

LA RESERVA DE SEMILLAS EN UNA CUENCA DE "BADLANDS" (PETRER, ALICANTE)¹

P. GARCÍA-FAYOS* & T. M.^a RECATALÁ**

RESUMEN.- Se estudia el número de semillas presentes en la superficie de las laderas de una cuenca de "badlands" en Petrer (Alicante) y en los sedimentos producidos por cinco episodios de lluvia. Se discute la relación entre la erosión y la ausencia de vegetación de dichas laderas. Los resultados sugieren cierta redistribución y pérdida de semillas por erosión, aunque esto no es suficiente, aparentemente, para explicar la falta de vegetación, debiéndose considerar la influencia de otros factores como el edafoclima y el sustrato sobre la germinación y el desarrollo de las plantas.

ABSTRACT.- In order to determine the influence of erosion in the absence of vegetation of badlands slopes, the seed content of the regolith and the seed removal by runoff in five storms were analyzed in an experimental catchment at Petrer (Alicante). Both, seed redistribution and seed loss were detected, but these seem to be insufficient to explain the lack of vegetation. It is hypothesized that besides the erosion process, factors such as pedoclimat, and chemical and physical properties of the regolith should be considered.

RÉSUMÉ.- On étudie le nombre de graines trouvées sur la surface des versants de "badland" de trois petits bassins à Petrer (Alicante), ainsi que dans les sédiments recueillis après cinq épisodes de pluie. On discute la relation entre l'érosion et l'absence de végétation sur ces versants. Les résultats suggèrent une redistribution et perte des graines par érosion, bien que cela ne semble pas suffisant pour expliquer le manque de végétation, ce que obligerà à considérer d'autres facteurs comme l'influence du pédoclimat et du substrat sur la germination et le développement des plantes.

Key-words: Soil seed bank, badlands, erosion, Alicante (Spain).

La palabra "badland" es un término geomorfológico que se utiliza comúnmente para designar áreas intensamente disectadas por la erosión, en las que el sustrato geológico aflora de manera generalizada y en las que la

¹Recibido en febrero de 1992.

* U.E.I. Desertificación, IATA (CSIC), C/ Jaime Roig, 11. 46010-Valencia.

** Departamento de Geografía, Universidad de Valencia. Apartado 22060, 46080-Valencia.

vegetación es rala o está ausente. A pesar de la escasa superficie que representan respecto al resto de los ecosistemas mediterráneos, los "badlands" han sido estudiados sobre todo en relación a los procesos de erosión y a sus implicaciones geomorfológicas (ver p. ej. BRYAN, 1987; BRYAN & YAIR, 1982; CALVO & HARVEY, 1989; LÓPEZ-BERMÚDEZ & ROMERO-DÍAZ, 1989; SALA *et al.*, 1990). Sin embargo, los aspectos de vegetación han sido mucho menos tratados, dominando los estudios descriptivos (ALEXANDER & CALVO, 1990; BROWN, 1971; BUTLER *et al.*, 1986; KORZHENEVSKII & KLYUKIN, 1989).

Habitualmente se ha responsabilizado de la total o casi total ausencia de vegetación de estas zonas a la erosión. Sin embargo, no existe información empírica ni experimental de cómo la erosión interviene en la desaparición de la vegetación y en la aparente ausencia de recolonización posterior. En este sentido, el presente trabajo pretende aportar información sobre la influencia del proceso de erosión en la colonización vegetal. Para ello partimos de la siguiente hipótesis: si la erosión fuera el factor limitante en la colonización vegetal actuaría eliminando las semillas de la superficie del suelo, por lo que la reserva de semillas debería de ser nula o insignificante.

1. Material y métodos

Con objeto de comprobar esta hipótesis, se han iniciado una serie de trabajos en una pequeña cuenca tributaria de la Rambla de Molinos (Petrer, Alicante). Dicha cuenca tiene una superficie de 5.620 m², antiguamente dedicada en parte a cultivos, de los que quedan restos de algunas terrazas y árboles. Dicha zona corresponde litológicamente a margas cretácicas del Senoniense recubiertas por una capa de espesor variable de sedimentos del Cuaternario. El reglito se caracteriza por una textura dominada por las fracciones finas (50-54% de limo y 35-40 % de arcilla), una elevada salinidad (entre 4 y 25 mmhos.cm⁻²) y un pH superior a 8.

