

# ESTIMACIÓN DE LOS FILTROS ECOLÓGICOS QUE CONTROLAN LA COLONIZACIÓN DE TALUDES DE CARRETERA A PARTIR DEL ESTUDIO DEL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO

BEATRIZ ALBORCH<sup>1</sup>, PATRICIO GARCÍA-FAYOS<sup>2</sup> Y ESTHER BOCHET<sup>3</sup>

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la importancia relativa de los factores o filtros que controlan el desarrollo de la flora espontánea de los taludes de carretera a partir del estudio del banco de semillas del suelo.

Partimos de la hipótesis que existen dos filtros que determinan qué especies de las que están presentes alrededor de los taludes, y que denominaremos «flora de referencia», son capaces de instalarse y expandirse en los taludes y formar por tanto lo que denominaremos la «flora espontánea» del talud.

Los dos posibles filtros son, por un lado, el que selecciona la presencia de semillas en el talud y que depende de la capacidad de dispersarse las semillas desde las áreas colindantes y de su resistencia al arrastre por erosión hídrica. Y, por otro lado, el segundo filtro que condiciona la germinación de las semillas y establecimiento posterior de las plantas en las adversas condiciones de los taludes.

Los resultados obtenidos de la comparación de la composición florística de las floras de referencia, espontánea y del banco de semillas del suelo apuntan a que el primer filtro, el de la dispersión de las semillas, es menos importante en determinar la composición florística de taludes de carretera que el segundo filtro, el de la germinación y desarrollo de las plantas.

**Palabras clave:** colonización, dispersión, germinación, banco de semillas, taludes de carretera, índice de similitud de Sørensen.

---

<sup>1</sup> Escuela Politécnica Superior de Gandía. Carretera Natzarret-Oliva, s/n. 46730 Grau de Gandía. España.  
E-mail: bealborch@eresmas.com

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones sobre Desertificación. Apartado Oficial. 46470 Albal (Valencia).  
E-mail: patricio@uv.es

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones sobre Desertificación. Apartado Oficial. 46470 Albal (Valencia).  
E-mail: esther.bochet@uv.es

Recibido: 17/02/2003.

Aceptado: 21/05/2003.

## SUMMARY

Estimation of the ecological filters that control motorway slope colonization by studying the Soil Seed Bank

The soil seed bank of motorway slopes was studied in order to determine the relative importance of the factors or filters that control plant colonization on these slopes.

We hypothesize that there are two filters that determine what species of the surrounding vegetation (reference flora) are able to establish and expand on the motorway slopes and give rise to the «spontaneous flora» of the slopes.

The first hypothetical filter that depends on the capacity of seeds to disperse and resist to water and wind remotion would be responsible for the selection of seeds able to reach the motorway slopes, whereas the second filter would affect seed germination and plant establishment on slopes.

The results obtained comparing the floristic composition of the reference flora, the spontaneous flora and the soil seed bank using Sørensen's similarity index indicate that the first filter related to seed dispersion is less important in determining the floristic composition of the motorway slope vegetation than the second filter which influences seed germination and plant growth on slopes.

**Key words:** colonization, seed dispersal, germination, soil seed bank, motorway slopes, Sørensen's similarity index

## INTRODUCCIÓN

Cuando se realizan obras públicas, como pueden ser las autovías, es inevitable producir un impacto medioambiental y un deterioro del ecosistema en el que se está actuando. Así, en el caso de la construcción de taludes, se produce la eliminación total de la cubierta vegetal, dejando sin protección al suelo y acelerando los procesos de erosión y degradación del suelo (ANDRÉS & ZAPATER 1996, BALAGUER 2002). En los taludes la escorrentía y la pérdida de suelo son aún más intensas que en los suelos pre-existentes debido a la elevada pendiente que los caracteriza, lo que favorece la formación de surcos y regueros y condiciona fuertemente el tipo de vegetación que puede instalarse en esos ambientes (BOCHET & GARCÍA-FAYOS 2001; ANDRÉS & JORBA 2000).

En estas situaciones se hace necesario, por tanto, restaurar la cubierta vegetal con la finalidad de frenar los procesos erosivos que se dan en

los taludes y estabilizar de esta forma el suelo (VALLEJO 1996; BALAGUER 2002).

Sin embargo, existe un cierto escepticismo sobre la efectividad de las medidas de revegetación de taludes realizadas en vías de comunicación, minería, etcétera de acuerdo con los resultados obtenidos hasta ahora (ANDRÉS & ZAPATER 1996). Este escepticismo es todavía más acusado en lugares de clima como el del este y sudeste de la Península Ibérica con sequías frecuentes, elevado estrés hídrico, y lluvias intensas en el otoño que causan pérdidas de suelo muy altas (LÓPEZ BERMÚDEZ 1991).

Para que pueda tener lugar la colonización vegetal de ambientes como los taludes de carretera se tienen que producir los siguientes procesos: llegada de los propágulos al talud, permanencia en el talud (resistiendo al arrastre por el agua y el viento), germinación, desarrollo y reproducción. Estos procesos están gobernados tanto por características de los ta-

ludes, como la pendiente, el tipo y la orientación del talud, que afectan a la permanencia de las semillas en el talud y a la posibilidad de germinar y crecer las plantas, como por características de las propias plantas, como su capacidad de dispersarse, su resistencia al arrastre y al desenraizamiento, sus requisitos para germinar, su capacidad de producir descendencia, etcétera.

