

Distribución del banco de semillas en taludes de carretera: efecto de la orientación y de la topografía

Jaime Enciso
Patricio García-Fayos¹
Artemi Cerdà

CIDE. Centro de Investigaciones sobre Desertificación
Camí de la Marjal s/n. Apartado Oficial 46470 Albal (Valencia), Spain.
Tel.: 96 122 05 40. Fax: 96 127 09 67

¹Autor para correspondencia

Manuscrito recibido en julio de 2000

Resumen

Se estudia el banco de semillas del suelo en la parte alta, media y baja de dos taludes de carretera de 33° de pendiente, con orientaciones norte y sur en Alberique (Valencia). Se tomaron 18 muestras (50 x 50 x 2 cm) que presentaron una densidad media de 5779 ± 2271 semillas m^{-2} y una riqueza de 21 ± 4 especies por muestra, siendo el total de especies encontradas de 41. La densidad de semillas del talud orientado al norte fue superior al orientado al sur (5906 ± 2787 y 5658 ± 1767) al igual que la riqueza de especies (24 ± 3 y 18 ± 3), siendo significativa estadísticamente sólo las diferencias en la riqueza de especies. Las semillas de menor tamaño fueron las más frecuentes en el banco de semillas y se distribuyeron uniformemente a lo largo de la ladera, mientras que las semillas grandes se acumularon en las partes bajas y presentaron una mayor densidad en el talud orientado al norte.

Palabras clave: distribución del banco de semillas, orientación, riqueza específica, tamaño de semillas, topografía.

Abstract. *Soil seed bank distribution on road embankments. The effect of slope position and aspect*

The soil seed bank of two road embankments was studied in a motorway near Alberique (Valencia, Spain). Slopes were north and south oriented (33° steep). Three transect and three soil samples per transect (50 x 50 x 2 cm each) were obtained from the top, middle and bottom of each slope (3 samples x 6 transect = 18 samples). On average 5779 ± 2271 seeds m^{-2} and 21 ± 4 species per sample were counted. The seed bank of the north slope was denser and richer in species than the south one (5906 ± 2787 and 5658 ± 1767 seeds m^{-2} and 24 ± 3 y 18 ± 3 species respectively) but only the number of species was statistically different. Small seeds (<2.5 mm long) were more numerous and also more homogeneously distributed along the slope that greater seeds (>2.5 mm) which accumulated on the bottom of the slope and on the north aspect one.

Key words: aspect, seed bank distribution, seed size, species richness, topography.

Introducción

Existe un cierto escepticismo sobre la efectividad en la revegetación de taludes llevada a cabo por la administración y las empresas privadas de acuerdo a los resultados obtenidos hasta ahora en vías de comunicación, minería, etc. (Andrés et al., 1996; Nicolau & Asensio 2000; Siniscalco et al., 1998). Por otro lado, la colonización espontánea a través de la llegada de propágulos desde la vegetación circundante o de los aportes de tierra y/o enmiendas durante las tareas de restauración no es despreciable (Andrés et al., 1996; Alcañiz et al., 1998).

Una manera de estudiar la colonización espontánea de los taludes es analizar las variaciones en la densidad y composición de las semillas enterradas en el suelo. Ello nos dará una medida de los factores que influyen sobre dicha colonización. Así, algunos autores han encontrado que elevadas temperaturas y radiación solar afectan negativamente a la densidad de semillas del suelo (Pakeman et al., 1999), con lo que en países de latitud media y alta, la exposición de la ladera será determinante en la riqueza del banco de semillas y la vegetación, dadas las diferencias de temperatura y la radiación solar entre las laderas norte y sur.

Un factor que generalmente ha recibido escasa atención a pesar de su potencial papel estructurador del banco de semillas en laderas tanto naturales como artificiales es la erosión hídrica. El arrastre efectivo de semillas ladera abajo, sobre todo en episodios de lluvia torrencial, ha sido documentado sucintamente (Cerdà & García-Fayos, 1995; García-Fayos & Cerdà, 1997), aunque el estudio del proceso de arrastre de las semillas se complica por la elevada heterogeneidad microtopográfica del terreno (Thompson & Grime, 1979). Por otro lado, en el proceso de distribución de semillas a lo largo de la ladera también es importante la forma y tamaño de las semillas y el tamaño de las partículas del suelo (Chambers et al., 1991). Las semillas pequeñas y esféricas alcanzan distancias mayores en la dispersión y en el arrastre y tienden a ser más persistentes en el tiempo que las grandes (Thompson et al., 1993; Guo et al., 1998). Por otro lado, la presencia de apéndices y la capacidad de producir mucílago parece reducir el arrastre de las semillas (García-Fayos & Cerdà, 1997).

