta un máximo de 280 kg/ha el primer año en una ocasión, pero su potencial es mucho mayor y no conocemos a qué es debido estas diferencias de producción. La emisión de tallos es muy baja en algunas condiciones, sin que se sepa con certeza la causa. La cosecha media esperada se estima en 100 kg/ha.

### POSTCOSECHA

No se hace ninguna práctica especial de mantenimiento del cultivo después de segar las espigas.



Foto 47. *Plantago albicans* espontáneo en un talud de fuerte pendiente. Obsérvese la gran cobertura de esta planta. Foto M. Saavedra.

## REVEGETACIÓN

### SIEMBRA EN TALUDES

Se instala con facilidad en muy diferentes condiciones de suelo, incluidas las muy adversas. El abonado favorece su desarrollo. Las siembras experimentales se han realizado con cantidades considerables de semilla, del orden de 25 kg/ha o superiores, consiguiéndose una adecuada densidad. Sin embargo, el sistema de cultivo para obtener semilla a precios económicos no se ha conseguido del todo, por lo que la dosis de siembra para toda la superficie debe reducirse a valores inferiores a 10 kg/ha. En estas condiciones es de esperar una cobertura inicial del talud media, y un desarrollo posterior también medio, por lo que se recomiendan siembras en combinación con otras especies.

En cabeceras de taludes y bermas se desarrolla muy bien y su multiplicación vegetativa suele ser también muy bueno, por lo que coloniza y es muy eficaz para proteger estas zonas sensibles a la erosión. Se recomiendan siembras localizadas en dichas zonas.

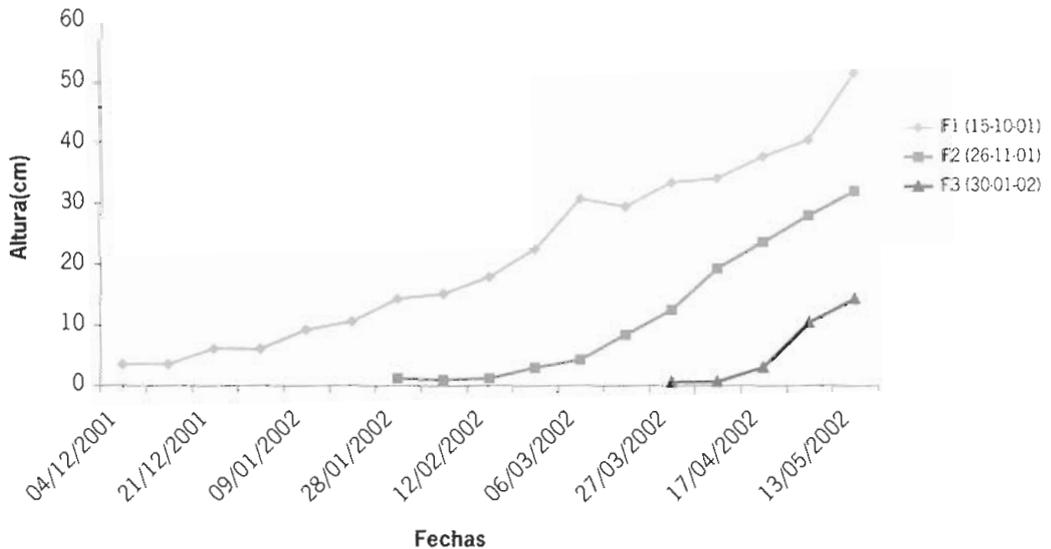


Figura 13. Altura de *Plantago albicans* sembrado en diferentes fechas (F1, F2, F3).

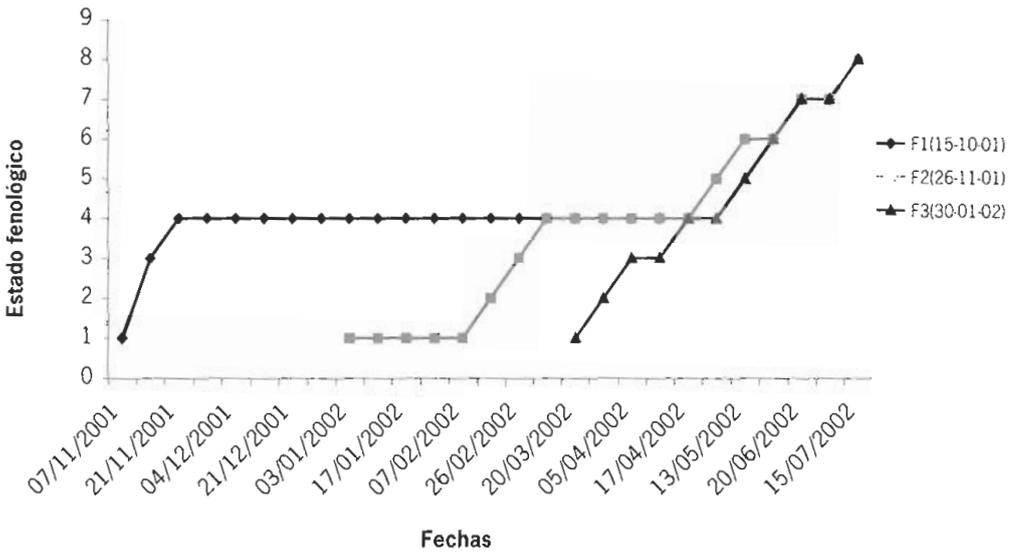


Figura 14. Estado fenológico de *Plantago albicans* sembrado en diferentes fechas (F1, F2, F3). Estado fenológico: 1-Plántula con cotiledones, 2-Cotiledones y primeras hojas, 3-Primeras hojas y sin cotiledones, 4-Planta en estado vegetativo, 5-Primeros botones florales, 6-Flores abiertas, 7-Frutos inmaduros, 8-Frutos maduros.

### 3.8. PSORALEA BITUMINOSA L.

Familia *Fabaceae* (Leguminosas).

Nombre vulgar: Higuera, trébol hediondo, hierba cabruna.

Es una especie de amplia distribución, sin preferencias edáficas marcadas.

En condiciones de suelo y humedad favorables puede superar los 200 cm de altura.

Es planta herbácea perenne, plurianual. Huele a betún. Las hojas son trifoliadas, excepto la primera, y los tallos erectos y ramificados. La inflorescencia tienen forma de capitulo con varias flores azules a rosáceas muy vistosas. El fruto es una legumbre ovada, comprimida, con un pico de hasta 13 mm. El fruto es dehiscente.

## SEMILLAS

El propágulo de dispersión es la legumbre, ovada, comprimida, de 3-5 mm de larga, que posee un pico de hasta 13 mm y numerosos pelos y setas negruzcas. 70 semillas pesan 1 g.

Germina bien tanto a 25-18 °C como a 11 °C, consiguiéndose en una semana entre el 55 y 45 % respectivamente, pero el desarrollo de la radícula es mucho mayor a 25 °C.

Emerge mejor enterrada ligeramente, a 2 cm un 26 % aproximadamente el primer año, pero también a 0 y 5 cm (en torno al 22 y 16 % respectivamente). Los picos de emergencia se producen en otoño, meses de octubre-noviembre, dependiendo de las lluvias, y en enero.



Foto 48. Semilla de *Psoralea bituminosa*. Foto Susana Sánchez.

## CULTIVO

### SIEMBRA

Preparar el suelo de forma similar a la siembra de cereales.

Sembrar en líneas, espaciadas unos 80 cm, enterrando ligeramente la semilla, y pasar un rulo ligero para favorecer el contacto con el suelo y la humectación.

Dosis de siembra de 500 semillas/m<sup>2</sup> (aproximadamente 7 g/m<sup>2</sup>) da lugar a emergencias en torno a 130 plantas/m<sup>2</sup> si se siembra en noviembre, y 95-100 si se realiza en enero. Con las siembras más tardías se produce mortalidad de plantas y menor emergencia.

Hay dos momentos óptimos de siembra:

- Una en otoño temprano, mientras haya elevadas temperaturas y con humedad en el suelo, si fuera necesario regando, para favorecer la instalación y desarrollo de las plantas, ya que durante el periodo frío esta especie crece y se desarrolla poco.
- Otra época es enero, en la que se consiguen en zonas cálidas como Córdoba, resultados muy similares a las siembras de noviembre, pero con menor riesgo de tener un cultivo en pleno invierno expuesto a heladas, encharcamientos, ataques de patógenos, etc.

### PRÁCTICAS DE CULTIVO

Es importante mantener el cultivo sin encharcamiento, favoreciendo la nodulación de "rizobium" y aprovechando las temperaturas elevadas en las primeras fases de su desarrollo. En algunos suelos se ha podido observar amarilleamiento de plantas porque no se produjo la simbiosis. Por tanto, sería conveniente inocular la semilla con cepas adecuadas, lo que actualmente no se ha experimentado.



Foto 49. *Psoralea bituminosa* en plena floración.

La competencia con malas hierbas en las primeras fases es escasa, sobre todo si las siembras se hacen en otoño, momento en el que emergen también la mayor parte de las especies arvenses.

Los herbicidas podrían emplearse para facilitar el control:

- En preemergencia los herbicidas ensayados no resultaron suficientemente selectivos, aunque dosis bajas de imazetapir e imazetapir+pendimetalina produjeron solo daños ligeros.
- En postemergencia, con plantas de 2 a 8 hojas fueron selectivos tiazopir (0.12 kg/ha), imazetapir (0.12 kg/ha), imazetapir+pendimetalina (0.048+0.648 kg/ha) y haloxifop (0.21 kg/ha).

Las plantas alcanzan gran tamaño, superando en floración los 160 cm (Figuras 15 y 16).

### ABONADO

Aunque se trata de una leguminosa responde bien al abonado NPK si el suelo es pobre. Posiblemente además existan problemas asociados a la falta de "rizobium" en muchos suelos, por lo que el abonado, o bien la inoculación, se hace imprescindible.

En suelos fértiles y con garantía de inóculo del simbiote no es preciso el abonado.



Foto 50. Inflorescencia de *Psoralea bituminosa*. Foto ivi. Saavedra.

## RECOLECCIÓN

La especie inicia la floración en mayo y continúa durante dos meses emitiendo nuevos tallos, flores y semillas. La mayor parte de las semillas están maduras a principios de julio. Pero es muy dehiscente y van cayendo semillas conforme van madurando. Por otro lado, las plantas tienen un tamaño demasiado grande y los tallos están muy ramificados, por lo que el tránsito entre las líneas de cultivo se hace enormemente dificultoso, haciendo casi imposible la recolección.

Se han probado diversos procedimientos:

- 1 Segado de la planta intacta en un momento estimado como óptimo y trilla posterior. Se producen pérdidas muy importantes de semilla.
- 2 Colocación de mallas entre las líneas de siembra y recolección posterior de semilla caída. No se consigue mucha más semilla debido a que las hormigas se la llevan y es muy dificultoso.
- 3 Corte de la parte superior de la planta a diferentes alturas para conseguir una maduración algo más homogénea. El proceso puede ser útil, pero por sí mismo no resuelve el problema, aunque puede complementar a otros.

Para esta especie se sugiere la conveniencia de hacer previamente una selección genética de las plantas en busca de una floración y maduración más concentrada y una menor dehiscencia.