El banco de semillas del suelo es una agregación de semillas no germinadas que son potencialmente capaces de sustituir a las plantas adultas (PÉREZ & GÓMEZ-CAMPO 1986; SIMPSON *et al.* 1989; THOMPSON 1987; THOMPSON *et al.* 1997). El banco de semillas representa una gran reserva de potencial de regeneración (HENDERSON *et al.* 1988; MARAÑÓN 1985, 1995; ZHANG *et al.* 1998), aspecto crucial para la vegetación de los taludes. Pero existen pocos estudios sobre el banco de semillas en taludes de carretera o ambientes semejantes. Los pocos estudios realizados apuntan a que ciertas características de los taludes, como el tipo, orientación y tamaño influyen en la composición y tamaño del banco de semillas (ALCAÑIZ 1998; ENCISO *et al.* 2000).

La composición florística del banco de semillas de una zona dada en un momento dado está determinada por las semillas que han llegado al suelo, bien sea desde la vegetación colindante (dispersión a corta o larga distancia) o desde las plantas ya previamente instaladas en esa misma zona. Por tanto, del estudio de la composición del banco de semillas de una zona dada y su comparación con las especies establecidas en esa misma zona y con las especies que crecen en sus alrededores podemos determinar (1) qué especies no llegan a la zona en cuestión por limitaciones en la dispersión de sus propágulos; (2) qué especies llegan pero son incapaces de germinar, desarrollarse y/o establecerse; y finalmente (3) qué especies llegan y son capaces posteriormente de germinar y desarrollarse.

En este trabajo nos proponemos como objetivos: a) conocer cómo el tipo y la orientación del talud pueden condicionar la vegetación espontánea y el banco de semillas del suelo y b) determinar la importancia relativa de los fac-

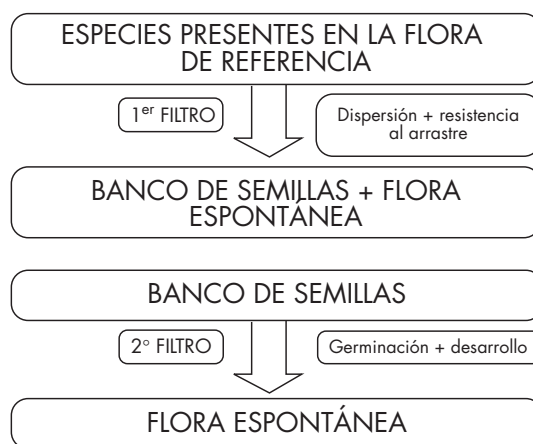


Figura 1 - Esquema de la hipótesis de partida.  
Figure 1 - Diagram of the original hypothesis.

tores o filtros que controlan el desarrollo de la flora de los taludes, mediante la observación del banco de semillas.

Para ello, partimos de la hipótesis que existen dos filtros que determinan qué especies de las que están presentes en los alrededores de los taludes, y que denominaremos *flora de referencia*, son capaces de instalarse y expandirse en los taludes y formar por tanto la *flora espontánea* del talud (figura 1). Los dos posibles filtros serían, por un lado, la capacidad de dispersarse las semillas y de resistir al arrastre una vez se encuentran en el talud (primer filtro) y por otro lado, la capacidad de germinar y desarrollar sus poblaciones en las condiciones ambientales limitantes del talud (segundo filtro). En el primer caso, la comparación de la flora de referencia con la flora del banco de semillas del suelo más la flora espontánea del talud nos darán la clave de qué especies son capaces de superar el primer filtro y, en el segundo caso, la comparación del la flora del banco de semillas con la flora espontánea del talud nos darán la clave de qué especies son capaces de superar el segundo filtro.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se escogieron 8 taludes en la autovía A3 (Valencia-Madrid) entre Requena y San Antonio

(entre los kilómetros 282,5 y 287,5) comprendidos en las cuadrículas UTM XJ57 y XJ67. Los taludes fueron construidos en 1994 y se hidrosembraron en febrero de 1997.

Bioclimáticamente la zona de estudio se sitúa en el piso mesomediterráneo con ombroclima seco (COSTA 1999), con una temperatura media anual de 14 °C y una precipitación de 407 mm anuales. La litología de la zona de estudio la componen margas y arcillas calcáreas de origen Terciario.

Los ocho taludes se escogieron de manera que difirieran solo respecto al tipo de talud (taludes de «excavación» o desmontes y taludes de «acumulación» o terraplenes) y la orientación (norte y sur) manteniendo el resto de características constantes o lo más homogéneas posible (clima, litología, pendiente, tamaño y fecha de ejecución). Se eligieron de manera que los taludes de un mismo tipo y orientación opuesta se encontraran enfrentados en la autovía y, al mismo tiempo, que cada talud de acumulación fuera contiguo a otro de excavación. De esta manera se obtuvo un diseño pareado entre exposiciones y entre tipos de talud. Un resumen de las características más importantes de cada talud puede encontrarse en la tabla 1.

