

DINÀMICA ANUAL DE L'EMERGÈNCIA DE PLÀNTULES A LES ÀREES AIXARAGALLADES DE LA CONCA DE VALLCEBRE (ALT LLOBREGAT)¹

R. GUÀRDIA,² C. ALCÁNTARA² & J.M. NINOT²

ABSTRACT

Natural germination and survival of seedlings in the badlands of Vallcebre (southeastern Pyrenees).

As a general feature the vegetation inhabiting the badlands is very scattered and it is closely related to that of the non-eroded neighbouring zones. The aim of this study is to examine seedling emergence and mortality and their relationship with erosive processes, as determinant factors in establishment of native species in the badlands of Vallcebre.

Seedling emergence and mortality were recorded between April 1990 and December 1991, on two permanent plots in a badland catchment: one on the upper part of slope and the other along the slope, perpendicularly to the first.

Noticeable emergence was found, although the average density of seedlings (36.8 ± 4.1 individuals.m⁻²) was low when referred to other communities or even to the seed bank recorded in the same badlands. Topographic position had an important effect on seedling emergence, as germination on the upper part of slope was twice that on the slope. Germination occurred mainly between May and July. Seedling composition was related to current vegetation in the badlands, and also to that of the seed bank, at least for the most abundant species. Seedling survival was relatively high in the first life year, but it lowered drastically in the second. Erosive processes (especially intense in late summer) do not appear to affect the mortality of seedlings, as they died all around the year.

Key words: Seedlings, Colonization, Badlands, Erosion, Pyrenees.

RESUM

En aquest estudi els autors analitzem l'emergència i la mortalitat de plàntules en relació amb els processos erosius als terrers o badlands de Vallcebre, com a possibles aspectes determinants en l'establiment de la vegetació en aquests ambients poc favorables.

L'emergència i la mortalitat de plàntules es varen comptabilitzar durant un any i mig en dos transectes permanents d'un mateix terrer, l'un a la part superior i l'altre al llarg del vessant.

¹ Aquest treball s'ha dut a terme dins del projecte de la DGICYT AMB93-0844-C06-05.

² Departament de Biologia Vegetal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 645. E-08028 Barcelona.

Les densitats de plàntules aparegudes (mitjana de $36,8 \pm 4,1$ individus.m⁻²), són bastant notables, tot i que resten relativament baixes comparades amb altres comunitats, o si tenim en compte el banc de llavors dels mateixos badlands. La posició topogràfica té un important efecte en l'emergència de plàntules, atès que les densitats al transecte superior van ser dos cops més altes que al del vessant. Les germinacions es produïren majoritàriament entre el maig i el juliol. La composició específica de la població de plàntules resulta molt estretament relacionada amb la de la vegetació dels mateixos terrers, i també amb la del corresponent banc de llavors, almenys pel que fa a les espècies més abundants. La supervivència de les plàntules és relativament alta el primer any de vida, però decreix fortament el segon any. Els processos erosius, especialment intensos a les darreries d'estiu, no sembla que influeixin directament en la mortalitat de les plàntules, ja que aquestes van desapareixent al llarg de tot l'any.

1. Introducció

Les zones fortament aixaragallades o terrers (badlands en la terminologia anglosaxona) s'originen en àrees on la roca mare ha quedat al descobert i, per les seves pròpies característiques, s'erosiona de manera relativament ràpida. A la Conca de Vallcebre (Alt Llobregat, Berguedà) aquest tipus de formacions són especialment freqüents i, encara que ocupen poca extensió, són la principal font de sediments de la conca (CLOTET *et al.* 1988).

Els processos erosius que porten a la formació dels badlands generen una successió regressiva que condueix cap a la manca gairebé completa de vegetació (GUÀRDIA & NINOT, 1992). Les comunitats inicials solen ser pastures mesoxeròfiles de l'*Aphyllanthion*, generalment amb un estrat arborel no gaire dens de pi roig (*Pinus sylvestris*). A la part superior dels terrers s'observa un fort contrast entre aquestes pastures encara ben constituïdes, amb recobriments de gairebé el 100 % i força diverses florísticament, i l'exigüïtat del mantell vegetal que caracteritza els badlands.