La precipitación anual es de 370 mm, siendo la temperatura media anual 12°C. La orientación del barranco principal es de E-W por lo que se presentan laderas de orientación muy contrastada (S-N). Los procesos de erosión principales son los de escorrentía superficial, formación de canales superficiales, formación de tubos interiores y movimientos en masa.

La vegetación de la cuenca corresponde a un matorral poco denso, producto de la degradación de coscojares con espinos negro y lentisco (*Rhamno-Quercetum cocciferae*). En las laderas con mayor densidad de vegetación, este matorral está dominado por herbáceas perennes (*Stipa tenacissima*, *Helictotrichon filifolium* y *Brachypodium retusum*) y pequeños y medianos arbustos (*Fumana ericoides*, *Coronilla minima* subsp. *lotooides*, *Bupleurum frutescens*, *Sedum sediforme*, *Phagnalon saxatile*, *Erica multiflora* y *Helichrysum stoechas*). En las laderas más erosionadas, la vegetación es escasa e incluso nula, dominando *Lygeum spartum*, *Cheirolophus intybaceus*, *Salsola genistoides* y *Moricandía arvensis*. En las zonas de sedimentación dominan *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*,

Cistus albidus, *C. intybaceus*, *Plantago albicans* y *Dorycnium pentaphyllum* subsp *gracile*.

Dentro de la cuenca hemos delimitado tres subcuencas, A, B y C, con una superficie de 245, 335 y 322 m² respectivamente. Las dos primeras están orientadas al sur, y la tercera al norte. La subcuenca A no tiene vegetación, en la subcuenca B hay una estrecha franja de coluviones (en el canal central de la misma) que están colonizados por *L. spartum*, *S. sediforme*, *S. genistoides* y *P. saxatile* y la subcuenca C tiene una cobertura vegetal del 30%, dominando *B. retusum*, *H. stoechas* y *L. spartum*.

En marzo de 1991 se tomaron en cada subcuenca 30 muestras superficiales con una sonda cilíndrica de 5,5 cm. de diámetro y 6 cm. de altura. Estas muestras se tomaron exclusivamente sobre la superficie del "badland" y se distribuyeron estratificadamente para poder detectar posibles diferencias debidas al transporte de sedimentos, de manera que 10 correspondieran a la parte alta de la subcuenca, 10 a la parte media y 10 a la parte baja. En total se muestreó una superficie de 2,1 m² correspondiendo 0,7 m² a cada subcuenca. Las muestras se llevaron al laboratorio, se secaron al aire y se almacenaron dentro de bolsas de plástico, en la oscuridad y a una temperatura de 2-4°C. Durante los meses siguientes se estudió el contenido de semillas. Para ello se introdujo cada muestra en una solución dispersante de hexametáfosfato sódico al 5%, agitándose durante 20 minutos y vertiéndose después sobre una batería de tamices de 2 mm., 1 mm., 0,5 mm. y 0,25 mm. de luz. El proceso se repitió hasta que no quedaba muestra sin dispersar. El contenido de los tamices se secó en estufa a 40°C y se procedió a su examen con lupa binocular de 20-40 aumentos. Las semillas extraídas se compararon con una colección patrón confeccionada a partir de las especies del área de estudio.

Al mismo tiempo, aprovechando la existencia de una instalación de aforos para medir escorrentía y sedimentos en las subcuencas A y B y uno general para el conjunto de la cuenca, se muestrearon los sedimentos arrastrados por la lluvia desde diciembre de 1990, con el objeto de cuantificar la pérdida de semillas por erosión.

2. Resultados y discusión

La densidad de semillas en el regolito para el conjunto de la cuenca es de 252 semillas.m⁻², valor muy pequeño, máxime si tenemos en cuenta que sólo una parte de ellas serán viables. Esta densidad sólo es comparable con los mínimos valores hallados en los desiertos norteamericanos de Sonora y Mojave y en las estepas arbustivas semiáridas de Utah (400, 269 y 92 semillas.m⁻² respectivamente, KEMP, 1989).