## COSECHA

El primer año se pueden conseguir, aún con pérdidas muy importantes, en torno a los 50 kg/ha de semilla, y el segundo superar los 400 kg/ha. Si pudieran obtenerse líneas genéticas más apropiadas estas cifras serían superiores.

## POSTCOSECHA

La planta debe ser segada a unos 5-10 cm del suelo en septiembre. Después rebrotará de forma más homogénea, para evitar tallos excesivamente altos y ramificados. El cultivo puede permanecer en el terreno varios años.

## REVEGETACIÓN

### SIEMBRA EN TALUDES

Las siembras en taludes deben hacerse con bastante cantidad de semilla, ya que es de tamaño muy grande y en taludes resulta dificultoso el contacto de la semilla con el suelo. Si hay piedras es bastante probable que parte de las semillas queden sobre ellas y el enraizamiento en el suelo sea imposible. Por ello, al menos es necesario sembrar a razón de 50 kg/ha (350 semillas/m<sup>2</sup>). Con estas dosis la densidad de plantas emergidas suele ser suficiente.

La cobertura inicial en el talud es baja y el desarrollo de las plantas lento. Alcanzan la floración el segundo año, a veces el tercero. Una vez instalada permanece muchos años y se disemina fácilmente hacia las zonas próximas.

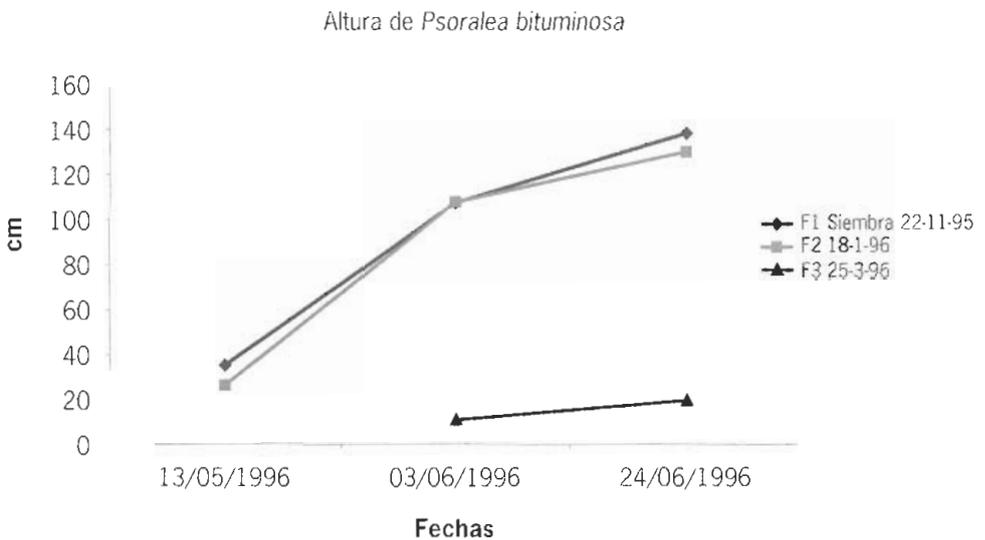


Figura 15. Altura de las plantas de *Psoralea bituminosa* sembradas en diferentes fechas (F1, F2, F3).

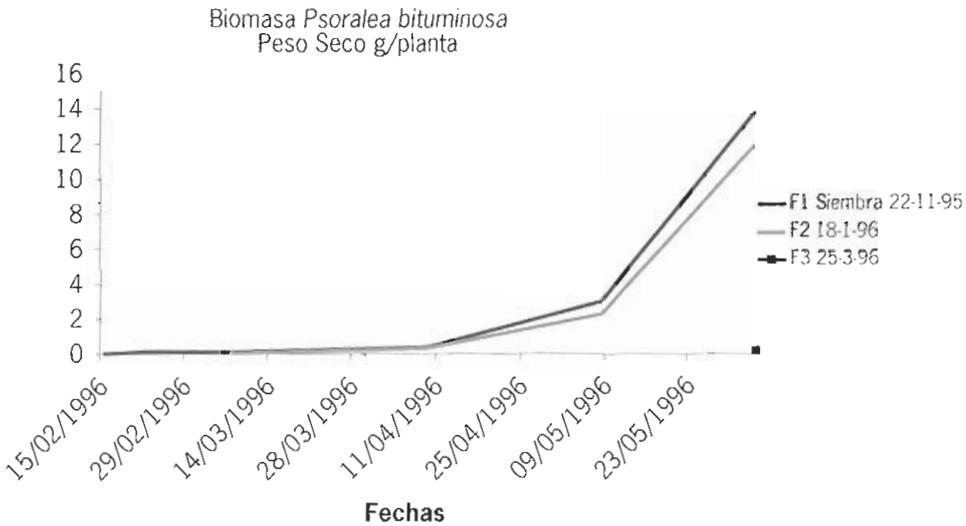
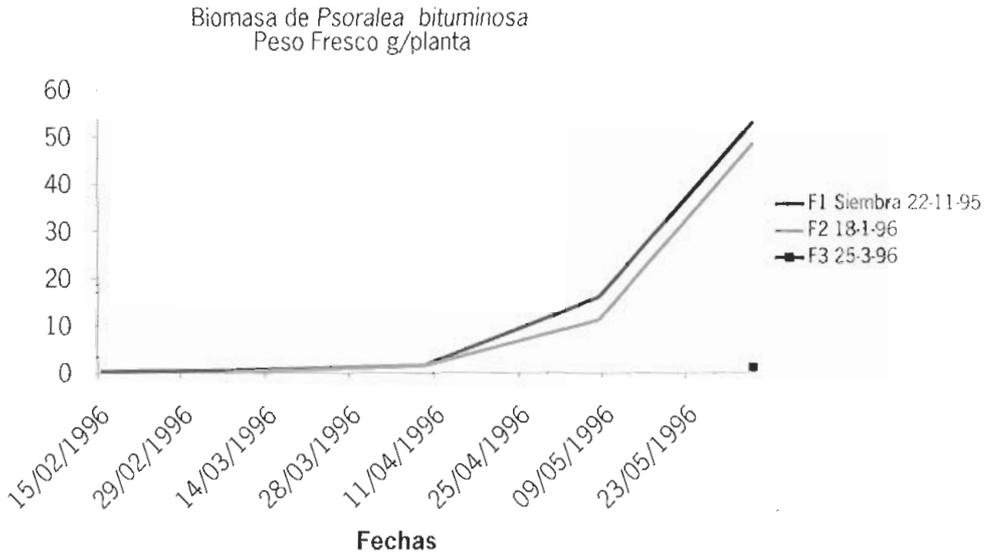


Figura 16. Evolución de la biomasa de *Psoralea bituminosa* sembrada en diferentes fechas (F1, F2, F3).

### 3.9. SANGUISORBA MINOR SCOP.

Familia: *Rosaceae*.

Nombre vulgar: Pimpinela menor.

Esta especie está ampliamente distribuida, aunque no suele formar poblaciones grandes. Prefiere suelos poco alterados, ya que se trata de una planta perenne, tanto en zonas soleadas como humbrías. Las hojas son imparipinnadas, y los folíolos tienen dientes. Los tallos son ramificados y las inflorescencias capítulos de forma globosa, de entre 7 y 25 mm, con pedúnculos largos y con muchas flores pequeñas, verdosas o teñidas de rojo. El fruto es dehiscente, contiene varias semillas y es verrugoso, de unos 2.5-6 mm.

#### SEMILLAS

El órgano de dispersión es el hipantio, conteniendo 3-4 semillas viables.

1000 semillas (1 hipantio tiene 3.7 semillas de media) pesan aproximadamente 6.7 g.

Germina bien a 11 y 18 °C, y prefiere luz. A 18 °C se consigue más de un 40% en 2 semanas.

Emerge durante un periodo muy largo, desde octubre hasta marzo, y en mayor porcentaje si la siembra es en superficie. En cambio enterada más de 2 cm baja mucho la emergencia.



Foto 51. Semilla de *Sanguisorba minor*. Foto S. Sánchez.

#### CULTIVO

##### SIEMBRA

Preparar el suelo sin terrones.

Sembrar en superficie, en líneas separadas 100 cm, sobre suelo mullido, y pasar un rulo ligeramente para que los frutos no sean desplazados en caso de lluvia.

Dosis de 375 semilla/m<sup>2</sup> (aproximadamente 2.5 g/m<sup>2</sup>) proporcionan unas 45-50 plantas/m<sup>2</sup> si la siembra es otoñal, y 32 si se siembra en enero.

La mejor época es otoño temprano, tras las primeras lluvias, porque el desarrollo de las plantas es mucho mejor (Figura 17) y finalmente dará más semilla.

#### **PRÁCTICAS DE CULTIVO**

Es necesario realizar escardas manuales, sobre todo en las primeras fases del desarrollo. No se han ensayado herbicidas.

#### **ABONADO**

No se conocen las necesidades de abonado. En la Vega de Córdoba, sin abonado adicional, se ha desarrollado muy bien.

#### **RECOLECCIÓN**

La especie florece en abril y fructifica en mayo (Figura 18). Los frutos son dehiscentes y la recolección se ha realizado de forma manual, haciendo varias colectas (3 o 4) durante el periodo de maduración. Posiblemente, puesto que la cantidad de semilla que produce es bastante elevada, pueda recolectarse haciendo varias pasadas con aspiradores.



Foto 52. Roseta de *Sanguisorba minor*. Foto M. Saavedra.

## COSECHA

El primer año (sembrando 1500 semillas/m<sup>2</sup>) se han obtenido más de 1500 kg/ha con siembras en octubre, pero solo 377 para siembras a finales de noviembre y 14 para las de enero. El segundo año se observa en las plantas síntomas de envejecimiento, obteniéndose producciones en el rango de los 1000, 500 y 250 kg/ha para las plantas que fueron sembradas en octubre, noviembre y enero respectivamente.



Foto 53. Detalle de inflorescencias y frutos de *Sanguisorba minor*. Foto S. Sánchez.

## POSTCOSECHA

No se realiza ningún mantenimiento posterior a la recolección, solamente mantenerla limpia de hierbas. La planta sobrevive varios años, emitiendo tallos nuevos, y aumentando su tamaño, pero envejece.

No obstante, es posible que la poda de plantas antes de las lluvias de otoño, eliminando los tallos y hojas secas, evite ese envejecimiento de plantas, y sea posible mantenerlas en buenas condiciones productivas durante 4 o 5 años, pero aún no se tiene experiencia de ello.

## REVEGETACIÓN

### SIEMBRA EN TALUDES

Es relativamente fácil de instalar en taludes y permanece muchos años. Debe procurarse no sembrar cuando exista riesgo de tormentas, porque puede ser arrastrada con facilidad. La siembra a 20 kg/ha de semilla se considera suficiente para conseguir una buena densidad de plantas.

El desarrollo de las plantas, a pesar de ser una planta perenne, es relativamente rápido. Florece el primer año y se disemina con relativa facilidad. Para abaratar costes podría sembrarse en zonas localizadas, a partir de las cuales se dispersaría en años posteriores, y revegetar el resto de la superficie con semillas más baratas de otras especies.