Diversos estudis sobre la successió en àrees on s'han produït esclavissades, ambients que en certa manera són comparables als badlands pel fet que són indrets on s'ha perdut la capa superficial del sòl i la coberta vegetal, han posat de manifest la importància que té en aquest procés la proximitat d'una font de diàspores que garanteixi l'aport de llavors per a desencadenar el procés de colonització i, en conseqüència, frenar l'erosió (MILES & SWANSON, 1986; GUARIGATA, 1990). Als terrers de la conca de Vallcebre les plantes que constitueixen les pastures veïnes podrien actuar com a font de llavors, sobretot tenint en compte la seva proximitat. Per altra banda, s'ha detectat l'existència d'un banc de llavors als badlands de la zona d'estudi (GUÀRDIA, 1995) que, encara que és bastant minso, permet descartar l'hipòtesi que la seva recolonització no es produeix per la manca d'arribada de diàspores.

L'objectiu d'aquest treball és conèixer si es produeix o no germinació de llavors en aquest tipus de formacions i, si és així, quina és la mortalitat de les plàntules i quina relació té amb la dinàmica dels processos erosius.

2. Àrea d'estudi

2.1. Característiques generals

El present treball s'ha centrat en les àrees aixaragallades de Cal Carot a la Conca de Vallcebre (figura 1). El bioclima de la zona és axeromèric (BOLÒS & VIGO, 1984), caracteritzat per la manca de mesos tèrmicament glacials i l'absència de mesos àrids. L'altitud de la conca abasta des dels 800 als 1300 m; concretament la localitat de les parcel·les d'estudi se situa a 1230 m. El substrat sobre el qual s'han desenvolupat els badlands correspon a argiles de fàcies Garumniana. Aquest tipus de formacions presenten vessants bastant curts, amb forts pendents i separats per crestes generalment agudes (figura 2).

2.2. Dades climàtiques del període d'estudi

L'estació meteorològica més propera de la que es disposa de temperatures del període d'estudi és la de Cal Parissa, situada lleugerament per sobre de Cal Carot, a una altitud de 1500 m. A la figura 3 s'han representat les temperatures mitjanes des del juliol del 1989 fins al desembre del 1991.

L'any 1991 va ser en general més fred que els altres dos. El febrer va ser especialment fred i a l'octubre les temperatures mitjanes van ser les més baixes dels 3 anys, bàsicament perquè les mínimes van ser inferiors a les dels altres anys. A la taula 1 es compara la mitjana anual de les màximes, mínimes i mitjanes del 1990 i 1991. Aquests valors mitjans també posen de manifest que el 1991 va presentar en general temperatures inferiors a les del 1990.

S'ha de tenir en compte que aquests valors corresponen a la temperatura de l'aire. A la part superficial del sòl, en un ambient tan desprotegit com són els terrers, les oscil·lacions de temperatura són més grans i es donen valors màxims i mínims més extrems (REGÜÉS *et al.*, en premsa).

La distribució mensual de les precipitacions de la localitat de Vallcebre per als anys 1989, 1990 i 1991 s'ha representat a la figura 4. L'any 1990 es va recollir la precipitació més alta dels 3 anys considerats (993,0 mm), la qual és superior al valor mitjà calculat per un període de 10 anys (978,9). Si analitzem aquestes diferències per mesos, s'observa que van ser els mesos de maig, juny, agost i setembre de 1990 els que van presentar precipitacions especialment altes respecte als mateixos mesos dels altres anys.