Con el fin de profundizar en estos aspectos, se pretende estudiar la contribución de la erosión hídrica y de la orientación sobre la distribución de semillas en el banco en taludes de carretera. Para ello hemos formulado las siguientes hipótesis:

1. Si el arrastre estructura la distribución de las semillas en los taludes, deberíamos encontrar (a) una relación positiva entre la distancia al extremo superior de los taludes y densidad de semillas y abundancia de especies contenidas en el banco del suelo y (b) las semillas más pequeñas tenderán a acumularse en las partes bajas de los taludes.
2. Si la temperatura y radiación elevadas afectan negativamente la densidad y composición de especies, entonces el banco de semillas de los taludes orientados al sur deberá tener una menor densidad de semillas y riqueza de especies.

Material y métodos

La zona de estudio se sitúa al occidente de la población de Alberique, en el centro-sur de la provincia de Valencia (39° 7' N y 0° 31' W), a una altitud aproximada de 20 m.s.n.m. y sobre el llano aluvial del río Xúquer. La estacionalidad de las lluvias es patente en la zona, presentando un máximo de precipitaciones en otoño, siendo la media anual de 548.3 mm (Pérez Cueva, 1994). La temperatura media anual es de 16.7°C.

En noviembre de 1999, se seleccionaron y muestrearon dos taludes, situados en el P.K. 861 de la Autovía Valencia-Albacete (N-340), siendo uno de ellos de orientación norte y uno de orientación sur. Dichos taludes son de acumulación, tienen 33° de pendiente y seis años de antigüedad. Los taludes fueron recubiertos con tierra procedente de los campos de cítricos existentes antes del inicio de las obras. Estas tierras fueron acopiadas inicialmente y extendidas por la superficie de los taludes en la época estival. Posteriormente, se regaron los taludes hasta la llegada del invierno. En superficie, el suelo resultante tiene una densidad aparente de 1.24 g cm⁻³, una compactación de 5 N cm⁻² y un contenido en materia orgánica de 1.9%.

Para el estudio de las características de la vegetación en cada uno de los taludes se marcaron tres transectos paralelos entre sí y separados al menos 10 metros, denominados S1, S2 y S3, N1, N2 y N3. La longitud de los mismos fue de 10, 13, y 16 metros para los orientados al sur y 11, 11 y 14 metros para los orientados al norte y la anchura fue de 1 metro en todos los casos. Se midieron los siguientes parámetros: cobertura vegetal (%), cobertura de hojarasca (%) y número de plántulas m⁻². El cálculo de estos parámetros se realizó de forma visual entre dos observadores, excepto para el número de plántulas que fueron contabilizadas. La unidad de muestreo fue un cuadrado de 1 m x 1 m que se situó consecutivamente a lo largo de cada transecto, con un total de 75 m² muestreados.

Para el estudio del banco de semillas, se tomaron 3 muestras de 50 x 50 cm y de aproximadamente 2 cm de profundidad en tres puntos, partes alta, media y baja de cada uno de los transectos, con un total de 18 muestras. El sustrato se extrajo de forma manual con la ayuda de un cuadrante metálico y una paleta. Una vez en el laboratorio se secaron las muestras al aire, se homogeneizaron manualmente y se tomó la mitad de cada una de ellas para su análisis. Las muestras se lavaron con agua corriente sobre una batería de tamices de 3 mm, 2 mm, 1 mm, 0.5 mm y 0.25 mm de luz. El contenido de los tamices se examinó con lupa binocular de 7-40 aumentos, extrayéndose, contabilizándose y clasificándose por especies las semillas.