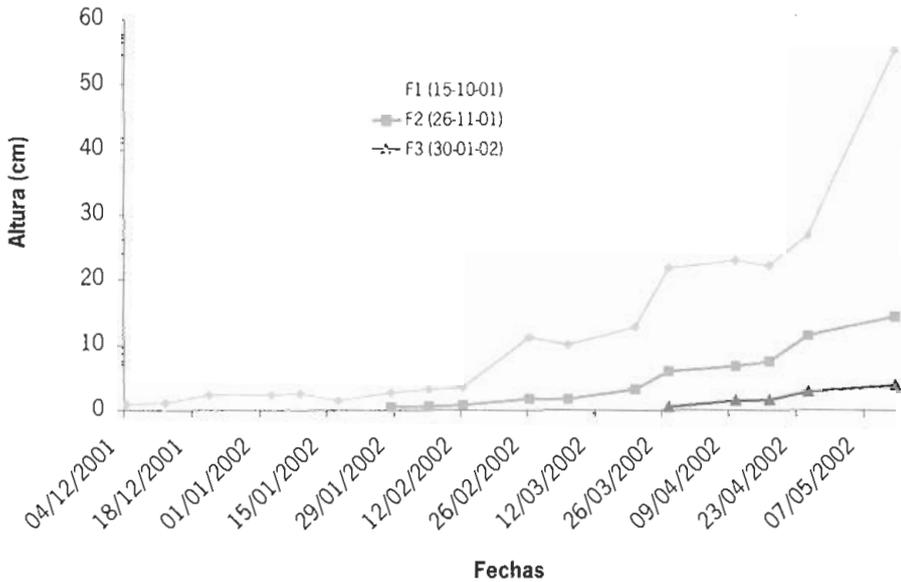


Figura 17. Altura alcanzada por *Sangisorba minor* sembrada en diferentes fechas (F1, F2, F3).

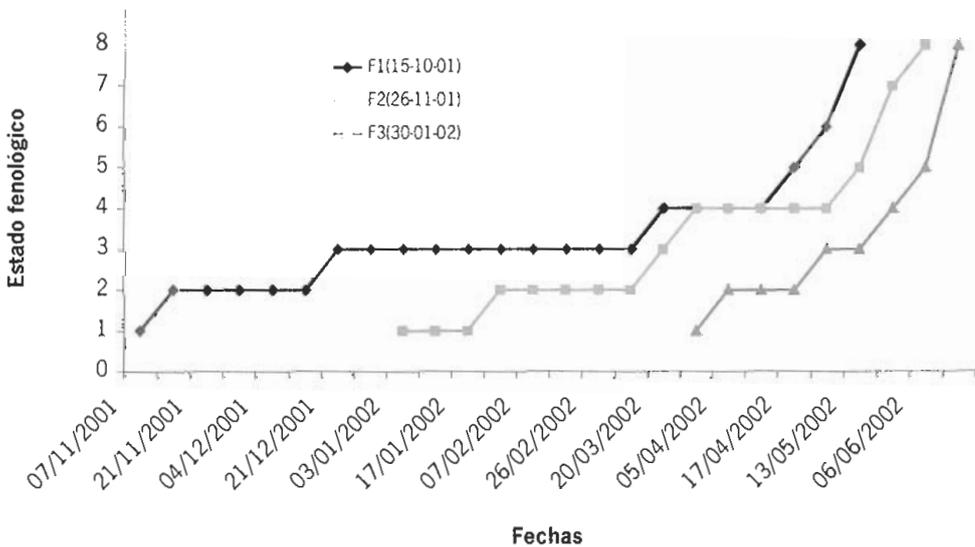


Figura 18. Estado fenológico de *Sangisorba minor* en las diferentes fechas de siembra (F1, F2, F3). Estado fenológico: 1-Plántula con cotiledones, 2-Cotiledones y primeras hojas, 3-Primeras hojas y sin cotiledones, 4-Planta en estado vegetativo, 5-Primeros botones florales, 6-Flores abiertas, 7-Frutos inmaduros, 8-Frutos maduros.

### 3.10. SINAPIS ALBA L.

Familia : *Brassicaceae* (Crucíferas).

Nombre vulgar: Mostaza blanca, jenabe.

Es una especie de distribución muy amplia que prefiere suelos poco compactados. Es abundantísima en muchas zonas del interior de Andalucía.

Es anual herbácea, de 80-120 cm y hasta 150 cm, con hojas grandes divididas y tallos ramificados que terminan en racimos de flores amarillas. Los frutos son sili-cuas con un pico y contienen varias semillas.

#### SEMILLAS

De 2-3.5 mm, pardo amarillenta, a más o menos oscuras, globosas.

1000 semillas pesan aproximadamente 5.25 g.

Germina en un porcentaje muy elevado, pues la semilla prácticamente no tiene laten-cia. La temperatura idónea es entre 18 y 25 °C, consiguiéndose entre 82 y 100 % respectivamente, y no dependiendo de la luz.

Emerge mejor si la siembra es superficial, en torno al 35-45 %, y de forma inme-diata. Si se entierra unos 2 cm baja la emergencia hasta un 22 %, o incluso menos del 10 %.

#### CULTIVO

##### SIEMBRA

Preparar el suelo como para cereales o colza.

Sembrar en superficie, con máquinas normales, a chorrillo.

Dosis de 600 semillas/m<sup>2</sup> (3.15 g/m<sup>2</sup>) dan lugar a emergencias de más de 250-300 plantas/m<sup>2</sup> para siembras



Foto 54. Semilla de *Sinapis alba*. Foto S. Sánchez.

otoñales. Para siembras posteriores se reduce hasta 150 plantas m<sup>2</sup>. Estas dosis pueden ser inferiores si la siembra se hace con máquinas precisas bien reguladas.

La mejor época es otoño, inmediatamente después de las lluvias.

#### **PRÁCTICAS DE CULTIVO**

No precisa de cuidados especiales.

Es una especie que crece rápidamente, alcanzando alturas de 60 cm en solo 2 meses (Figura 19), por lo que compite de forma excelente con las hierbas.



Foto 55. Detalle de la inflorescencia de *Sinapis alba*. Foto M. Saavedra.

#### **ABONADO**

No se han ensayado abonados especiales, pero se han observado mejores crecimientos en suelos fértiles. Se debería abonar de forma similar a la colza, especie que es próxima y cuyo cultivo es muy similar. Como orientación 75-50-50 kg/ha de NPK en suelos de fertilidad baja.

#### **RECOLECCIÓN**

La especie florece muy pronto, en febrero o marzo, cuando la siembra tiene lugar en octubre o noviembre respectivamente. Madura en junio y puede ser recolectada con cosechadora, adaptándola al tamaño de la semilla, que es algo más pequeña que la colza.

#### **COSECHA**

Es una especie muy productiva. Las siembras de otoño, sin abonado adicional, proporcionaron en torno a 700-750 kg/ha, y las de enero unos 270. Estas producciones pueden mejorarse fertilizando correctamente.

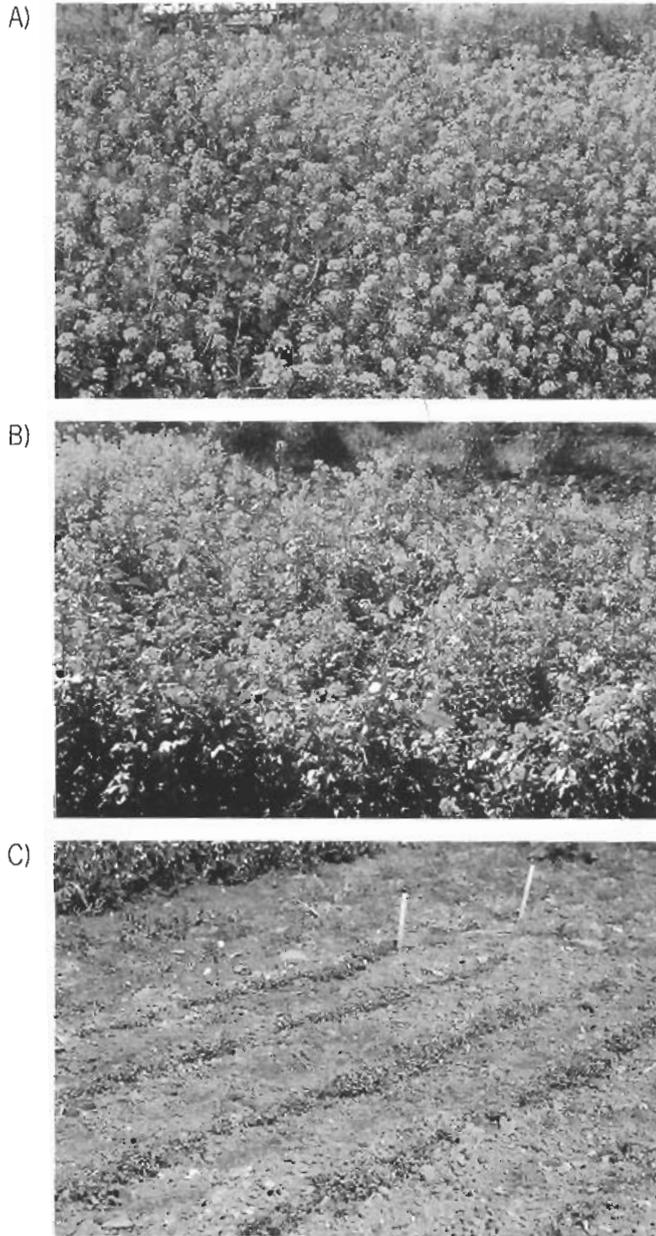


Foto 56. *Sinapis alba* sembrado en terreno de cultivo. El desarrollo es muy rápido cuando se siembra en A) octubre o B) noviembre, frente a siembras más tardías C) en enero. Fotos S. Sánchez, 20 abril.

## POSTCOSECHA

Por tratarse de una especie anual no necesita cuidados. El rastrojo que queda es abundante, y debería picarse, ya que los tallos pueden ser bastante gruesos y dificultar las siembras de otros cultivos posteriores.

## REVEGETACIÓN

### SIEMBRA EN TALUDES

Se instala fácilmente en los taludes de reciente apertura, en suelo no compactado, y se adapta muy bien a diferentes condiciones edafoclimáticas. Las dosis de 25 kg de semilla por hectárea proporcionan buenas coberturas en poco tiempo, ya que su crecimiento es muy rápido, y resulta muy económica. En suelos compactados la instalación es más dificultosa y los resultados más irregulares. El abonado favorece su desarrollo.

La especie es anual y florece y fructifica el primer año. Sin embargo, a lo largo del tiempo tiende a desaparecer del talud, o quedar una población residual, dando paso a otras especies perennes.

Al igual que ocurre con otras crucíferas es idónea para cubrir rápidamente el primer año. Su empleo debe combinarse con otras especies, bien sea en siembras simultáneas, bien a través de siembras posteriores.