3. Metodologia

El seguiment de la germinació que es produeix als terrers es va realitzar en dos transectes localitzats en un mateix vessant a la zona aixaragallada de Cal Carot; el vessant està orientat al Nord i té uns pendents força elevats, que en algunes zones arriben fins als 40 graus.

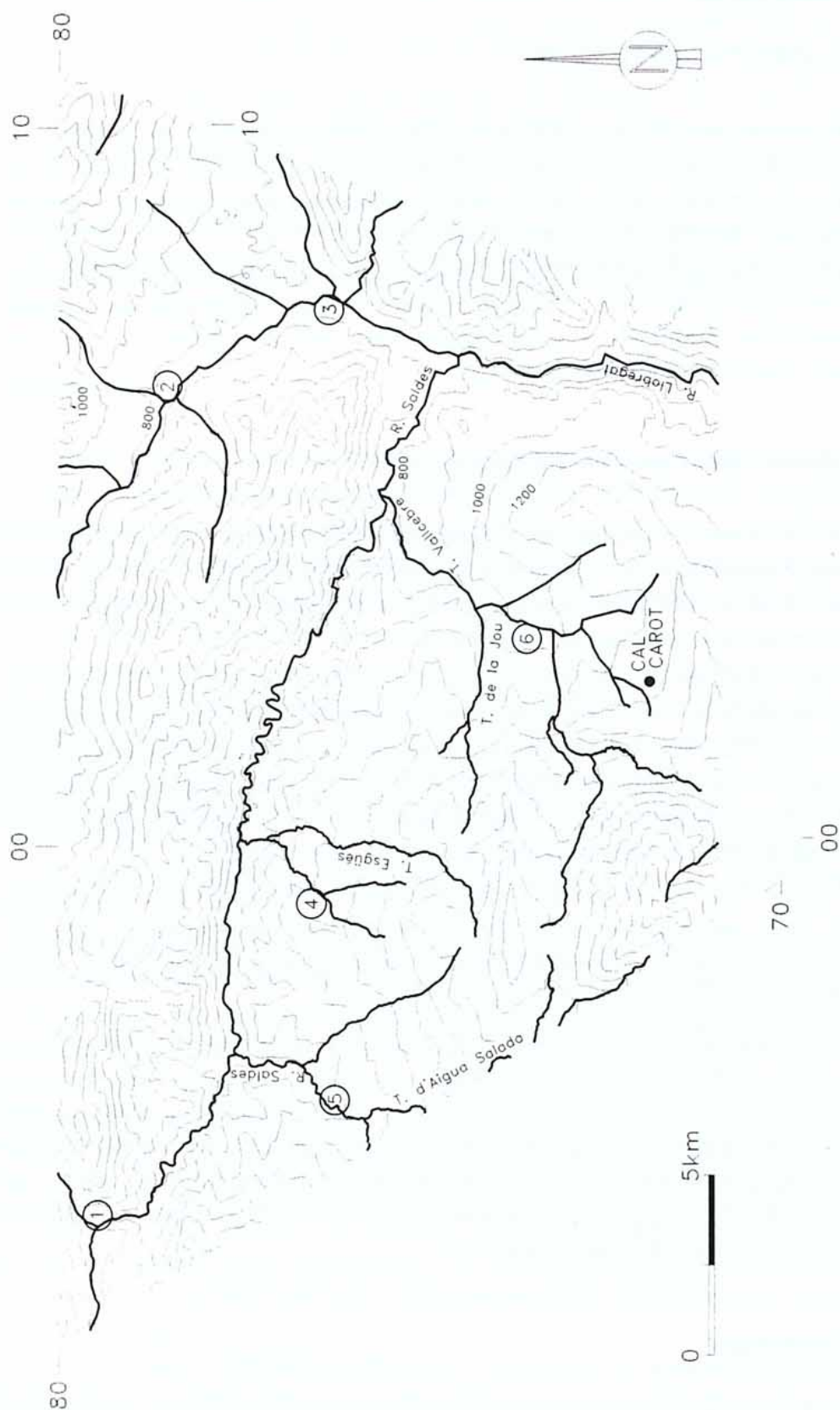


Figura 1. Mapa topogràfic de l'àrea d'estudi, on s'indica la localització de les parcel·les de Cal Carot. 1, Gresolet; 2, Bagà; 3, Guardiola; 4, Maçaners; 5, Saldes; 6, Vallcebre
Map of the area studied, showing the location of Cal Carot stand