Comparando los resultados entre subcuencas, se observa que tanto la densidad de semillas como el número de especies presentes son mayores en la subcuenca sin vegetación (subcuenca A) que en las otras dos (tabla 1). Aunque estas diferencias no son significativas ($H = 1,82$ $p = 0,5261$ 2 gl. test de Kruskal-Wallis), no se corresponden con lo que cabría esperar al considerar la cobertura de vegetación de cada subcuenca.

TABLA 1
 Densidad de semillas y número de especies en la superficie del regolito para las distintas subcuencas y sectores considerados. (*Seed density and species number on the badland surface of catchments and slope sectors*).

		SUBCUENCA A	SUBCUENCA B	SUBCUENCA C	TOTAL
PARTE SUPERIOR	sem.m ⁻²	168,1	126,0	42,0	112,0
	sem.kg ⁻¹	2,5	2,8	0,9	2,1
	nºespecies	3	2	5	5
PARTE MEDIA	sem.m ⁻²	294,1	420,2	378,1	364,0
	sem.kg ⁻¹	4,6	7,9	7,3	6,5
	nºespecies	5	4	4	9
PARTE INFERIOR	sem.m ⁻²	462,2	252,1	126,0	280
	sem.kg ⁻¹	6,4	4,1	2,3	4,5
	nºespecies	5	4	3	9
TOTAL	sem.m ⁻²	308,1	266,1	182,1	252,0
	sem.kg ⁻¹	4,6	5	3,6	4,4
	nºespecies	10	8	7	18

La baja densidad de semillas encontrada puede ser consecuencia tanto de una escasa entrada de semillas, como de la pérdida de semillas por erosión a partir de una deposición mayor. Actualmente estamos estudiando la entrada aérea de semillas en la zona de estudio (GARCÍA-FAYOS & RECATALÁ, en prep.). Los datos de que disponemos, aunque provisionales por la brevedad del período considerado (de abril-1991 a abril-1992), indican un valor de 54 semillas.m⁻².año⁻¹, lo que supone el 21% de las semillas de la reserva del suelo.

Respecto a una posible pérdida de semillas por erosión existen dos evidencias, por un lado la distribución espacial de las semillas dentro de las subcuencas y, por otro, la salida de semillas de la cuenca a través de los aforos.

Los datos de distribución espacial de las semillas en las subcuencas apoyan en parte la hipótesis de redistribución de las semillas en el sentido de que la erosión las arrastra ladera abajo, siendo mayor su densidad en los tramos medio e inferior (tabla 2) (H = 6,30 p = 0,0428, 2 gl. test de Kuskal-Wallis).

Respecto a la pérdida de semillas del sistema por escorrentía, en la tabla 2 se presentan los resultados. A partir de los datos de la reserva del suelo expresados en n.º de semillas-Kg⁻¹ (tabla 1), se comprueba una importante concentración de semillas en los sedimentos, del orden de 6 a 20 veces más que en el regolito. Para poder comparar estos datos de pérdida de semillas

RESERVA DE SEMILLAS EN "BADLANDS"

TABLA 2

Densidad de semillas y número de especies de los sedimentos recogidos en los afloramientos de la cuenca y de las subcuencas A y B. (*Seed density and species number in sediments of general and A and B flumes*).

		DIC-90	ENE-91	MAR-91	OCT-91	FEB-92
CUENCA	sem.kg ⁻¹	85,2	24,3	49,8	20,1	---
	nºespecies	16	7	9	5	-
SUBCUENCA A	sem.kg-1	---	---	---	0	272
	nºespecies	-	-	-	0	21
SUBCUENCA B	sem.kg ⁻¹	---	---	---	13,5	82
	nºespecies	-	-	-	1	13

por escorrentía con la reserva de semillas de la superficie del "badland", hemos calculado para cada subcuenca y para cada episodio de lluvia el número total de semillas existentes y perdidas (tabla 3 y 4). Al carecer de datos de diciembre de 1990 a marzo de 1991 para las subcuencas, se les ha asignado unas pérdidas a partir del reparto proporcional de los valores correspondientes al aforo general de la cuenca, como si fueran las únicas que aportan sedimentos. Ello supone una sobrevaloración de las pérdidas