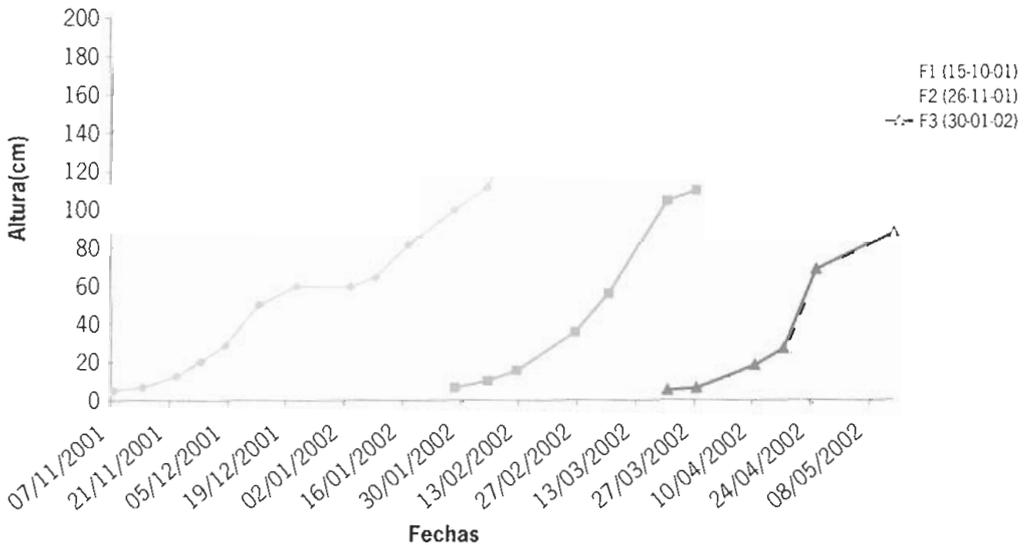
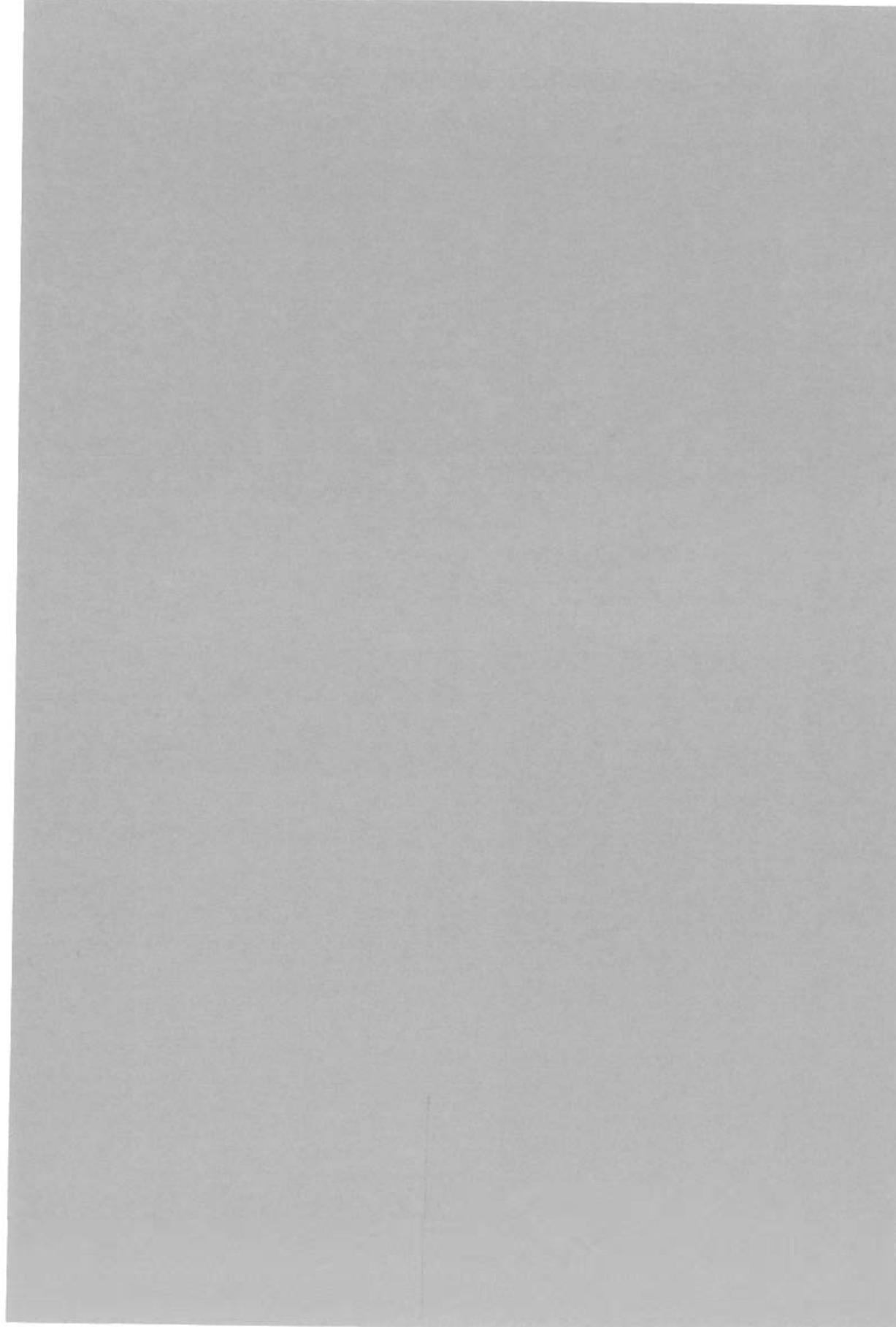


Figura 19. Altura alcanzada por *Sinapis alba* en las diferentes fechas (F1, F2, F3).





**4. UNIDADES DE COSTE  
DE CULTIVO**



## ANEXO 1

### 4. UNIDADES DE COSTES DE CULTIVO

En las tablas que se presentan a continuación hemos recopilado las prácticas de cultivo para cada especie junto con una estimación de las unidades a emplear en cada operación. Se reflejan las prácticas con un índice bajo de mecanización, pues suponemos que un agricultor que inicie el cultivo de estas especies no estará familiarizado ni con las especies ni con el manejo de maquinaria especializada.

Hemos considerado innecesario incluir los valores monetarios, puesto que rápidamente quedan obsoletos. En parcelas pequeñas podríamos estimar que los costes se elevarían sobre los valores habituales un 20-25 %.

Tabla 1. Unidades de costes de cultivo de *Antirrhinum majus*.

Tabla 2. Unidades de costes de cultivo de *Dorycnium pentaphyllum*.

Tabla 3. Unidades de costes de cultivo de *Eruca vesicaria*.

Tabla 4. Unidades de costes de cultivo de *Genista umbellata*.

Tabla 5. Unidades de costes de cultivo de *Moricandia moricandioides*.

Tabla 6. Unidades de costes de cultivo de *Piptatherum miliaceum*.

Tabla 7. Unidades de costes de cultivo de *Plantago albicans*.

Tabla 8. Unidades de costes de cultivo de *Psoralea bituminosa*.

Tabla 9. Unidades de costes de cultivo de *Sanguisorba minor*.

Tabla 10. Unidades de costes de cultivo de *Sinapis alba*.

UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Antirrhinum majus*

AÑO 1	OPERACIÓN	APEROS-PERSONAL	Ud
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	150
	Urea	kg	40
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Fresadora	Tractor + fresadora	1
<b>Siembra</b>	Semilla	kg	2
	Siembra manual	Jornales	10
<b>Mantenimiento</b>	Escaradas manuales	Jornales	25
	Bina interlíneas	Tractor + cultivador	1
<b>Recolección</b>	Recolección manual	Jornales	40
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	1
	Desbrozado	Tractor + desbrozadora	1
	Retirada de restos	Jornales	3
<b>AÑO 2</b>			
<b>Mantenimiento</b>	Escaradas manuales	Jornales	10
	Bina interlíneas	Tractor+cultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	150
	Urea	kg	40
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Escaradas manuales	Jornales	25
<b>Recolección</b>	Recolección manual	Jornales	40
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	1
	Desbrozado	Tractor + desbrozadora	1
	Retirada de restos	Jornales	3

UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Dorycnium pentaphyllum*

AÑO 1	OPERACIÓN	APEROS-PERSONAL	Ud
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	100
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Vibrocultivador	Tractor + cultivador	1
<b>Siembra</b>	Semilla	kg	6
	Siembra	Tractor + s. pratenses	1
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	Jornales	25
	Bina interlíneas	Tractor + cultivador	1
<b>AÑO 2</b>			
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	Jornales	10
	Bina interlíneas	Tractor+cultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	100
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Escardas manuales	Jornales	25
<b>Recolección</b>	Recolección manual	Jornales	40
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	20
	Poda de plantas	Jornales	10
	Retirada de restos	Jornales	3

UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Eruca vesicaria*

AÑO 1	OPERACIÓN	APEROS-PERSONAL	Ud
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	350
	Urea	kg	40
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Fresadora	Tractor + fresadora	1
<b>Siembra</b>	Semilla	kg	7,5
	Siembra	Tractor+sembradora	1
<b>Mantenimiento</b>	Escaridas manuales	Jornales	10
<b>Recolección</b>	Siega + carga	Tractor + segadora	1
	Transporte	Tractor + remolque	1
	Alimentación trilladora	Jornales	2
	Trilla	Trilladora	1
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	2
	Desbrozado	Tractor + desbrozadora	1
	Retirada de restos	Jornales	3

UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Genista umbellata*

<b>AÑO 1</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>APEROS-PERSONAL</b>	<b>Ud</b>
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	100
	Urea	kg	30
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Vibrocultivador	Tractor + cultivador	1
	<b>Siembra</b>	Semilla	kg
	Siembra	Tractor + s. pratenses	1
<b>Mantenimiento</b>	Escaradas manuales	Jornales	25
	Bina interlineas	Tractor + cultivador	1
<b>AÑO 2</b>			
<b>Mantenimiento</b>	Escaradas manuales	Jornales	10
	Bina interlineas	Tractor+cultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	100
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Escaradas manuales	Jornales	25
<b>Recolección</b>	Recolección manual	Jornales	40
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	20
	Poda de plantas	Jornales	10
	Retirada de restos	Jornales	3

UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Moricandia moricandioides*

AÑO 1	OPERACIÓN	APEROS-PERSONAL	Ud
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	500
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Fresadora	Tractor + fresadora	1
<b>Siembra</b>	Semilla	kg	7
	Siembra	Tractor+sembradora	1
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	Jornales	10
<b>Recolección</b>	Siega + carga	Tractor + segadora	1
	Transporte	Tractor + remolque	1
	Alimentación trilladora	Jornales	2
	Trilla	Trilladora	1
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	2
	Desbrozado	Tractor + desbrozadora	1
	Retirada de restos	Jornales	3

UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Piptatherum miliaceum*

AÑO 1	OPERACIÓN	APEROS-PERSONAL	Ud
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	270
	Urea	kg	80
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Fresadora	Tractor + fresadora	1
	<b>Siembra</b>	Semilla	kg
Siembra		Tractor + s. pratenses	1
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	Jornales	25
	Herbicida hoja ancha	MCPA 40%	1
	Herbicida hoja estrecha	isoxabén 50%	0,2
	Aplicación herbicida	Tractor+pulverizador	2
	Bina interlineas	Tractor + cultivador	1
<b>Recolección</b>	Siega + carga	Tractor + segadora	1
	Transporte	Tractor + remolque	1
	Alimentación trilladora	Jornales	2
	Trilla	Trilladora	1
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	1
	Desbrozado	Tractor + desbrozadora	1
	Retirada de restos	Jornales	3
<b>AÑO 2</b>			
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	jornales	10
	Bina interlineas	Tractor+cultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	150
	Urea	kg	40
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Escardas manuales	Jornales	25
	Herbicida hoja ancha	MCPA 40%	1
	Herbicida hoja estrecha	isoxabén 50%	0,2
	Aplicación herbicida	Tractor+pulverizador	2
	<b>Recolección</b>	Siega + carga	Tractor + segadora
Transporte		Tractor + remolque	1
Alimentación trilladora		Jornales	2
Trilla		Trilladora	1
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	1
	Desbrozado	Tractor + desbrozadora	1
	Retirada de restos	Jornales	3

UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Plantago albicans*

AÑO 1	OPERACIÓN	APEROS-PERSONAL	Ud
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Fresadora	Tractor + fresadora	1
<b>Siembra</b>	Semilla	kg	8
	Siembra	Tractor + S. Pratenses	1
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	Jornales	25
	Herbicida	Diurón 80%	2,4
	Aplicación herbicida	Tractor + pulverizador	1
<b>Recolección</b>	Recolección cosechadora	Cosechadora	1
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	1
<b>AÑO 2</b>			
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	Jornales	20
	Herbicida	Diurón 80%	2,4
	Aplicación herbicida	Tractor + pulverizador	1
<b>Recolección</b>	Recolección cosechadora	Cosechadora	1
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	1

UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Psoralea bituminosa*

AÑO 1	OPERACIÓN	APEROS-PERSONAL	Ud
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Fresadora	Tractor + fresadora	1
<b>Siembra</b>	Semilla	kg	50
	Siembra	Tractor + sembradora	1
	Pase de rulo	Tractor + rulo	1
<b>Mantenimiento</b>	Escaridas manuales	Jornales	25
	Bina interlineas	Tractor + cultivador	1
	Herbicida	imazetapir 10%	1,2
	Aplicación herbicida	Tractor + pulverizador	1
<b>Recolección</b>	Recolección manual	Jornales	40
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	1
	Desbrozado	Tractor + desbrozadora	1
	Retirada de restos	Jornales	3
<b>AÑO 2</b>			
<b>Mantenimiento</b>	Escaridas manuales	Jornales	10
	Herbicida	imazetapir 10%	1,2
	Aplicación herbicida	Tractor + pulverizador	1
	Escaridas manuales	Jornales	25
<b>Recolección</b>	Recolección manual	Jornales	80
	Siega + carga	Tractor + segadora	1
	Transporte	Tractor + remolque	1
	Alimentación trilladora	Jornales	2
	Trilla	Trilladora	1
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	1
	Desbrozado	Tractor + desbrozadora	1
	Retirada de restos	Jornales	3

UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Sanguisorba minor*

AÑO 1	OPERACIÓN	APEROS-PERSONAL	Ud
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	100
	Urea	kg	40
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Fresadora	Tractor + fresadora	1
<b>Siembra</b>	Semilla	kg	25
	Siembra	Tractor+sembradora	1
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	Jornales	25
	Bina interlineas	Tractor + cultivador	1
<b>Recolección</b>	Recolección manual	Jornales	50
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	4
AÑO 2			
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	Jornales	10
	Bina interlineas	Tractor+cultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	100
	Urea	kg	40
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Escardas manuales	Jornales	25
<b>Recolección</b>	Recolección manual	Jornales	40
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	1
	Desbrozado	Tractor + desbrozadora	1
	Enterrado de restos	Tractor + grada	1

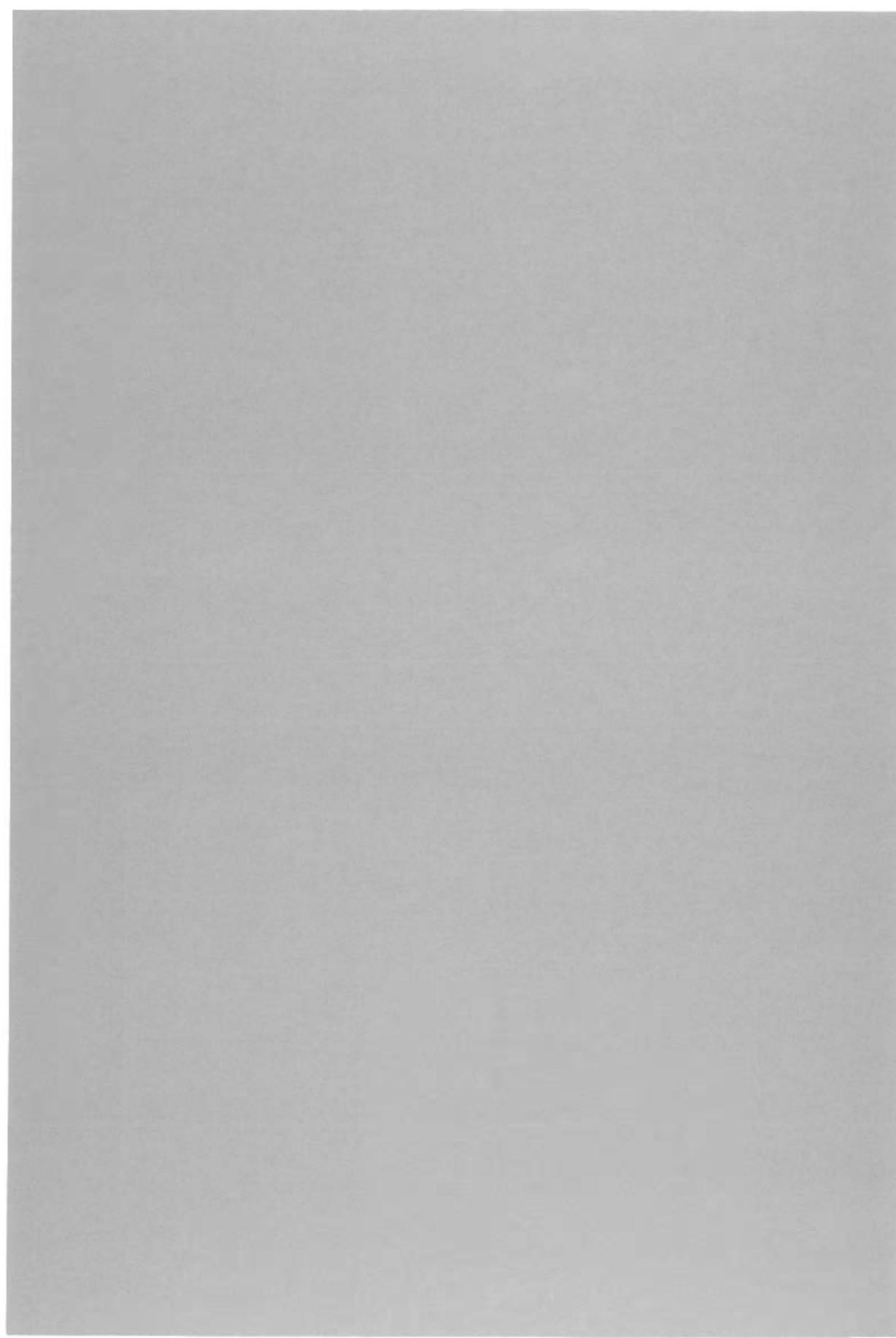
UNIDADES DE COSTES POR HECTÁREA DE CULTIVO DE *Sinapis alba*

AÑO 1	OPERACIÓN	APEROS-PERSONAL	Ud
<b>Preparación suelo</b>	Escarificador	Tractor + escarificador	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	Abono 15-15-15	kg	350
	Urea	kg	50
	Aplicación abono	Tractor + abonadora	1
	Vibrocultivador	Tractor + vibrocultivador	1
	<b>Siembra</b>	Semilla	kg
Siembra		Tractor + sembradora	1
<b>Mantenimiento</b>	Escardas manuales	Jornales	5
<b>Recolección</b>	Siega + trilla	Cosechadora	1
	Transporte	Tractor + remolque	1
<b>Poscosecha</b>	Limpieza de semilla	Jornales	2
	Picado de restos	Tractor + picadora	1





## **5. BIBLIOGRAFÍA**



## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Abrahams, A., Parsons, A.J. y Wainwright, J. (1995). Effects of vegetation change on interrill runoff and erosion, Walnut Gulch, southern Arizona. *Geomorphology*, 37-48.
- Ainley, D.G., Ribic, C.A. y Spear, L.B. (1993). Species-habitat relationships among arctic seabirds: a function of biological factors?. *The Condor*, 95: 806-816.
- Allen, R.B. y Peet, R.K. (1990). Gradient analysis of forests of the Sangre de Cristo Range, Colorado. *Canadian Journal of Botany*, 68: 193-201.
- Andrés, P. y Jorba, M. (2000). Mitigation strategies in some motoway embankments (Catalonia, Spain). *Restoration Ecology*, 8: 268-275.
- Andreu, V., Rubio, J.L. y Cerni, R. (1998). Effects of Mediterranean shrub cover on water erosion (Valencia, Spain). *Journal of Soil and Water Conservation*, 53(2): 112-120.
- Andrews, M., Scott, W.R. y Mckenzie, B.A. (1991). Nitrate effects on pre-emergence growth and emergence percentage of wheat (*Triticum aestivum* L.) from different sowing. *Journal of Experimental Botany*, 244: 1449-1454.
- Angevine, M.W. y Chabot, B.F. (1979). Seed Germination Syndromes in Higher Plants. En O. T. Solbrig y col., *Topics in Plant Population Biology*. Columbia University Press, pp 188-206.
- Arzola, J., González, P.J., Ramírez, J., Vieito, E.L. y Clavel, N. (2000). Efecto de la fertilización orgánica en la producción de semillas de *Andropogon gayanus*, cv CIAT-621 y *Pueraria phaseoloides*, cv. CIAT-9900. Disponible en <http://www.virtualcentre.org/es/enl/BTJ%20Taller/arzolaj.htm>

- Ayerbe-Mateo-Sagasta, L. y Ceresuela-Soria, J.L. (1981). Germinación de especies endémicas españolas. An. INIA. Ser. Forestal, Nº 6: 2-41.
- Baird, J.H. y Dickens, R. (1991). Germination and emergence of Virginia buttonweed (*Diodia virginiana* L.). *Weed Science*. Champaign, Ill. Society of America, 39: 37-41.
- Balaguer, L. (2002). Revisión. Las limitaciones de la restauración de la cubierta. Ecosistemas, nº 1.
- Barrionuevo, M.A. (1996). Guía de plantas. Ecología y precios. O.N.I.V.P. Madrid.
- Bates, J.W. (1992). Influence of chemical and physical factors on *Quercus* and *Fraxinus* epiphytes at Loch Sunart, western Scotland: a multivariate analysis. *Journal of Ecology*, 80: 163-179.
- Bergkamp, G. (1998). Ahierarchical view of the interactions of runoff and infiltration with vegetation and microtopography in semiarid shrublands. *Catena*, 33 (3-4): 201-220.
- Besnier, R. (1990). Semillas, Biología y Tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Bierhuizen, J.F. y Wagenvoort, W.A. (1974). Some aspects of seed germination in vegetables. The determination and application of heatsums and minimum temperature for germination. *Scientia horticultrae*, 2: 213-219.
- Blanco, A. (1998). "Los suelos". En el capítulo de las Plantaciones en la contratación de las infraestructuras viarias. Asociación Técnica de Carreteras. Madrid.
- Blevins, R.L. (1986). Idoneidad del suelo para el laboreo nulo. En: Phillips, R.E. y Phillips, S.H. Agricultura sin laboreo. Principios y aplicaciones. Ed. Bellaterra, S.A. Barcelona. pp 44-68.
- Bodega, J.L., De Dios, M.A. e Iraola, M.M.P. (2003). Sowing date affects yield components of canarygrass seed. *Canadian Journal of Plant Science*, 83 (2): 357-362.
- Bois et Forêts des Tropiques (2002). La Revegetalisation des exploitations minières: L'exemple de la nouvelle Calédonie, Nº 272 (2). p 22.
- Brandt, C.J. (1989) The size distribution of throughfall drops under vegetation canopies. *Catena*, 16, 507-524.