Para el estudio de las semillas por tamaños, diez semillas de cada especie fueron medidas en su eje más largo con ayuda de una escala ocular de sensibilidad 0.1 mm de la lupa binocular. Se establecieron 4 grupos de tamaño, denominados I, II, III y IV, con rangos de menor de 1 mm, de 1 a 2.5 mm, de 2.5 a 4 mm y mayores de 4 mm respectivamente. Estas clases fueron determinadas a partir de experimentos de arrastre de semillas con simulaciones de lluvia en el laboratorio (Cerdà & García-Fayos, com. pers.).

Los datos obtenidos se han analizado estadísticamente mediante t-test, ANOVA y análisis de regresión según los casos, previa comprobación de la normalidad de los datos y de la homogeneidad de las varianzas. El programa estadístico utilizado ha sido el SPSS 9.0 para Windows.

Resultados

La cobertura vegetal y de hojarasca fueron mayores en el talud orientado al norte que en el orientado al sur (tabla 1), aunque las diferencias no fueron significativas en ningún caso (test de la t). La distribución de la cobertura vegetal a lo largo de los taludes estudiados presentó una elevada heterogeneidad espacial y ningún patrón observable, cuando se analizó mediante regresión (figura 1a). Asimismo, el recubrimiento de la hojarasca fue bajo e igualmente se distribuyó irregularmente (datos no mostrados).

La vegetación establecida resultó más rica en especies en el talud orientado al norte que aquel orientado al sur (54 frente a 38 especies) y la densidad media de plántulas fue significativamente mayor ($t = 3.940$; $gl = 4$; $p = 0.017$) en el talud orientado al norte (tabla 1).

Se extrajeron un total de 13033 semillas, pertenecientes a 41 especies, siendo la densidad media del banco de semillas del suelo de 5779 ± 2271 semillas m^{-2} , con un máximo de 11480 y un mínimo de 2088 semillas m^{-2} .

Aunque el talud orientado al norte tenía una mayor densidad de semillas que el orientado al sur (tabla 1) y la distribución de semillas respecto de la posición en la ladera correspondió con las premisas del estudio, de forma que las partes bajas de los taludes tenían mayores densidades de semillas que las medias y éstas que las altas (figura 2a), el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre ambas orientaciones ni entre las diferentes posiciones en la ladera en cuanto a la densidad de semillas. Tampoco resultó significativa la interacción entre exposi-

Tabla 1. Distribución de la cobertura vegetal, nº de especies y la densidad de semillas.

Vegetación establecida	Norte	Sur
	N = 39	N = 36
Nº especies	54	38
Cobertura vegetal (%)	23 ± 11	15 ± 12
Hojarasca (%)	1 ± 1	3 ± 1
Nº plántulas / m ²	85 ± 25	19 ± 14
Banco de semillas	Norte	Sur
	N = 9	N = 9
Semillas / m ²	5906 ± 2787	5658 ± 1767
Nº especies / muestra	24 ± 3	18 ± 3
Nº total especies	39	29