Para obtener el listado de la flora espontánea de cada talud, en la primavera del año 2002 dos observadores recorrieron a pie los taludes en dos líneas paralelas (una en la parte baja y otra en la parte alta del talud) apuntando todas las especies presentes que iban encontrando en su campo de visión. En cuanto al lista-

do de la flora de referencia, se elaboró recorriendo la zona comprendida en un radio de 150 metros alrededor de cada talud. Dentro de la flora de referencia se distinguieron a su vez dos subambientes, uno que comprendía sólo los 10 primeros metros más cercanos al talud y que llamamos «flora de referencia próxima» y otro subambiente que englobaba desde los 10 hasta los 150 metros más allá del talud y que denominamos «flora de referencia lejana». El radio escogido fue de 150 metros porque consideramos que, más allá de esta distancia, la probabilidad de que las semillas de las plantas que se encuentran fuera de ese radio puedan llegar por dispersión al talud es baja.

Para la nomenclatura de las especies se siguió la obra Flora Ibérica (CASTROVIEJO 1985-1999) y para las familias aún no publicadas en esta última se utilizó las Claves para la determinación de la Flora de la Comunidad Valenciana (MATEO & CRESPO 1998).

Para la obtención del banco de semillas del suelo se tomaron, en el otoño del año 2001, antes de las lluvias y después de la dispersión de las semillas, 5 muestras de 20 cm x 20 cm y 2 cm de profundidad en la parte media de cada uno de los taludes. Las muestras se tamizaron y se sometieron a un lavado en agua corriente, previa agitación, sobre una batería de tamices de 2 mm, 1 mm, 0,5 mm y 0,25 mm de luz siguiendo la metodología usada por GARCÍA-FAYOS *et al.* 1995. El contenido de los tamices se secó en una estufa a 60° C durante 24 horas y se procedió a su examen con lupa binocular de 7-40 aumentos, modelo Meiji EM-2, para extraer las

Talud	Tipo	Orientación (°)	Pendiente (°)	Longitud (m)	Anchura (m)	Área (m <sup>2</sup> )	C.V. (%)
1	Excavación	40° Norte	34,5	14,0	136,7	1914	14,2
2	Excavación	190° Sur	38,5	12,0	305,0	3661	6,3
3	Acumulación	190° Sur	34,7	18,0	125,3	2257	31,7
4	Acumulación	10° Norte	35,0	15,0	36,6	550	51,5
5	Excavación	40° Norte	32,0	13,0	42,3	550	12,5
6	Excavación	220° Sur	34,0	10,0	72,0	720	1,0
7	Acumulación	0° Norte	37,0	7,0	26,8	188	95,0
8	Acumulación	210° Sur	31,5	9,0	27,5	248	38,4

**Tabla 1** - Características generales de los taludes seleccionados.

**Table 1** - General characteristics of the selected motorway slopes: slope type (roadcut – roadfill), aspect (north – south) (°), angle (°), length (m), width (m), area (m<sup>2</sup>) and plant cover (%).

semillas. Las semillas se contabilizaron e identificaron y posteriormente se determinó su viabilidad abriéndolas con el bisturí. Con los resultados de las cinco muestras por talud se obtuvo la densidad y composición del banco de semillas del suelo de cada talud.

En todos los análisis y comparaciones se han considerado sólo las especies espontáneas, excluyéndose aquellas que fueron utilizadas en las hidrosembras. Esto se hizo así porque la inclusión de dichas especies en los análisis podría enmascarar los resultados de similitud entre taludes y entre éstos y la flora de referencia.

La influencia del tipo y orientación de los taludes en la cobertura vegetal, en la densidad de semillas viables y en el número de especies del banco de semillas se determinó mediante un modelo lineal general de factores anidados en el que la orientación se ha anidado al tipo de talud. La influencia de estos dos mismos factores en la densidad de semillas viables y en el número de especies del banco de semillas se determinó mediante pruebas no-paramétricas de Wilcoxon para muestras relacionadas. Todos los análisis se realizaron en el programa SPSS v.11.0.

Para determinar la importancia de cada filtro se comparó mediante el índice de similitud de Sørensen la semejanza entre la flora de referencia y la flora del banco de semillas del suelo más la flora espontánea de cada talud (primer filtro), así como la semejanza entre la flora del banco de semillas del suelo y la flora espontánea de los taludes (segundo filtro). Este índice tiene un rango de valores entre 0 y 1 indicando de menor a mayor la semejanza entre las floras que se comparan (CAUSTON 1988).

$$Ss = \frac{2a}{2a + b + c}$$

, donde

- Ss: es el índice de semejanza de Sørensen.
- a: número de especies comunes a los dos grupos comparados.
- b: número de especies que se encuentran en el primer grupo de comparación y no están en el segundo.

- c: número de especies que se encuentran en el segundo grupo de comparación y no en el primero.

Las semillas encontradas en las cinco muestras de cada talud constituyen el listado de especies del banco de semillas del suelo de ese talud y los inventarios de la flora espontánea y de la flora de referencia de cada talud constituyen los listados correspondientes. En este análisis, la flora del banco de semillas del suelo la constituyen tanto las semillas viables como las no viables, ya que las semillas no viables pueden ser cáscaras de semillas que han germinado y por lo tanto han sido viables en su momento.