- Braun-Blanquet, J. (1979). Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: ediciones H. Blume. pp, 820.
- Brecke, B.J. (1995). Wild Poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) germination and emergence. *Weed Science*, 43 (1): 103-106.
- Brindle, F.A. (2003). Use of native vegetation and biostimulants for controlling soil erosion on steep terrain. Eighth International Conference on Low-Volume Roads 2003, Vols 1 y 2. *Transportation Research Record*, (1819): 203-209.
- Brochet, E., Rubio, J.L. y Poesen, J. (1998). Relative efficiency of three representative matorral species in reducing water erosion at microscale in a semi-arid climate (Valencia, Spain). *Geomorphology*, 23: 139-150.
- Brofás, G. y Varelides, C. (2000). Hydro-seedind and mulching for establishing vegetation on mining spoils in Greece. *Land Degradation & Development*, 11(4): 375-382.
- Brown, C.S. y Rice, K.J. (2000). The mark of zorro: effects of the exotic annual grass *Vulpia myuros* on California native perennial grasses. *Restoration Ecology*, 8: 10-17.
- Busing, R.T., White, P.S. y Mackenzie, M.D. (1993). Gradient analysis of old spruce-fir forest of the Great Smoky Mountains circa 1935. *Can. J. Bot.* 71: 951-958.
- Cammeraat, L.H. y Imeson, A.C. (1999). The evolution and significance of soil-vegetation patterns following land abandonment and fire in Spain. *Catena*, 37 (1-2): 107-127.
- Cano, I. (2002). Proyecto de recuperación del medio natural en la autovía de Aragón. CN-II tramo Calatayud- Morata de Jalón. Zaragoza. En López Jimeno, C. Ed. Manual de estabilización y revegetación de taludes. Madrid. pp 669-674.
- Cano, A., Álvarez, A. y Montalvo J. (1998). Patrones de diversidad autóctona y exótica de la vegetación de taludes de carreteras del suroeste de Galicia. XIII Bienal De La Real Sociedad Española de Historia Natural. Vigo."Conservación Ambiental". Libro de resúmenes. Colección Congresos nº 10. Servicio de publicaciones, Universidad de Vigo. p 224.
- Cano, A., Loureiro, J., Pérez, M. y Montalvo, J. (1997). Protección y estabilidad ecológica de taludes de carreteras del suroeste de Galicia. V Jornadas de La Asociación Española de Ecología Terrestre. Área de Ecología de la Universidad de Córdoba. p 180.

- Carranza, P. (1993). Demografía y umbrales de competitividad de *Ridolfia segetum* Moris. En la rotación trigo (*Triticum aestivum* L./ girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis doctoral. ETSIA. Universidad de Córdoba. 156 p.
- Casas, B., Montalvez, I., Anduig, L., Gómez-Veliver, A., Villar, J.M., Sanchís, E. y Fos, M. (2002). Revegetación de suelos de naturaleza gipsófila mediante la hidro-siembra de especies arbustivas mediterráneas. VI Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid.
- Casermeiro, M.A., De la Cruz, M.T., Hernando, J., Hernando, M.I.; Molina, J.A, y Sánchez, P. (2002). El papel de los tomillares (*Thymus vulgaris* L.) en la protección de la erosión del suelo. Anales de Biología de la Universidad de Murcia, 24: 81-87.
- Castillo, V.M., Martínez-Mena, M. y Albaladejo, J. (1997). Runoff and soil loss response to vegetation removal in semiarid environment. Soil Science Society of American Journal, 61: 1116-1121.
- Castroviejo S., Lainz, M., López-González, G.; Montserrat, P.; Muñoz-Garmendía, F.; Paiva, J. y Villar, L. Eds. (1986). Vol. I. Lycopodiaceae- Papaveraceae. "Flora Ibérica". Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Real Jardín Botánico, CSIC.
- Castroviejo S., Aedo, C., Cirujano, S., Lainz, M., Montserrat, P., Morales, R., Muñoz-Garmendía, F., Navarro, C., Paiva, J. y Soriano, C. Eds. (1995). Vol. III. Plumbaginaceae-Capparaceae. "Flora Ibérica". Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Real Jardín Botánico, CSIC.
- Castroviejo S., Aedo, C., Gómez-Campo, C., Lainz, M., Montserrat, P., Morales, R., Muñoz-Garmendía, F., Nieto-Feliner, G., Rico, E., Talavera, S. y Villar, L. Eds. (1996). Vol. IV. Cruciferae-Monotropaceae. "Flora Ibérica". Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Real Jardín Botánico, CSIC.
- Castroviejo S., Aedo, C., Cirujano, S., Lainz, M., Morales, R., Muñoz-Garmendía, F., Nieto-Feliner, G. y Paiva, J. Eds. (1997a). Vol. V. Ebenaceae-Saxifragaceae. "Flora Ibérica". Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Real Jardín Botánico, CSIC.
- Castroviejo S., Aedo, C., Benedí, C.S., Lainz, M., Muñoz-Garmendía, F., Nieto-Feliner, G. y Paiva, J. Eds. (1997b). Vol. VIII. Haloragaceae-Euphorbiaceae. "Flora Ibérica". Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Real Jardín Botánico, CSIC.

- Cerdá, A., Garrigós, N. y García-Fayós, P. (2000). Erosión hídrica de semillas en relación con su forma y tamaño. *Edafología*, Vol 7-1: 97-106.
- Chacón, E., Rodríguez-Carrasquel, S. y Chicco, C.F. (2002). Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre el valor nutritivo del Pasto Colorado (*Panicum coloratum*). *Agronomía Tropical*, 21 (6): 495-502.
- Chamorro, L y Sans, F.X. (1999). Factores que afectan a la dinámica del banco de semillas de *Erucastrum nasturtiifolium* en cultivos de secano. En: C. Fernández-Quintanilla, D. Gómez de Barreda, C. Jousseau, F. López, A. Pardo, M.L. Suso y C. Zaragoza. *Actas de la Sociedad Española de Malherbología*. Logroño. pp 133-137.
- Chen, Z., Hsieh, C., Jiang, F., Hsieh, T. y Sun, I. (1997). Relations of soil properties to topography and vegetation in a subtropical rain forest in southern Taiwan. *Plant Ecology*, 132(2): 229-241.
- Chepil, W.S. (1946). Germination of weed seeds. I. Longevity, periodicity of germination, and vitality of seeds in cultivated soil. *Scientific Agriculture*, 26: 307-46.
- Chirino, E., Bellot, J., Bonet, A. y Andreu, J.M. (2003). Efecto de diferentes tipos de cubierta vegetal en el control de la erosión en clima semiárido. SE-España. I Simposio Nacional sobre control de la erosión y degradación del suelo. Madrid. pp: 183-187.
- Claassen, V.P. y Marler, M. (1998). Annual and perennial grass growth on nitrogen-depleted decomposed granite. *Restoration Ecology*, 6 (2): 175.
- Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos de Cataluña (1996). *Consenso en la normativa técnica de hidrosiembras NTJ 08H*.
- Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos de Cataluña (1997). *Suministro de material vegetal. Plantas autóctonas para revegetación NTJ 07V*.
- Consejería de Medio Ambiente (2002). *Borrador del Plan Andaluz de Control de la Desertificación*. Sevilla.
- Coppin, N.J. y Richards, I.G. (Eds.) (1990). *Use of vegetation in Civil Engineering*. CIRIA.

- Costa, J.C., Lozano, R., Aragonés, J., Calvo M.J., Blas, J., Molinillo, A.J. del Pino, J.O. y Santiago, A. (2003). Plan Andaluz de Control de la Desertificación. En: I Simposio Nacional sobre el Control de la erosión y degradación del suelo Madrid. pp 33-40.
- Cox, J.E. y Larson, D.W. (1993). Spatial heterogeneity of vegetation and environmental factors on talus slopes of Niagara Escarpment. *Canadian Journal of Botany*, 71: 323-332.
- Cox, J.R. y Martín, M.H. (1984). Effects of planting depth and soil texture on the emergence of four love grasses. *J. Range Manage*, 37: 204-205.
- De Alba, S. (1998). Procesos de degradación del suelo por erosión en ecosistemas agrícolas de condiciones ambientales mediterráneas en la región Central de España. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- De Andrés, E.F., Alonso-Blázquez, N., Alegre, J. y Tenorio, J.L. (2003). Leguminosas arbustivas silvestres, una alternativa para la recuperación de terrenos degradados y marginales. 1<sup>as</sup> Jornadas de la Asociación Española de Leguminosas. Ed. Consejería de Agricultura y Pesca. Córdoba. pp 5-7.
- Diario de la Universidad de Vigo (2001). El campus universitario se repoblará al año con 6000 árboles de veinte especies. Miércoles 2 mayo.
- Díaz, M. (1994). Granivory in cereal crop landscapes of central Spain: environmental correlates of the foraging impact of rodents, birds, and ants. *Acta Oecologica*, 15 (6): 739-751.
- Diseker, E.G. y Richardson, E.C. (1962). Erosion rates and control methods on highway cuts. *Transaction of the ASAE*, 4 (1): 62-64, 68.
- Domingo, F., Sánchez, G., Moro, M.J.; Brenner, A. y Puigdefabregas, J. (1998). Measurement and modelling of rainfall interception by three semi-arid canopies. *Agricultural and Forest Meteorology*, 91: 275-292.
- El Comercio (2003). La invasión de 'plumeros' por viales amenaza el ecosistema asturiano. Domingo 28 de diciembre. p 28.
- Favaretto, N., De Moraes, A., Motta, A.C.V. y Prevedello, B.M.S. (2000a). Effect of revegetation and of fertilization of degraded area on soil fertility and on characteristics of straw mulch. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 35(2): 289-297. Portugal.