TABLA 3

Estimación del número de semillas presentes en el regolito de las subcuencas A y B. (*Stimulation of the seed reserve in the regolith of catchments A and B*).

	densidad (sem.m ²)	superficie (m ²)	nº semillas
SUBCUENCA A	308,1	245	75484,5
SUBCUENCA B	266,1	335	89143,5

TABLA 4

Estimación del número de semillas perdidas por erosión en los afloramientos A y B. (*Stimulation of the seed losses by erosion in flumes A and B*).

	densidad (sem.kg ⁻¹)					sedimentos (Kg)					nº semillas
	DIC 90	ENE 91	MAR 91	OCT 91	FEB 92	DIC 90	ENE 91	MAR 91	OCT 91	FEB 92	
SUBCUENCA A	36,0	10,3	21,0	0,0	272,0	14,91	23,36	15,71	1,08	58,53	17612,8
SUBCUENCA B	49,2	14,0	28,8	13,5	82,0	20,38	31,93	21,48	0,74	104,13	10616,9

dado que, por un lado, los sedimentos no provienen sólo de estas dos subcuencas y, por otro lado, la cuenca debe tener en conjunto una densidad de semillas mucho mayor, al incluir tanto laderas desnudas (65%) como otras con vegetación (35%). Con todo, el total de la escorrentía del período estudiado (14 meses) ha supuesto como máximo la pérdida del 23% de la población de semillas de las laderas de "badland", lo que se compensa con la entrada aérea de semillas.

Atendiendo a la composición específica de las semillas del regolito (tablas 5 y 6), más del 65% de las mismas pertenecen a especies como *S. sediforme*, *E. multiflora*, *Phagnalon rupestre*, *P. saxatile* y *H. stoechas*, que sólo se encuentran en la zona de estudio colonizando coluvios o sedimentos recientes. Del resto de especies que acompañan a éstas, destacan *L. spartum*, *C. intybaceus*, *S. genistoides* y *M. arvensis*. La dominancia del primer grupo de especies debe de estar relacionada con su gran producción de semillas por individuo y el modo de dispersión de las mismas, por el viento. La baja proporción de las especies del segundo grupo se explicaría por una menor producción y la ausencia o menor efectividad de los mecanismos de dispersión por el viento, debido al tamaño y a otras características morfológicas de las semillas.

El orden de abundancia de las especies en los sedimentos es en algunos casos comparable a la del regolito. *S. sediforme* domina en ambos y *C. intybaceus*, *L. spartum*, *M. arvensis* y *S. genistoides* mantienen muy constante su presencia. Otras especies muestran una estacionalidad más marcada, como *E. multiflora*, *Phagnalon rupestre*, *Ph. saxatile* y *H. stoechas*, de manera que su proporción e incluso su aparición en los sedimentos está relacionada con la fecha de dispersión de sus semillas.

TABLA 5

Composición de especies en la reserva de semillas del regolito para el conjunto de las tres subcuencas y en los sedimentos recogidos en el aforo general. (*Species composition in the joint seed reserve of A, B and C catchments and in the sediments of the general flume*).

	REGOLITO	SEDIMENTO			
		DIC-90	ENE-91	MAR-91	OCT-91
<i>Sedum sediforme</i>	33%	49%	67%	61%	40%
<i>Erica multiflora</i>	27%	3%	5%	0%	0%
<i>Phagnalon sp. pl.</i>	10%	0%	0%	0%	20%
<i>Helichrysum stoechas</i>	6%	7%	3%	0%	0%
<i>Cistus albidus</i>	0%	13%	13%	18%	13%
<i>Cheirolophus intybaceus</i> <i>Lygeum spartum</i> <i>Moricandia arvensis</i> <i>Salsola genistoides</i>	6%	4%	3%	8%	7%
Otras	18%	24%	9%	13%	20%

RESERVA DE SEMILLAS EN "BADLANDS"

TABLA 6

Porcentaje de semillas de las especies más comunes en la reserva de semillas del regolito y en los sedimentos recogidos en el aforo de las subcuencas A y B.
(Species composition in the seed reserve and in the sediments of the flumes for catchments A and B.)