## RESULTADOS

### Influencia del tipo y la orientación de los taludes sobre el banco de semillas y la vegetación espontánea

En las figuras 2 y 3 se han representado los valores medios de la densidad de semillas y del número de especies encontradas en el banco de semillas del suelo de cada tipo y orientación de los taludes. En ellas se aprecia una mayor densidad de semillas y riqueza de especies en los taludes de acumulación frente a los de excavación, pero estas diferencias no son significativas estadísticamente en ningún caso ( $Z_{Wilcoxon} = -0,365$ ,  $p = 0,715$  para la densidad y  $Z_{Wilcoxon} = -1,473$ ,  $p = 0,141$  para la riqueza de especies). Respecto

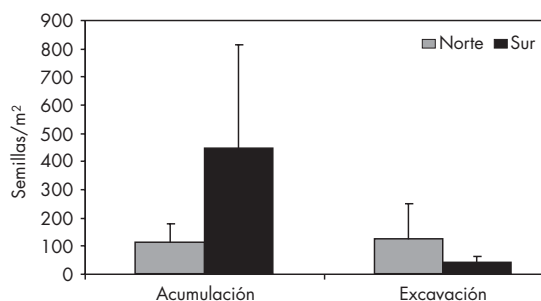
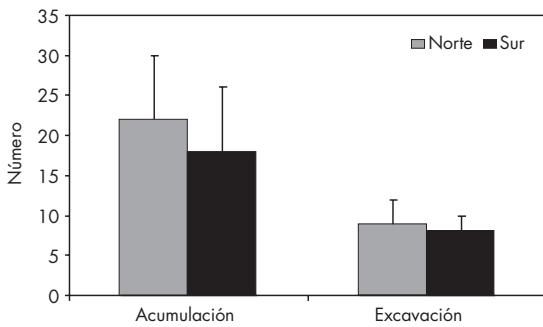


Figura 2 - Influencia del tipo y de la orientación del talud en la densidad de semillas viables en el banco de semillas del suelo (los valores son medias más error estándar).

Figura 2 - Influence of slope type and orientation on the viable seed density in the soil seed bank (mean values with standard errors).



**Figura 3** - Influencia del tipo y de la orientación del talud en el número de especies en el banco de semillas del suelo (los valores son medias más error estándar).

**Figure 3** - Influence of slope type and orientation on the species number in the soil seed bank (mean values with standard errors).

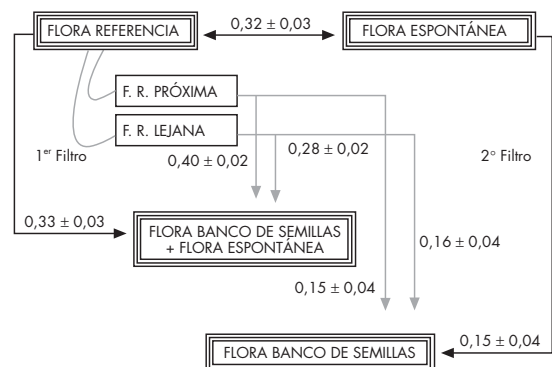
a la orientación, los valores medios de densidad de semillas de los taludes de excavación sur son inesperadamente mayores que los de excavación norte, aunque tampoco en este caso las diferencias son estadísticamente significativas ( $Z_{Wilcoxon} = -1,46$ ,  $p = 0,144$ ). Estos resultados están en concordancia con los datos de cobertura vegetal en los taludes, que indican un efecto importante del tipo de talud en dicha cobertura vegetal ( $F_{2,4} = 9,296$ ,  $p = 0,031$ ) con valores medios superiores en los taludes de acumulación que en los taludes de excavación (tabla 1). A pesar de observarse una clara tendencia hacia una mayor cobertura vegetal en las caras norte que en las caras sur independientemente del tipo de talud, esas diferencias no son significativas ( $F_{1,4} = 4,663$ ,  $p = 0,097$ ).

### Relación de semejanza entre la flora del banco de semillas, la flora espontánea y la flora de referencia

En el anexo 1 se presenta un listado completo de las especies presentes en el banco de semillas, en la flora espontánea y en la flora de referencia. Las especies más frecuentes en la flora espontánea de los taludes fueron *Aegilops geniculata*, *Anacyclus clavatus*, *Avena barbata*, *Bromus rubens*, *Cichorium intybus*, *Diplotaxis erucoides*, *Euphorbia serrata*, *Hordeum murinum* y *Sonchus tenerrimus* mientras que en el banco de semillas del suelo dominaron *Aegilops geniculata*, *Bromus rubens*, *Erodium cicutarium*, *Plantago*

*albicans*, *Calendula arvensis* y *Sonchus tenerrimus* entre otras.

Los valores del índice de Sørensen entre los distintos compartimentos del esquema inicial están indicados en la figura 4. En esta última se aprecia que la relación de semejanza entre la flora de referencia y la flora espontánea de los taludes y la relación de semejanza entre la flora de referencia y el banco de semillas más la flora del talud son prácticamente coincidentes y relativamente bajas, con unos valores medios del índice de Sørensen de  $0,32 \pm 0,03$  y  $0,33 \pm 0,03$  respectivamente. Estos valores nos estarían indicando que no son muchas las especies de la flora de referencia que llegan a los taludes. Sin embargo, el valor del índice de Sørensen resultado de comparar la flora del banco de semillas con la flora espontánea de los taludes es aún menor ( $0,15 \pm 0,11$ ). Comparando estadísticamente los valores del índice de Sørensen para ambos filtros obtenemos que el valor medio para el segundo filtro es significativamente más pequeño que el valor para el primero ( $t = 6,05$ ,  $g.l. = 7$ ,  $p = 0,001$ ). Estos resultados nos indicarían por tanto que, a los 7 años de construirse estos taludes, el filtro de germinación y desarrollo es más importante que el



**Figura 4** - Relación de semejanza entre la flora del banco de semillas, la flora espontánea y la flora de referencia. El grosor de las flechas indica la magnitud de la semejanza y los valores son la media ± el error estándar de los índices de Sørensen obtenidos para los ocho taludes.