- Favaretto, N., De Moraes, A., Motta, A.C.V. y Prevedello, B.M.S. (2000b). Effect of revegetation and of fertilization of degraded area on production of dry matter and on nutrient uptake. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 35(2): 299-306. Portugal.
- Francis, C.F. y Thornes, J.B. (1990). Runoff Hydrographs from three Mediterranean Vegetation Cover Types. En Thornes, J.B. (ed.), *Vegetation and erosion*: 363-382. Ed. John Wiley & sons. London.
- Font-Quer, P. (1977). *Diccionario de botánica*. Ed. Labor, S.A.
- Fos, M., Montávez, I., Mellado, B., Pérez-Devesa, M.A. y Sanchís, E. (2001). Efecto de la época de siembra en ensayos de revegetación con especies arbustivas mediterráneas. III Congreso Forestal Español. Granada. pp 78-84.
- Galán-López, R. (1996). III Jornadas de trabajo sobre utilización de geosintéticos en Ingeniería rural. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Gallat, F. y Llorens, P. (1994). Papel de los cultivos de montaña y su abandono en la economía del agua. En: *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. Eds.: J. M. García Ruiz y T. Lasanta. Sociedad Española de Geomorfología, Zaragoza. pp 43-55.
- García, C., Hernández, T., Costa, F. y Barahona, A. (1996). Organic matter characteristics and nutrient content in eroded soils. *Environmental Management*, 20: 133-141.
- García-Rollán, M. (1980 y 1983). "Claves de la Flora de España". Vol. I y II. Mundi-Prensa, Madrid.
- Gardner, F., Brent, R. y Mitchell, R. (1985). *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press: AMES. First edition 327 p.
- Gelbard, J.L. y Belnap, J. (2003). Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape. *Conservation Biology*, 17 (2): 420-432.
- Graffelman, J. y Tuft, R. (2003). Site scores and conditional biplots in canonical correspondence analysis. *Environmetrics*, 14.
- Gray, D.H. y Sotir, R.B. (1996). *Biotechnical and soil Bioengineering slope stabilization*. New York. John Wiley y Sons, Inc. p 378.

- Guerrero, J. (1998). Respuestas de la vegetación y de la morfología de las plantas a la erosión del suelo. Valle del Ebro y Prepirineo Aragonés. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza.
- Guidao-Cruz-Ruggiero, P., Bataiha, M.A., Regina-Pivello, V. y Tadeu-Meirelles, S. (2002). Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savana) and semi-deciduous forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecology*, 160 (1): 1-16.
- Gyssels, G. y Poesen, J. (2003). The importance of plant root characteristics in controlling concentrated flow erosion rates. *Earth Surface Processes and Land-Forms*, 28: 371-384.
- Haigh, M.J. (1987). Roadbank sediment yield in Central Oklahoma. *Processus et mesure de l'érosion*. Ed: du CNRS: 221-227.
- Hernández-Bermejo, J.E. y Clemente, M. (1994). Protección de la flora en Andalucía. Junta de Andalucía, Conserjería de Medio Ambiente. p 217.
- Hidalgo, B. (1982). Aportación al conocimiento de la fenología de las comunidades arvenses en la campiña de Córdoba. Tesina de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- Hidalgo, B. (1988). Estudio cuantitativo de las comunidades arvenses en los cultivos de secano de la provincia de Córdoba. Tesis doctoral, ETSIA. Universidad de Córdoba. pp 221.
- Hill, M.O. (1979). TWINSPAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of individuals and attributes. Cornell University Ithaca, N. Y. p 90.
- Hossner, L.R. y Hons, F.M. (1992). Reclamation of Mine Tailings. In: *Advances in Soil Science, Vol.17: Soil Restoration*. Ed. By Lal R. y Stewart B.A. Springer-verlag, N Y. pp 313-350.
- Ibañez, J.J., Jiménez-Ballesta, R. y Conde, P. (2003). Degradación de suelos por efecto antrópico en la región Mediterránea. En: *I Simposio Nacional sobre el Control de la Erosión y Degradación del Suelo* Madrid. pp: 17-21
- Ibañez, R., López, F., Hederá, A. y Rodés, D. (1995). Hidrosiembras en taludes de carreteras: éxito de la restauración a lo largo del tiempo. *III Simposio Nacional sobre Carreteras y Medio Ambiente*. Pamplona. pp 731-740.

- ICONA (1987-1991). Mapas de estados erosivos. (Varias cuencas). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Kielhorn, K.H., Keplin, B. y Hüttli, R.F. (1999). Ground beetle communities on reclaimed mine spoil: Effects of organic matter application and revegetation. *Plant and Soil*, 213 (1-2): 117-125.
- King, C.A. y Oliver, L. R. 1994. A model for predicting large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) emergence as influenced by temperature and water potential. *Weed Science* 42 (4): 561-567.
- Kitchen, S.G. y Monsen, S.B. (1994). Germination rate and emergence success in blue-bunch wheatgrass. *J. Range Management*, 47: 145-150.
- Kropff, M., Wallinga, J. y Lotz, L.A.P. (1996). Weed population dynamics. En: H. Brown, G. W. Cussans, D. Devine, S.O. Duke, C. Fernández-Quintanilla, A. Helweg, R.E. Labrada, M. Landes, P. Kudsk y J. C. Streibig. *Pro. Second International Weed Control Congress. Volume I. Copenhagen.* pp 3-14.
- Kumar, R., Ambast, R.S., Srivastava, A.K. y Srivastava, N.K. (1996). Role of some riparian wetland plants in reducing erosion of organic carbon and selected cations. *Ecological Engineering*, 6 (4): 227-239.
- Lang, R.D. y McCaffrey L.A.H. (1984). Ground cover : its effects on soil loss from grazed runoff plots, Gunnedah. *Journal of the Soil Conservation Service NSW*, 40: 56-61.
- Leck, M.A., Parker, V.T. y Simpson, R.L. (1989). *Ecology of soil seed banks.* Academic Press London. p 462.
- Li, X-R., Zhou, H-Y., Wang, X-P., Zhu, Y-G. y O'Conner, P.J. (2003). The effects of sand stabilization and revegetation on cryptogam species diversity and soil fertility in the Tengger Desert, Northern China. *Plant and Soil*, 251 (2): 237-245.
- López-Bermúdez, F. y Albadalejo, J. (1990). Factores ambientales de la degradación del suelo en el área Mediterránea. En: Albadalejo, J., Stocking, M.A. y Díaz, E. (Ed.): *Degradación y regeneración del suelo en condiciones ambientales Mediterráneas*, CSIC-CEBAS, Murcia. pp 15-45.
- López-Encina, C. y Simón-Pérez, E. (2001). *Revegetación con especies vegetales micropopagadas.*

[www.ciencias.uma.es/encuentros/ENCUENTROS58/revegetacion](http://www.ciencias.uma.es/encuentros/ENCUENTROS58/revegetacion).

- López-Jimeno, C. (2002). Manual de estabilización y revegetación de taludes. Ed. C. López Jimeno, Madrid.
- Lyon, J. y Sagers, C.L. (1998). Structure of herbaceous plant assemblages in a forested riparian landscape. *Plant Ecology*, 138 (1): 1-16.
- Lyon, J. y Sagers, C.L. (2003). Correspondence analysis of functional groups in a riparian landscape. *Plant Ecology*, 164 (2): 171-183.
- Machado-Carrillo, A. (2001). Restauración Ecológica: una introducción al concepto. *Revista de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno Canario*. Nº 21.
- Marchiol, L., Mondini, C., Leita, L. y Zerbi, G. (1999). Effects of Municipal Waste Leachate on seed germination in soil-compost mixtures. *Restoration Ecology* 7 (2) 155.
- Martínez-Alonso, C. y Valladares, F. (2002). Análisis ecológico de las medidas de revegetación de taludes aplicadas en la Autopista de La Costa del Sol (Málaga). I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. Madrid. pp 1547-1559.
- Martínez-Ruiz, C., Fernández—Santos, B. y Gómez-Gutiérrez, J.M. (2001). Papel de la Hidrosiembra en la revegetación de Escombreras mineras. II Semana de Evaluación de Impacto Ambiental. Comunicación.
- Mataix-González, C. (2002a). Selección de especies vegetales y técnicas de implantación. En López Jimeno, C. (Ed.) Manual de estabilización y revegetación de taludes, pp 613-620. Madrid.
- Mataix-González, C. (2002b). Técnicas de bioingeniería en el tratamiento de taludes. En López Jimeno, C. (Ed.) Manual de estabilización y revegetación de taludes, pp 557-593. Madrid.
- McCabe, O.M. y Otte, M.L. (2000). The wetland grass *Glyceria fluitans* for revegetation of metal mine tailings. *Wetlands*, 20 (3): 548-559.
- McDougall, K.L. (2001). Colonization by alpine native plants of a stabilized road verge on the Bogong High Plains, Victoria. *Ecological Management & Restoration*, 2 (1): 47-52.

- Mczencie, R.E., Heinrichs, D.H. y Anderson, L.J. (1996). Maximum depth of seeding right cultivated grasses. *Sci. Agric.*, 26: 426-431.
- Médial, F. y Quézel, P. (1997). Host-spots análisis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84: 112-127.
- Mellado, B., Fos, M., Sanchís, E. y Montávez, I. (1999). La revegetación, una lucha eficaz contra la erosión. *Arquitectura del Paisaje*, 64:35-36.
- Moffet, D. y Tellier, M. (1997). Uptake by Radioisotopes by Vegetation Growing on Uranium Tailings. *Canadian Journal of Soil Science*, 57: 417-424.
- Mohler, C.L. (2001). Weed life history: identifying vulnerabilities. pp.60. Citado en: *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Ed. Matt Liebman, Charles L. Mohler y Charles P. Staver. Cambridge.
- Montalvo, A.M., McMillan, P.A. y Allen, E.B. (2002). The relative importance of seeding meted, soil ripping, and soil variables on seeding success. *Restoration Ecology*, 10 (1): 52.
- Montoro, J.A., Rogel, J.A., Querejeta, J., Díaz, E. y Castillo, V. (2000). Three hydro-seeding revegetation techniques for soil erosion control on anthropic sep slopes. *Land Degradation & Development*, 11 (4): 315-325.
- Morgan, R.P.C. (1991). Erosion and soil conservation. Curso de Agricultura sostenible. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. Apuntes.
- Morgan, R.P.C.; Quiton, J.N.; Rickson, R.J. (1994). Modelling methodology for soil erosion assessment and soil conservation desing: The EURO-SEM approach. *Outlook in Agriculture*, 23: 5-9.
- Morgan, R.P.C. y Rickson, R.J. (eds) (1995). *Slope Stabilization and Erosion Control. A Bioengineerig Approach*. E y FN Spon, Londres.
- Mosquera-Losada, M.R., Rigueiro-Rodríguez, A. y López-Díaz, M.L. (2001). Effects of sowing and fertilization with sewage sludge in a sylvopastoral system with pine trees in acid soils in the mountains of Galicia, north-west Spain. *Agroforestry Systems*.