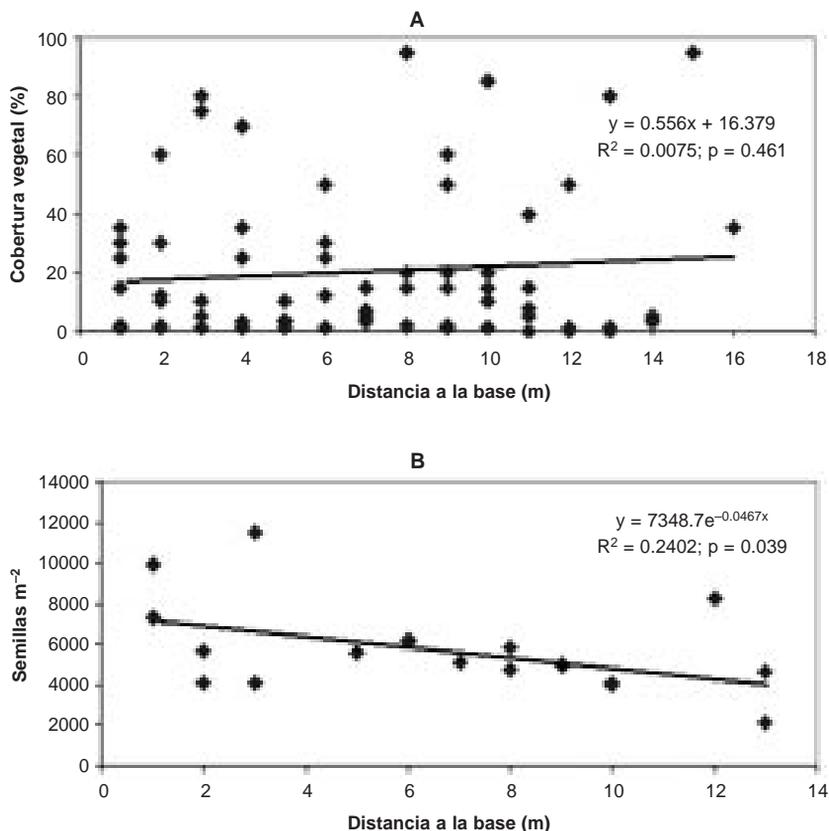


Figura 1. Distribución de la cobertura vegetal (%) (a) y de la densidad de semillas por muestra (b) en función de la distancia a la base del talud.

ción y posición en la ladera. Sin embargo, cuando se analizó el ajuste de los datos de la densidad de semillas por muestra en función a la distancia al pie del talud mediante regresión se obtuvo una función que explicó el 24% de la distribución de semillas y fue estadísticamente significativa ($Y = 7348.7e^{-0.0467x}$; $R^2 = 0.2402$; $p = 0.039$), lo que apoyaría que la posición a lo largo del talud es un buen predictor de los procesos que gobiernan la distribución de semillas (figura 1b).

Respecto al número de especies por muestra del banco de semillas, el talud de orientación norte presentó una mayor riqueza que el expuesto al sur (tabla 1). La influencia de la posición en la ladera sobre el número de especies por muestra se observó moderadamente, ya que si bien las partes bajas fueron más ricas en especies, son las partes medias y no las altas las que menor número aglutinaron (figura 2b). Al analizar conjuntamente el efecto de la exposición y la posi-

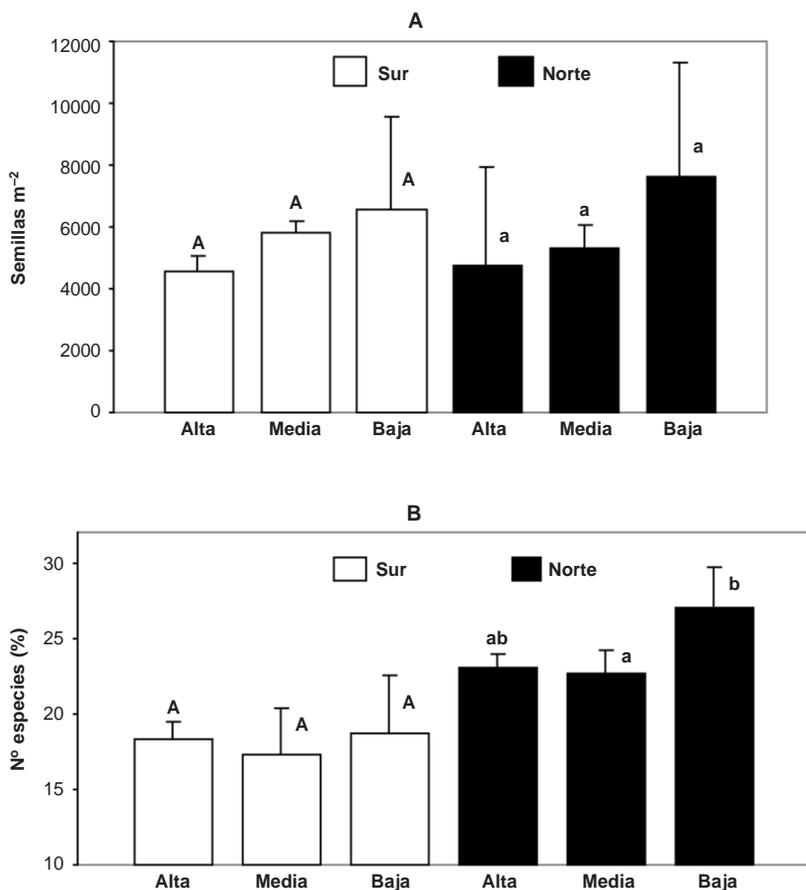


Figura 2. Valores medios de la densidad de semillas (*a*) y riqueza de especies (*b*) para las diferentes posiciones en la ladera para las dos exposiciones ($n = 3$). Letras distintas señalan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