**Figure 4** - Similarity relationships between the soil seed bank, the spontaneous flora of motorway slopes and the surrounding reference flora. The thickness of the arrows indicates the magnitude of the similarity and the values are the means ± standard errors of Sørensen's indices obtained for the 8 selected motorway slopes.

filtro de dispersión en la selección de las especies que colonizan espontáneamente los taludes estudiados.

Estos resultados se confirman cuando, en vez de considerar la flora de referencia en su conjunto, se tienen en cuenta los distintos subambientes que la componen y definidos anteriormente en la metodología como «flora de referencia próxima» y «flora de referencia lejana». Asimismo, se aprecia en la figura 4 que la influencia del filtro de dispersión es función de la distancia, puesto que el valor del índice de Sørensen es mayor en el caso de la flora de referencia próxima que en la flora de referencia lejana ( $0,40 \pm 0,02$  frente a  $0,28 \pm 0,02$ ). Sin embargo, para ambas floras de referencia, el valor del índice de Sørensen para el segundo filtro es el mismo ( $0,15 \pm 0,04$ ).

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos sobre densidad de semillas en el banco del suelo y su riqueza específica apuntan a que el tipo de talud y la orientación condicionan el banco de semillas de los taludes de carretera en el sentido de disminuir su densidad y riqueza específica conforme las condiciones ambientales del talud se hacen más duras y además están en relación con la cobertura vegetal que soportan. Así, en las condiciones ambientales estudiadas, podríamos dibujar un gradiente desde situaciones de talud de acumulación, con la máxima riqueza específica y cobertura vegetal, hasta taludes de excavación con orientación sur, con la mínima densidad de semillas y riqueza específica. Sólo se escapa a este gradiente la densidad de semillas del suelo de los taludes de acumulación de orientación sur, los cuales tienen una densidad inesperadamente alta. Sin embargo, por motivos posiblemente estadísticos, como es el escaso número de réplicas utilizado, estas tendencias no resultan en diferencias significativas tras su análisis estadístico.

Los valores de densidad de semillas en el banco del suelo son más bajos que los hallados

en taludes de carretera en una zona próxima (ENCISO *et al.* 2000), 1.225 semillas.m<sup>2</sup> frente 5779 semillas.m<sup>2</sup>. Lo que podría ser explicado por su mayor termicidad y humedad, dado que la edad de los taludes cuando se muestrearon era la misma en ambos casos (seis años). Sin embargo la riqueza específica y las diferencias entre orientaciones son totalmente comparables en ambos casos. Por otro lado, las diferencias en la riqueza de especies entre tipos de talud y orientación siguen el patrón de las variaciones en cobertura vegetal y riqueza de especies de la vegetación establecida (tabla 1) y es a su vez coherente con las variaciones encontradas por otros autores (ENCISO *et al.* 2000, MARTÍNEZ-ALONSO & VALLADARES, 2002).

Respecto a los filtros que controlan la colonización vegetal de los taludes, nuestros datos apuntan a que las condiciones físicas (textura, estructura, compactación, encostramiento, etcétera), químicas (fertilidad) e hídricas del suelo son más limitantes para el desarrollo de las plantas en estos ambientes de talud que la posibilidad de alcanzar los taludes (dispersión). Esto está en concordancia con otros estudios realizados en *badlands* sobre materiales sedimentarios terciarios con características físicas, químicas e hídricas del suelo similares a las de los taludes, en los que se demuestra que la disponibilidad del agua en el suelo es limitante para la germinación de las plantas y su desarrollo posterior (GARCÍA-FAYOS *et al.* 2000).