- Mosquera-Losada, M.R., Rigueiro-Rodríguez, A., Villarino-Urtiaga, J.J., López-Díaz, M.L. y García-Almeneiro, N. (2003). Efecto de la Fertilización y de la Especie Forestal sobre la Producción y Composición Botánica del Pasto establecido en Sistemas Silvopastorales Gallegos. Conserjería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Murguía, L. (2002). Obras de consolidación y protección contra los desprendimientos en el funicular de la Santa Cova en Montserrat. En López Jimeno, C. Ed. Manual de estabilización y revegetación de taludes. pp 636-644. Madrid.
- Mutz, J.L. y Scifres, C.J. (1975). Soil texture and planting depth influence bufelgrass emergence. *J. Range Manage*, 28: 222-226.
- Muzzi, E., Roffi, F., Siritti, M. y Bagnaresi, U. (1998). Revegetation techniques on clay soil slopes in northern Italy. *Land Degradation & Development*, 8: 127-137.
- Nakamura, A., Proctor, H. y Catterall, C.P. (2003). Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. *Ecological Management & Restoration*, 4 (1): S20.
- Natera, C., Saavedra, M. y Pastor, M. (1990). Características de la especie *Plantago albicans* L. para su utilización como cubierta vegetal viva del suelo. Actas de la Reunión de la Sociedad Española de Malherbología, 207-212.
- Navarro-Hevia, J. y Jonte-Lastra, M. (1996). La erosión hídrica en los desmontes de la N-610 y N-611 en la circunvalación de la ciudad de Palencia. *Rutas*, 54 (II): 35-42.
- Newman J.G. y Redente, E.F. (2002). Long- Term Plant Community Development as Influenced by Revetation Techniques. *Journal of Range Management* 54: 717-724. Colorado.
- Ochoa, M.J. , Zaragoza, C. y Aibar, J. (1989). Algunas consideraciones sobre *Chloris gayana* Kunth como especie arvense. Proc. 4th EWRS Mediterranean Symposium. Valencia, II, 134-140.
- Pannangpetch, K. y Bean, E. W. (1984). Effects of temperature on germination in populations of *Dactylis glomerata* from Nw, Spain and Central Italy. *Annals of Botany* 53, 633-639.

- Paschke, M.W., DeLeo, C. y Redente, E.F. (2000). Revegetation of roadcut slopes in Mesa Verde National Park, U.S.A. *Restoration Ecology*, 8 (3): 276.
- Peiró-Abril, G. (1993). Protección de taludes por hidrosiembra. Generalitat Valenciana. Conselleria D'Agricultura I Pesca.
- Pemadasa, M.A. y Lowell, P.H. (1975). "Factors controlling germination of some dune annuals". *J. Ecol.*, núm. 63: 41-49.
- Pérez-García, F. y Pita-Villamil, J.M. (1999). Dormición de semillas. Hojas divulgadoras núm. 2103HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, p 14.
- Picó, R. y Retana, J. (2000). Temporal variation in the female components of reproductive success over the extended flowering season of a Mediterranean perennial herb. *Oikos*, 89: 485-492.
- Piedrahita, C.E. (1991). Ecología fisiológica de semillas: naturaleza y relaciones (revisión bibliográfica). Medellín: Universidad nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 100 p.
- Pinaya, I, Soto, B., Arias, M. y Diaz-Fierros, F.(2000). Revegetation of burnt areas: Relative effectiveness of native and commercial seed mixture. *Land Degradation & Development*, 11 (1): 93-98.
- Pita-Villamil, J. M. y Pérez-García, F. (1989). Dormición en semillas. Monografías 127. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, p 120.
- Pita-Villamil, J. M. y Pérez-García, F. (1998). Germinación de semillas. Hojas divulgadoras Núm. 2090HD, p 10.
- Puigdefábregas, J. (1996). El papel de la vegetación en la conservación del suelo en ambientes semiáridos. En T. Lasanta y J. M. García Ruíz (eds). *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. pp 79-88. Instituto de Estudios Riojanos y Sociedad Española de Geomorfología. Logroño.
- Pujadas-Salvá, A. (1986). Flora arvense y ruderal de la provincia de Córdoba. Tesis doctoral, ETSIA. Universidad de Córdoba. pp 629.
- Reid, L.M. y Dunne, T. (1984). Sediment production from forest road surfaces. *Water Resources Research*, 20, 11: 1753-1761.
- Reid, L.M. y Dunne, T. (1984). Sediment production from forest road surfaces. *Water Resources Research*, 20, 11: 1753-1761.

- Reglamento (CE) Nº 1257/1999 del Consejo de 17 de mayo de 1999 sobre la ayuda al desarrollo rural del FEOGA y por el que se modifican y derogan determinados Reglamentos. DOCE L 160/80 del 26-6-1999.
- Ribera, D., Labrot, F., Tisnerat, G. y Narbonne, J.F. (1996). Uranium in the Environment: Occurrence, Transfer and Biological Effects. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 146: 53-89.
- Rolston, M.P. (1978). Water impermeable seed dormancy. *The Botanical Review*, 44 (3): 365-396.
- Roundy, B.A., Winkel, V.K., Cox, J.R., Dobrenz, A.K. y Teowolde, H. (1993) Sowing depth and soil water effects on seedling emergence and root morphology of three warm-season grasses. *Agronomy Journal*, 85 (5): 975-982.
- Saavedra, M. (1987). Estudio de las Comunidades de flora arvense en el Valle Medio del Guadalquivir. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. p: 207.
- Saavedra, M. (1995). Introducción al cultivo de especies herbáceas autóctonas para revegetación. *Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, pp 147-151.
- Sattaur, O. (1989). Grass grows into a hedge against erosion. *New Scientist*. pp 38-39.
- Savé, R. y Cabot, P. (2001). La revegetación: Aspectos ecofisiológicos y productivos (The revegetation: some ecophysiological and productive aspects). IRTA. Barcelona.
- Schipper, L. A., Clarkson, B.R., Vojvodic-Vukovic, M. y Webster, R. (2002). Restoring cut-over restiad peat bogs: A factorial experiment of nutrients, seed and cultivation.. *Landcare Research NZ Ltd, Private Bag 3127, Hamilton, New Zealand, Vol 19: 29-40.*
- Serrada-Hierro, R. (1995). *Apuntes de Repoblación Forestal*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. 378p.
- Serrano-Pedraza, P.A. y Gómez-Prieto, R. (2002). Métodos de estabilización de taludes en suelos. En López Jimeno, C. (Ed.) *Manual de estabilización y revegetación de taludes*, pp 151-244. Madrid.

- Shanmuganathan, V. y Benjamin, L. R. (1992). The influence of sowing depth and seed size on seedling emergence time and relative growth rate in spring cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). *Annals of Botany*, 69 (3): 273-276.
- Shaw, D.R., Mack, R.E. y Smith, C.A. (1991). Redvine (*Brunnichia ovata* (Walt) Shinners) germination and emergence. *Weed Science*, 39 (1): 33-36.
- Soriano, M.D., Lloret, I., Laborda, R. y Pons, V. (2001). Soil degradation in mountain areas with abandonment of agricultural practices in the north of Alicante (Spain). Assessment and conservation. I World Congress on Conservation Agriculture. Madrid.
- Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. (1960). Analysis of variance II: Multiway classification. En: Principles and procedures of Statistics. Magraw-Hill. Book company, INC. London. p 157.
- Sternberg, M. y Shoshany, M. (2001). Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations: Comparison of a semiarid and an arid site in Israel. *Ecological Research*, 16 (2): 335-345.
- Streever, W.J., McKendrick, J., Fanter, L., Anderson, S.C., Kidd, J. y Portier, K.M. (2003). Evaluation of percent cover requirements for revegetation of disturbed sites on Alaska's North Slope. *ARTIC*, 56 (3): 234-248.
- Suárez de Castro, F. (1965). Conservación de Suelos. 2ª edición. Instituto del libro. La Habana, Cuba. p:32
- Sudharsan, C., AboEl-Nil, M. y Hussain, J. (2003). Tissue culture technology for the conservation and propagation of certain native plants. *Journal of Arid Environments*, 54 (1): 133-147.
- Symonides, E. (1998). Population dynamics of annual plant. En: A. J. Davy, M.J. Hutchings y A. R. Watkinson (eds.). *Plant Population Ecology*. Proceeding of the 28<sup>th</sup> Symposium of the British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp 221-248.
- ter Braak, C.J.F. (1986). Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179
- ter Braak, C.J.F. (1987). The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio*, 69: 69-77.

- Thornes, J.B. (1985). The ecology of erosion. *Geography*, 70 (3), 222-36.
- Tormo, J., Bochet, E., García-Fayos, P. (2003). Selección de especies para la revegetación de taludes de carreteras en ambientes mediterráneos mediante siembras experimentales. I Simposio Nacional sobre Control de la Erosión y Degradación del Suelo. Madrid. pp 219-221.
- Townsend, C.E. (1992). Seedling emergence of yellow-flowered alfalfa influenced by seed weight and planting depth. *Journal of the American Society of Agronomy*, 84 (5): 821-826.
- Tutin T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.H. y Webb, D.A. (1964). "Flora Europaea" Vol. I. Lycopodiaceae to Platanaceae. Cambridge University Press.
- Tutin T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.H. y Webb, D.A. (1968). "Flora Europaea" Vol. II. Rosaceae to Umbelliferae. Cambridge University Press.
- Tutin T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A.; Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.H. y Webb, D.A. (1972). "Flora Europaea" Vol. III. Diapensiaceae to Myoporaceae. Cambridge University Press.
- Tutin T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.H. y Webb, D.A. (1976). "Flora Europaea" Vol. IV. Plantaginaceae to Compositae (and Rubiaceae). Cambridge University Press.
- Tutin T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.H. y Webb, D.A. (1980). "Flora Europaea" Vol. V. Alismataceae to Orchidaceae. Cambridge University Press.
- Unidad Docente de Planificación y Proyectos; Departamento de Proyectos y Planificación Rural; Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (1995). Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales. Tomo III el Proyecto de Restauración II. Cursos de Formación. 232 pp.
- Valdés B., Talavera S. y Fernández-Galiano E. (1987). "Flora Vasculare de Andalucía Occidental". Vol. I, II y III. Ketres editora S.A. Barcelona.
- Vleeshouwers, L.M. (1997). Modelling the effect of temperature soil penetration resistance, burial depth and seed weight on pre-emergence growth of weeds. *Annals of Botany*, 79 (5) p 553-563.

Werker, E. (1980/81). Seed dormancy as explained by the anatomy of embryo envelopes. *Israel Journal Botany*, 29: 22-24.

Ye, Z.H., Wong, J.W.C., Wong, M.H., Baker, A.J.M., Shu, W.S. y Lan, C.Y. (2000). Revegetation of Pb/Zn mine tailing, Gundong Province, China. *Restoration Ecology*. 8 (1): 87-92.

Ziegler, A.D., Warren, S.D., Lyman-Perry, J. y Giambelluca, T. W. (2000). Reassessment of Revegetation Strategies for Kaho'olawe Island, Hawai'i. *Journal of Range Management*, 53: 106-113.

<http://www.aiqb.es>. Página web de la asociación de industrias químicas básicas.

<http://www.bonterraiberica.com>. Página web de comercial BonTerra Ibérica. Información técnica.

<http://www.ecomul.com>. Página web de ECOMUL SAC. Consultores y Asesores ambientales.

<http://www.fundacionglobalnature.org>. Página web de Fundación Global Nature.

<http://www.hidroverde.com> Página web comercial Hidroverde. Información técnica.



## **6. ADVERTENCIA**

El uso de productos fitosanitarios, ya sean herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc. debe estar legalmente registrado y autorizado para estos cultivos.



AGRICULTURA

GANADERÍA

PESCA Y ACUICULTURA

POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIAS

FORMACIÓN AGRARIA

CONGRESOS Y JORNADAS

R.A.E.A.

ISBN 848474183-4



9 788484 741831

P.V.P.: 10 €



JUNTA DE ANDALUCÍA

*Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera  
Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa  
Consejería de Agricultura y Pesca*