ción mediante un ANOVA de dos factores, sólo resultó ser significativo el primero (tabla 2), no existiendo tampoco significación estadística en la interacción. Cuando se analizaron por separado las distribuciones del número de especies a lo largo del talud dentro de cada orientación, sólo en el talud orientado al norte se mostró un efecto marginalmente significativo (ANOVA de un factor, $F = 5.065$; $gl = 8$; $p = 0.051$), mostrando un test de Tukey a posteriori diferencias también marginalmente significativas sólo entre la riqueza de especies de la parte media de la ladera respecto de la baja (ANOVA de un factor, $F = 5.065$; $gl = 6$; $p = 0.065$).

Las densidades de las 41 especies encontradas en el banco de semillas fueron muy diferentes entre sí y estos valores variaron en función de la orientación

Tabla 2. ANOVA de 2 factores (posición en la ladera y orientación) sobre el n° de especies de semillas por muestra de suelo.

N° sp / muestra	Suma Cuadrados	gl.	F	p
Constante	8064.5	1	1369.443	0
Posición	26.333	2	2.236	0.15
Orientación	168.056	1	28.538	<0.0001
Posición x Orientación	11.444	2	0.972	0.406

Tabla 3. Número de semillas por especie presentes en el banco de semillas del suelo (semillas m⁻²).

Especie	Baja		Media		Alta		Total n°	Grupo tamaño		
	Norte N = 9	Sur N = 9	Norte N = 3	Sur N = 3	Norte N = 3	Sur N = 3			Norte N = 3	Sur N = 3
<i>Amaranthus</i> sp.	181	855	42	220	84	366	55	269	1036	II
<i>Anagallis arvensis</i>	407	12	323		39	10	45	2	419	II
<i>Asphodelus fistulosus</i>		33		27		1		5	33	III
<i>Atriplex</i> sp.		103		65		7		31	103	IV
<i>Crepis vesicaria</i>	321	221	86	163	127	33	108	25	542	IV
<i>Dactylis glomerata</i>	24	24							24	II
<i>Daucus carota</i>	318	14	121	11	168	1	29	2	332	III
<i>Diplotaxis erucoides</i>	799	359	160	98	205	119	434	142	1158	I
<i>Emex spinosa</i>		124		2		122			124	IV
<i>Euphorbia</i> sp. (2 spp)	89	71	68	55	11	5	10	11	160	II
<i>Foeniculum vulgare</i>	11	7	6	5			5	2	18	III
<i>Medicago</i> sp.	97	37	49	5	37	6	11	26	134	IV
<i>Melilotus</i> sp.	10	80	8	27	2	16		37	90	II
<i>Phagnalon saxatile</i>	218	211	118	55	63	65	37	91	429	II
<i>Plantago</i> sp.	40	4	15	1	9	3	16		44	II
<i>Portulaca oleracea</i>	1538	2886	498	861	612	1154	428	871	4424	I
<i>Rumex</i> sp.	472	290	206	162	106	93	160	35	762	III
<i>Sonchus tenerrimus</i>	137	231	44	104	56	68	37	59	368	III
<i>Teucrium</i> sp.	1	1					1	1	2	II
<i>Vicia</i> sp.	23		12		7		4		23	III
Graminae 1	27	11	26			2	1	9	38	II
Leguminosae 1	39	16	13	4	17	9	9	3	55	II
Leguminosae 2	82	44	32	11	12	11	40	22	128	II
Indeterminadas (17 spp)	1810	755	1034	588	433	96	362	142	2587	

y la posición en la ladera (tabla 3). Tan sólo 24 especies pudieron ser clasificadas debido a la dificultad de determinar la especie a partir sólo de la semilla. El número total de semillas ascendió a 6644 para el talud norte y a 6365 para el sur, siendo *Portulaca oleracea* la especie más abundante en ambas vertientes.