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con la financiación del proyecto «Bases ecológicas para la restauración de la cubierta vegetal de taludes en ambiente mediterráneo (TALMED)», del Plan Nacional I+D+I del Ministerio de Ciencia y Tecnología (2000-2003). Agradecemos a Daniel Montesinos, Jaume Tormo y Manuel Monsalve su colaboración en los trabajos de campo y a un revisor anónimo sus sugerencias, las cuales han permitido mejorar la claridad de este artículo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCAÑIZ, J.M. 1998. Banc de llavors i densitat de plàntules en sòls restaurats amb fangs de depuradora. Tesis de la Universitat Autònoma de Barcelona. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, Bellaterra. Barcelona.
- ANDRÉS, P. & ZAPATER, V. 1996. Stabilization of motorway slopes with herbaceous cover, Catalonia, Spain. *Restoration Ecology* 4: 51-60.
- ANDRÉS, P. & JORBA, M. 2000. Mitigation strategies in some motorway embankments (Catalonia, Spain). *Restoration Ecology* 8: 268-275.
- BALAGUER, L. 2002. Las limitaciones de la restauración de la cubierta vegetal. *Ecosistemas* 11: 72-82.
- BOCHET, E. & GARCÍA-FAYOS, P. 2001. Influencia de algunos factores ambientales en la colonización de taludes de carreteras. I Simposio de la AEET «Restauración de ecosistemas en ambiente mediterráneo. Posibilidades y limitaciones». Alcalá de Henares. p. 18.
- CASTROVIEJO, S. (ed.). 1985-1999. Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid (Vols. I a VIII).
- CAUSTON, D.R. (ed.). 1988. An introduction to vegetation analysis. Unwin Hyman, Ltd. Londres.
- COSTA, M. 1999. La vegetación y el paisaje en las tierras valencianas. Editorial Rueda. Madrid.
- ENCISO, J., GARCÍA-FAYOS, P. & CERDÀ, A. 2000. Distribución del banco de semillas en taludes de carretera: efecto de la orientación y de la topografía. *Orsis* 15: 103-113.
- GARCÍA-FAYOS, P., RECATALÀ, R.M. & CERDÀ, A. 1995. Seed population dynamics on badland slopes in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science* 6: 691-696.
- GARCÍA-FAYOS, P., GARCÍA, B. & CERDÀ, A. 2000. Limitations to plant establishment on eroded slopes in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science* 11: 77-86.
- HENDERSON, C.B., PETERSEN, K.E. & REDAK, R.A. 1988. Spatial and temporal patterns in the seed bank and vegetation of a desert grassland community. *Journal of Ecology* 76: 717-728.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. 1991. Características generales del área mediterránea. Geomorfología y paisaje. Curso internacional sobre selvicultura mediterránea. Centro de Investigación y Desarrollo Agrario (CIDA, Granada). Dirección General de Investigación y Experiencias Agrarias. Junta de Andalucía.
- MARAÑÓN, T. 1985. Reserva de semillas en el suelo de una dehesa en Sierra Morena: relación con la vegetación. *Anales de Edafología y Agrobiología* 44: 1805-1816.
- MARTÍNEZ-ALONSO, C. & VALLADARES, F. 2002. La pendiente y el tipo de talud alteran la relación entre la riqueza de especies y la cobertura de las comunidades herbáceas. *Ecología* 16: 59-71.
- MATEO, G. & CRESPO, M.B. 1998. Manual para la determinación de la flora valenciana. Monografías de Flora Montibérica nº 3. Valencia.
- PÉREZ, H. & GÓMEZ-CAMPO, C. 1986. El banco de semillas del suelo en Villarobledo (Albacete) y su comarca. *Lazaroa* 9: 221-239.
- SIMPSON, R.L., LEDK, M.A. & PARKER, T. 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues. En: M.L. LECK, V.T. PARKER & R.L. SIMPSON (eds.). *Ecology of Soil Seed Banks*, pp. 3-8. Academic Press. San Diego.
- THOMPSON, K. 1987. Seeds and seed banks. *New Phytologist* 106: 23-34.
- THOMPSON, K., BAKKER, J.P. & BEKKER, R.M. 1997. The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press. Cambridge.
- VALLEJO, R. (ed.). 1996. La restauración de la cubierta vegetal en la Comunidad Valenciana. Fundación de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Valencia.
- ZHANG, J., HAMIL, A.S., GARDINER, I.O. & WEAVER, S.E. 1998. Dependence of weed flora on the active soil seedbank. *Weed Research* 38: 143-152.



**Apéndice 1. Listado de especies presentes en la flora de referencia (F.R) y/o la flora espontánea (F.E) y/o banco de semillas (B.S).**

**Appendix 1. List of species found in the reference flora (F.R.), and/or in the spontaneous flora (F.E.) and/or in the soil seed bank (B.S.).**