	SUBCUENCA A			SUBCUENCA B		
	REGOLITO	SEDIMENTO		REGOLITO	SEDIMENTO	
<i>Sedum sediforme</i>	27%	0%	18%	32%	0%	19%
<i>Erica multiflora</i>	36%	0%	18%	11%	0%	29%
<i>Phagnalon sp. pl.</i>	4%	0%	8%	21%	100%	19%
<i>Helichrysum stoechas</i>	0%	0%	15%	5%	0%	10%
<i>Cheirolophus inybaeus</i> <i>Lygeum spartum</i> <i>Moricandia arvensis</i> <i>Salsola genisoides</i>	4%	0%	6%	5%	0%	2%
Otras	29%	0%	35%	26%	0%	21%

3. Conclusiones

El análisis de la reserva de semillas del "badland" estudiado indica que aunque su densidad es muy pequeña, es comparable a la de medios con baja cobertura vegetal. La erosión actúa sobre las semillas tanto redistribuyéndolas como extrayéndolas de las laderas, sin embargo el balance entre pérdida y entrada de semillas en el "badland" parece estar equilibrado. Se concluye pues, que la erosión "per sé" no puede explicar la ausencia de vegetación, por lo que habrá que considerar además otros factores limitantes de la germinación y crecimiento vegetal. Estos podrían ser tanto las propiedades físicas y químicas del sustrato (p. ej. compactación, sensibilidad a los procesos de humectación-deseccación de la superficie, salinidad), como las condiciones climáticas y microclimáticas (p. ej. aridez, alternancia térmica, altas temperaturas).

Agradecimientos. La realización del presente trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la CICYT a través del proyecto NAT89-1072-C06-04, del Programa Nacional de Conservación del Patrimonio Natural y Degradación Ambiental. Queremos expresar nuestro agradecimiento a A. Cerdá por su colaboración en la toma de muestras, a A. Calvo, M. J. Molina y M. Dupré por su ayuda en distintas fases del manuscrito.

Referencias

- ALEXANDER, RW. & CALVO, A. (1990): The influence of lichens on slope processes in some spanish badlands. In J. B. Thornes (ed.) *Vegetation and Erosion* pp. 385-398, J. Wiley, Chichester.
- BROWN, R. W. (1971): Distribution of plant communities in south-eastern Montana badlands. *Am. Midl. Nat.* 85: 458-477.

- BRYAN, RB. (ed.) (1987): *Rill erosion. Processes and significance*, Catena supplement n.º 8, Catena, 160 pp. Cremlingen.
- BRYAN, RB. & YAIR, A. (eds.) (1982): *Badlands. Geomorphology and Piping*, Geo Books, 408 pp. Norwich.
- BUTLER, J.; GOETZ, H. & RICHARDSON, J. L. (1986): Vegetation and soil landscape relationships in the Nort Dakota badlands. *Am.Midl.Nat.* 116: 378-386.
- CALVO, A. & HARVEY, AM. (1989): Morphology and development of selected badlands in sout-heast Spain. In A. C. Imeson & R. S. De Groot (eds.) *Landscape-Ecological Impacte of Climatic Change. Discussion Report on Mediterranean Region*, pp. 150-162, University of Wageningen, Wageningen.
- KEMP, PR. (1989): Seed banks and vegetation processes in deserts. In M. A. Leck, V. T. Parker & R. L. Simpson *Ecology of Soil Seed Banks*, pp. 257-281, Academic Press, San Diego.
- KORZHENIVSKII, V. V. & KLYUKIN, A. A. (1989): Vegetation of Crimean badlands. *Soviet Journal of Ecology* 20: 338-344.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. & ROMERO DÍAZ, MA. (1989): Piping erosion and badland development in SE Spain. In A. Yair & S. Berkowicz (eds.) *Arid and Seminarid Environments: Geomorphological and pedological aspects*. Catena Supplement, 14: 59-73. Catena, Cremlingen.
- SALA, M., RUBIO, J. L. & GARCÍA-RUIZ, JM. (1990): *Soil Erosion Studies in Spain*. Geoforma Ediciones, 228 pp., Logroño.