En la tabla 3 se indica la clase de tamaño de las semillas de cada una de las especies. La contribución de cada clase de tamaño al número total de semillas

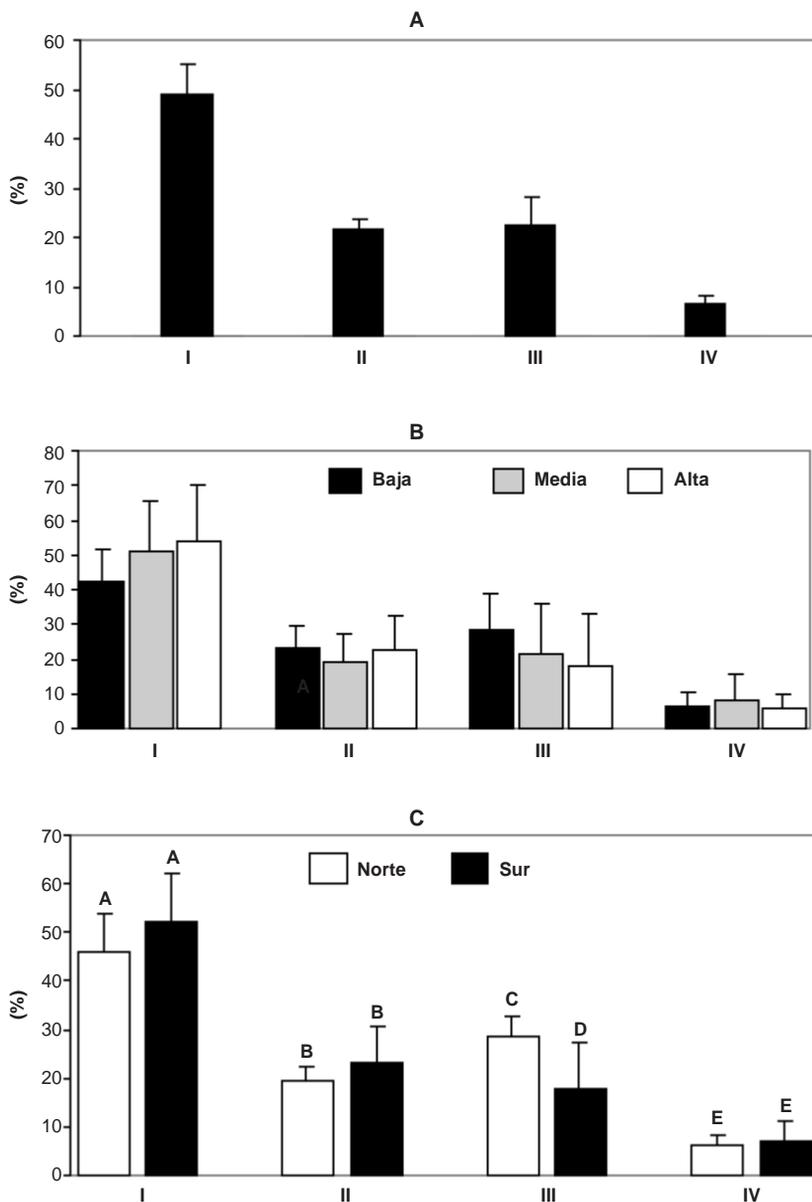


Figura 3. Contribución porcentual de cada clase de tamaño al número de semillas por muestra para el total de muestras ($n = 18$) (a), para cada posición en la ladera ($n = 6$) (b) y para cada exposición, ($n = 9$) (c). Letras distintas señalan diferencias significativas al nivel $p < 0.05$.

por muestra responde a un patrón de densidad negativamente relacionado con el tamaño: a mayor tamaño, menor densidad (figura 3a), aunque este patrón se desvía respecto a la clase de tamaño III que tiene una densidad ligeramente superior a la clase II. Sin embargo, la proporción de semillas pertenecientes a cada clase de tamaño no difirió estadísticamente entre cada una de las partes en que fue dividida la ladera (alta, media y baja) (figura 3b). A pesar de ello, sí se apreció una tendencia de las semillas de la clase III (2.5 a 4 mm) a aumentar hacia la parte baja y las de la clase I (menor de 1 mm) a disminuir. Por otro lado, la exposición sí que tuvo una influencia sobre dicha proporción ($F = 5.232$; $gl = 1$; $p = 0.036$), que sólo se manifestó en el análisis a posteriori en la clase de tamaño III, que fue significativamente mayor en el talud orientado al norte que el orientado al sur (figura 3c).