- Aegilops geniculata* (F.R, F.E, B.S)  
*Aegilops triuncialis* (F.R, F.E)  
*Allium porrum* (F.R)  
*Allium sp.* (F.R)  
*Althaea hirsuta* (F.E)  
*Alyssum montanum* (F.R)  
*Alyssum simplex* (F.R, F.E)  
*Anacyclus clavatus* (F.R, F.E)  
*Anagallis arvensis* (F.R)  
*Anagallis sp.* (F.R)  
*Anchusa arvensis* (F.R)  
*Anchusa italica* (F.R)  
*Aphyllantes monspeliensis* (F.R)  
*Arenaria leptoclados* (B.S)  
*Argyrolobium zanonii* (F.R)  
*Arundo donax* (F.R)  
*Asparagus acutifolius* (F.R)  
*Asphodelus fistulosus* (F.R, F.E)  
*Astragalus glauca* (F.R)  
*Astragalus hamosus* (F.R)  
*Atractylis humilis* (F.R)  
*Atriplex sp.* (F.R)  
*Avena barbata* (F.R, F.E, B.S)  
*Avena fatua* (F.R)  
*Avena sterilis* (F.R, F.E, B.S)  
*Avenula bromoides* (F.E)  
*Ballota hirsuta* (F.R, F.E)  
*Biscutella stenophylla* (F.R)  
*Biscutella valentina* (F.R)  
*Brachypodium phoenicoides* (B.S)  
*Brachypodium resutum* (F.R, F.E)  
*Brassica nigra* (B.S)  
*Bromus diandrus* (F.R)  
*Bromus erectus* (F.R)  
*Bromus madritensis* (F.R)  
*Bromus rubens* (F.R, F.E, B.S)  
*Bromus tectorum* (F.R, F.E)  
*Bupleurum fruticosum* (F.R)  
*Calendula arvensis* (F.R, F.E, B.S)  
*Capsella bursa-pastoris* (F.R)  
*Cardaria draba* (F.R)  
*Carduus assoi* (F.R)  
*Carduus nutans* (F.R)  
*Carduus pycnocephalus* (F.R, F.E, B.S)  
*Carduus tenuiflorus* (F.R, F.E)  
*Carthamus lanatus* (F.E)  
*Catananche caerulea* (F.R, F.E)  
*Centaurea aspera subsp. aspera* (F.R, F.E, B.S)  
*Centaurea aspera subsp. taraxacifolia* (F.R)  
*Centaurea melitensis* (F.R, B.S)  
*Cerastium brachypetalum* (B.S)  
*Cerastium gracile* (F.R, F.E, B.S)  
*Cerastium pumilum* (F.R)  
*Chenopodium album* (F.E)  
*Cichorium intybus* (F.R, F.E, B.S)  
*Cirsium arvense* (F.E, B.S)  
*Convolvulus arvensis* (F.R, F.E)  
*Convolvulus lineatus* (F.R)  
*Coris monspeliensis* (F.R)  
*Coronilla scorpioides* (F.R, F.E)  
*Crataegus monogyna* (F.R, F.E)  
*Crepis foetida* (F.R, F.E, B.S)  
*Crepis vesicaria subsp. taraxacifolia* (F.R, F.E.)  
*Cynoglossum sp.* (F.R)  
*Daucus carota* (F.R, F.E)  
*Dianthus broteri subsp. valentinus* (B.S)  
*Diplotaxis eruroides* (F.R, F.E, B.S)  
*Diplotaxis infernales* (F.R)  
*Dorycnium hirsutum* (F.R)  
*Dorycnium pentaphyllum* (F.R)  
*Echinaria capitata* (F.R)  
*Echium vulgare* (F.R, F.E)  
*Equisetum sp.* (F.R)  
*Erodium ciconium* (F.R, F.E)  
*Erodium cicutarium* (F.R, F.E, B.S)  
*Erodium malacoides* (F.R, F.E)  
*Eruca vesicaria* (F.R)  
*Eryngium campestre* (F.R, F.E)  
*Euphorbia flavicoma* (F.R)  
*Euphorbia helioscopia* (F.E)  
*Euphorbia serrata* (F.R, F.E)  
*Euphorbia sp.* (F.R)  
*Euphorbia terracina* (B.S)  
*Evax pigmaea* (F.R)  
*Filago pyramidata* (F.R, F.E)  
*Foeniculum vulgare subsp. piperitum* (F.E, F.R, B.S)  
*Fumana sp.* (F.R)  
*Fumaria densiflora* (F.R)

- Fumaria officinalis* (F.R)  
*Galactites duriaei* (F.R, F.E)  
*Galactites tomentosa* (F.E)  
*Galium murale* (F.R)  
*Galium sp.1* (F.R)  
*Galium sp. 2* (F.R)  
*Galium sp. 3* (F.R)  
*Genista scorpius* (F.R)  
*Geranium molle* (F.R)  
*Geranium rotundifolium* (F.R)  
*Gladiolus italicus* (F.R)  
*Glaucium corniculatum* (F.R)  
*Hedera helix* (F.R)  
*Hedypnois cretica* (F.R)  
*Helianthemum asperum* (F.R)  
*Helianthemum ledifolium* (F.R)  
*Helianthemum marifolium* (F.R)  
*Helianthemum nummularium* (F.R)  
*Helianthemum violaceum* (F.E)  
*Helianthemum syriacum* (F.R)  
*Helichrysum serotinum* (F.R, F.E)  
*Helictotrichon filifolium* (F.R)  
*Herniaria hirsuta* (F.R)  
*Hippocrepis scabra* (F.R)  
*Hippocrepis scorpioides* (F.E)  
*Hippocrepis sp.* (F.R)  
*Hirschfeldia incana* (F.R, F.E)  
*Hordeum murinum subsp. leporinum* (F.R, F.E)  
*Hormatophylla lapeyrousiana* (F.R)  
*Hypecoum procumbens* (F.R)  
*Hypericum perforatum* (F.R)  
*Inula viscosa* (F.R,F.E)  
*Iris spuria* (F.R)  
*Jasminum fruticans* (F.R)  
*Koeleria vallesiana* (F.R)  
*Lactuca serriola* (F.R, F.E)  
*Lamium amplexicaule* (F.R)  
*Lathyrus aphaca* (B.S)  
*Lathyrus sativus* (F.R)  
*Launaea pumila* (F.E)  
*Lavatera cretica* (F.E)  
*Lepidium campestre* (F.R)  
*Lepidium draba* (F.R)  
*Lepidium graminifolium* (F.R)  
*Lepidium sp.* (F.R)  
*Leuzea conifera* (F.R)  
*Linaria simplex* (F.R, F.E, B.S)  
*Linum narbonense* (F.R)  
*Linum suffruticosum* (F.R)  
*Lithodora fruticosa* (F.R)
- Lotus delortii* (F.R, B.S)  
*Malva neglecta* (F.R)  
*Marrubium vulgare* (F.R)  
*Matthiola fruticulosa* (F.R)  
*Medicago littoralis* (F.R, B.S)  
*Medicago minima* (F.R, F.E, B.S)  
*Medicago orbicularis* (F.R)  
*Medicago polymorpha* (F.E, F.E)  
*Medicago rigidula* (F.R)  
*Melilotus indicus* (F.R)  
*Mercularis tomentosa* (F.R, F.E)  
*Muscari neglectum* (F.R, F.E)  
*Nonea echioides* (F.R)  
*Olea europaea* (F.R)  
*Ononis pusilla* (F.R, F.E)  
*Onopordum acanthium* (F.R)  
*Ophris dyris* (F.R)  
*Pallenis spinosa* (F.R, F.E, B.S)  
*Papaver dubium* (F.R)  
*Papaver hybridum* (F.R)  
*Papaver pinnatifidum* (F.R)  
*Papaver rhoeas* (F.R, F.E)  
*Paronychia aretioides* (F.R, B.S)  
*Paronychia argentea* (F.R)  
*Paronychia capella* (F.R)  
*Paronychia capitata* (F.R)  
*Petrorrhagia prolifera* (F.R, F.E)  
*Phagnalon saxatile* (F.R, B.S)  
*Phillyrea angustifolia* (F.E)  
*Phlomis lychnitis* (F.R)  
*Phoenix sp.* (F.R)  
*Pilosella anchlussoides* (F.E)  
*Pinus halepensis* (F.R, F.E)  
*Pinus pinea* (F.R)  
*Piptatherum miliaceum* (F.R, F.E)  
*Plantago albicans* (F.R, F.E, B.S)  
*Plantago coronopus* (F.R)  
*Plantago lagopus* (F.R, F.E)  
*Plantago lanceolata* (F.R)  
*Plantago sempervirens* (F.R)  
*Platycapnos spicata* (F.R)  
*Platycapnos tenuiloba* (F.R)  
*Poa annua subsp. annua* (F.R)  
*Poa bulbosa* (F.R)  
*Polycnemum majus* (F.E)  
*Polygala rupestres* (F.R)  
*Potentilla sp.* (F.R)  
*Prunus avium* (F.R)  
*Prunus dulces* (F.R)  
*Psolarea bituminosa* (F.R, F.E)