Discusión

La distribución del recubrimiento vegetal a lo largo de los taludes estudiados no presentó ningún patrón que permita pensar que este factor condicione la distribución del banco de semillas. Sin embargo, el arrastre de semillas sí parece ser responsable de las diferencias en la distribución de las semillas respecto de la posición en la ladera. Así, la densidad de semillas a lo largo del talud se distribuyó según el gradiente propuesto y la distancia al pie del talud explicó el 24% de la variación en la densidad de semillas. Aun así, los datos presentan una elevada varianza debido a la tendencia a la agregación espacial de las semillas. Esta heterogeneidad espacial observada es similar a los resultados obtenidos en múltiples estudios, que afirman que este tipo de distribución es inherente a los bancos de semillas (Benoit et al., 1989; Guo et al., 1998). Diversos autores sostienen que la distribución agregada del banco de semillas es incluso superior a la que presentan las comunidades vegetales establecidas (Bigwood & Inouye, 1988; Ferrandis et al., 1996). Otro factor que contribuye a generar este patrón agregado es la microtopografía. En ocasiones, semillas dispersadas por el viento o el agua se acumulan en microdepresiones u obstrucciones (Kemp, 1989).

Estos resultados apuntan de todas formas a que el arrastre de semillas es bajo, bien porque la erosión en estos ambientes no es tan alta como se pretende, o bien porque no ha estado actuando el suficiente tiempo (menos de seis años en el presente estudio) o bien debido a las estrategias múltiples que tienen las semillas para no ser arrastradas. Así, García-Fayos & Cerdà (1997), muestran que las semillas con apéndices y las que producen mucílagos son arrastradas en menor medida de lo que cabría esperar por su tamaño. Sin embargo, el análisis de este aspecto no se ha podido abordar por la falta de información en muchas de las semillas. Por otro lado, las muestras de las partes próximas al borde del talud presentaron desviaciones muy elevadas, lo que se explicaría por estar más afectadas por la vegetación que se instala en las calzadas superior e inferior que por la propia dinámica del talud.

La menor densidad de semillas en el talud orientado al sur respecto al norte apoya la teoría de Pakeman et al. (1999), que señala que alta radiación y altas

temperaturas se relacionan negativamente con la densidad de semillas. Ello puede tener su causa en que las laderas más cálidas y más soleadas también presentan menor vegetación, como ocurre en el presente estudio, ya que el crecimiento herbáceo y su supervivencia es más baja en exposiciones sur (Nelson & Chew, 1977). Asimismo, en el talud orientado al sur la riqueza de especies representadas en el banco de semillas fue menor que en la norte, lo que también se puede relacionar con la menor riqueza de especies en la vegetación instalada (tabla 1). La riqueza de especies respecto a la posición en la ladera presentó una elevada heterogeneidad espacial que impidió obtener un patrón claro cuando se analizaron ambas orientaciones conjuntamente. Sin embargo, al analizar por separado ambas vertientes se encontró que sólo en la ladera norte se manifiesta un efecto de la posición de la muestra en la ladera sobre la riqueza específica, haciéndolo en el sentido esperado.

La densidad de semillas en función de su tamaño confirma la tesis de que semillas más pequeñas generan bancos de semillas más numerosos y viceversa (Thompson & Grime, 1979). En el presente estudio, la alta heterogeneidad espacial vuelve a enmascarar algunas tendencias que se observan a escala de talud en este aspecto. Una de las clases de semillas grandes (clase III, de 2.5 a 4 mm) aumenta su proporción conforme descendemos en el talud, al contrario de lo hipotetizado. Asimismo, dicha clase de tamaño es la única que presenta una mayor densidad en el talud orientado al norte que en el orientado al sur, siendo estas diferencias significativas estadísticamente. Este fenómeno se podría explicar por la relación existente entre el tamaño de las semillas y el éxito diferencial de plántulas originadas a partir de ellas en condiciones de competencia. Así, cuanto mayor es la densidad de la vegetación establecida, mayor es la competencia que sufren las plántulas y, por tanto, aquellas especies que acumulen más reservas en sus semillas (semillas más grandes) tendrán mayor ventaja competitiva que las plántulas originadas a partir de semillas más pequeñas (Westoby, 1996).