- Quercus coccifera* (F.R, F.E)  
*Quercus ilex* (F.R)  
*Rapistrum rugosum* (F.R, F.E)  
*Reseda lutea* (F.R)  
*Reseda phyteuma* (F.R, F.E)  
*Rhamnus alaternus* (F.R)  
*Roemeria hybrida* (F.R)  
*Rosa sp.* (F.R)  
*Rosmarinus officinalis* (F.R)  
*Rostraria cristata* (F.R)  
*Rubia peregrina* (F.R)  
*Rubus ulmifolius* (F.R, F.E, B.S)  
*Rumex pulcher* (F.R)  
*Salsola kali* (F.R)  
*Salvia verbenaca* (F.R, F.E)  
*Santolina chamaecyparissus subsp. squarrosa* (F.R, F.E)  
*Satureja sp.* (F.R)  
*Scabiosa atropurpurea* (F.R)  
*Scabiosa columbaria* (F.R, F.E)  
*Scabiosa simplex* (B.S)  
*Scirpus holoschoenus* (F.E, B.S)  
*Scolymus hispanicus* (F.E, B.S)  
*Scorpiurus muricatus* (F.E)  
*Scorzonera angustifolia* (F.R, F.E)  
*Scorzonera hispanica* (F.R)  
*Scorzonera laciniata* (F.R, F.E, B.S)  
*Sedum sediforme* (F.R)  
*Senecio gallicus* (F.R, F.E)  
*Senecio vulgaris* (F.R, F.E, B.S)  
*Setaria vidiris* (B.S)  
*Sideritis sp.* (F.R)  
*Silene colorata* (F.R)  
*Silene nocturna* (F.R, F.E, B.S)  
*Silene rubella subsp. segetalis* (B.S)  
*Silene vulgaris* (F.R)  
*Silybum marianum* (F.R, F.E)  
*Sisymbrium irio* (F.R, F.E, B.S)  
*Sisymbrium orientale* (F.R)  
*Solanum nigrum* (F.R)  
*Sonchus asper subsp. glaucescens* (F.R)  
*Sonchus oleraceus* (F.R, F.E, B.S)  
*Sonchus tenerimus* (F.E, B.S)  
*Stellaria gnafalodes* (F.R)  
*Stellaria media* (B.S)  
*Stellaria pallida* (F.R)  
*Stipa capillata* (F.R)  
*Stipa offneri* (F.R, F.E)  
*Stipa parviflora* (F.E)  
*Stipa tenacissima* (F.R)  
*Sisymbrium orientale* (F.R)  
*Tamarix sp.* (F.R)  
*Taraxacum vulgare* (F.R, F.E)  
*Teucrium pseudo-chamae-pytis* (F.R)  
*Thymus vulgaris* (F.R)  
*Torilis nodosa* (F.R)  
*Tragopogon dubius* (F.R, F.E)  
*Trigonella polyceratia* (F.R, F.E)  
*Ulex parviflorus* (F.R, F.E)  
*Ulmus minor* (F.R)  
*Urospermum picroides* (F.R)  
*Verbascum sp.* (F.R)  
*Veronica polita* (F.R)  
*Vicia peregrina* (F.R, F.E, B.S)  
*Vicia sativa* (F.R, F.E)  
*Vicia villosa* (F.R)  
*Vitis vinifera* (F.R, B.S)  
*Vulpia ciliata* (F.R, F.E)