Por tanto, los datos aportados en el presente artículo apoyan la hipótesis de que la erosión hídrica y la exposición son agentes que controlan la distribución del banco de semillas en ambientes como los taludes de carretera, aunque su importancia relativa no es muy grande, dado que muchos factores actúan sobre la reserva de semillas del suelo y es difícil establecer la importancia de cada uno de ellos.

Agradecimientos

Agradecemos la ayuda del personal del Laboratorio de Análisis de Suelos del Centro de Investigaciones sobre Desertificación por la realización de los análisis correspondientes al substrato y la de un revisor anónimo por su colaboración en la mejora del manuscrito. Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación del proyecto 1FA97-0551 del programa FEDER.

Bibliografía

- Alcañiz, J.M.; García Galindo, X.; Lloret, F. 1998. Banc de llavors i densitat de plàntules en sòls restaurats amb fangs de depuradora. *Orsis* 13: 91-104.
- Andrés, P.; Zapater, V. 1996. Stabilization of motorway slopes with herbaceous cover, Catalonia, Spain. *Restoration Ecology* 4: 51-60.
- Benoit, D.L.; Kenkel, N.C.; Cavers, P.B. 1989. Factors influencing the precision of soil seed bank estimates. *Canadian Journal of Botany* 67: 2833-2840.
- Bigwood, D.W.; Inouye, D.W. 1988. Spatial patterns analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. *Ecology* 69: 487-507.
- Cerdà, A.; García-Fayos, P. 1995. Relaciones entre las pérdidas de agua, suelo y semillas en zonas acarcavadas. Influencia de la pendiente. *Cuadernos Investigación Geográfica* 20-21: 47-63.
- Chambers, J.C.; MacMahon, J.A.; Haefner, J.H. 1991. Seed entrapment in alpine ecosystems: effects of soil particle size and diaspore morphology. *Ecology* 72: 1668-1677.
- Ferrandis, P.; Herranz, J.M.; Martínez-Sánchez, J.J. 1996. The role of soil seed bank in the early stages of plant recovery after fire in a *Pinus pinaster* forest in SE Spain. *Journal of Wildland Fire* 6: 31-35.
- García-Fayos, P.; Cerdà, A. 1997. Seed losses by surface wash in degraded Mediterranean environments. *Catena* 29: 73-83.
- Guo, Q.; Rundel, P.W.; Goodall, D.W. 1998. Horizontal and vertical distribution of desert seed banks: patterns, causes, and implications. *Journal of Arid Environments* 38: 465-478.
- Kemp, P.R. 1989. Seed bank and vegetation processes in deserts. *In*: M.L. Leck, V.T. Parker, and R.L. Simpson (ed.) *Ecology of soil seed banks*, Academic Press. San Diego, p. 257-281.
- Nelson, J.F.; Chew, R.M. 1977. Factors affecting seed reserves in the soil of a Mojave desert ecosystem, Rock Valley, Nye county, Nevada. *The American Midland Naturalist* 2: 300-320.
- Nicolau, J.M.; Asensio, E. 2000. Rainfall erosion on opencast coal-mine lands: ecological perspective. *Land Reconstruction and Management* 1: 51-73.
- Pakeman, R.J.; Cummins, R.P.; Miller, G.R.; Roy, D.B. 1999. Potential climatic control of seedbank density. *Seed Science Research* 9: 101-110.
- Pérez Cueva, A.J. 1994. Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1990). Generalitat Valenciana. Valencia. 208 p.
- Siniscolo, C.; Reyneri, A.; Ciotti, A.; Peyron, A.; Pala, S. 1998. Use of wild plant herbaceous species for revegetation. *Proc. Plant Biotechnology as a tool for the exploitation of a Mountain lands*. Ed. S. Scannerini. *Acta Hort*, 457: 371-377
- Thompson, K.; Grime, J.P. 1979. Seasonal variation in the seed bank of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67: 893-921.
- Thompson, K.; Band, S.R.; Hodgson, J.G. 1993. Seed size and shape predict persistence in soil. *Functional Ecology* 7: 236-241.
- Westoby, M. 1996. Generalization in Functional Plant Ecology: the species sampling problem, plant ecology strategy schemes, and phylogeny. *In*: Pugnaire and Valladares (ed.). *Handbook of Functional Plant Ecology*. Marcel Dekker. New York, p. 877-892.