Figura 2. Visió general d'una àrea aixaragallada de la Conca de Vallcebre
General view of badlands in Vallcebre basin

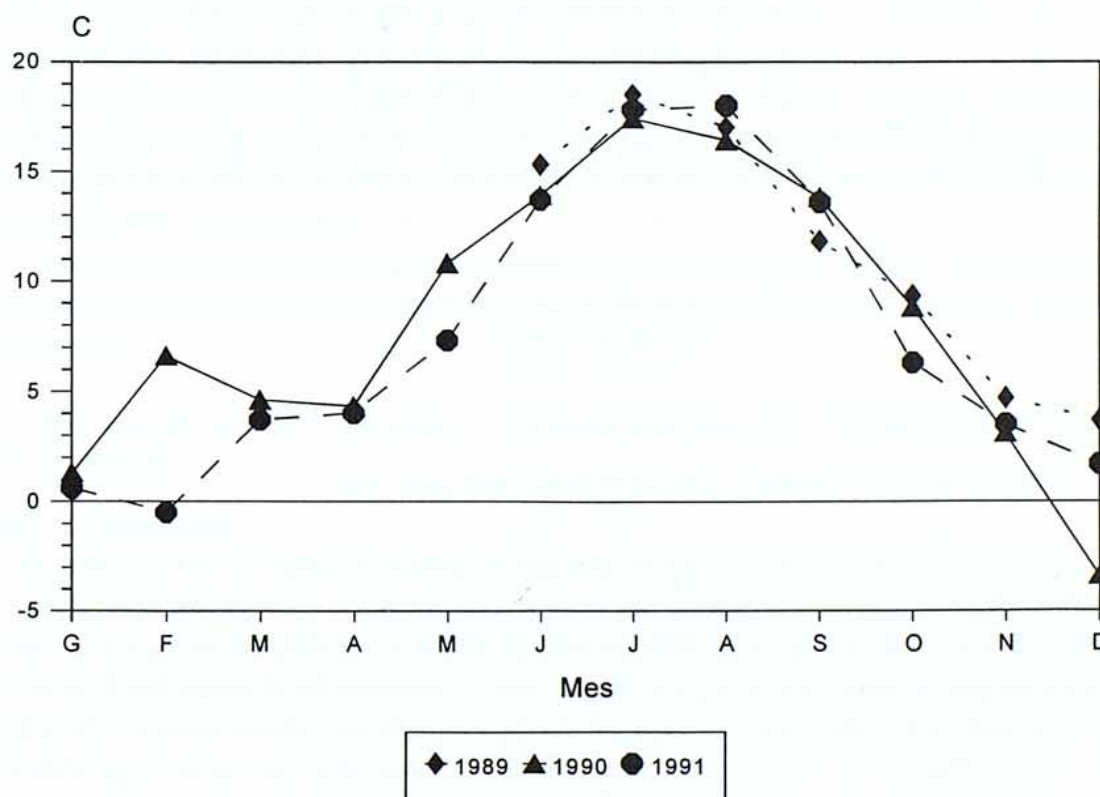


Figura 3. Temperatures mitjanes mensuals enregistrades a Cal Parissa, localitat molt propera a la població de Vallcebre, des del juny de 1989 al desembre de 1991 (dades cedides per P. Llorens)

Mean monthly temperatures recorded in Cal Parissa (Vallcebre) from June 1989 until December 1991 (data given up by P. Llorens)

Taula 1. Temperatura mitjana anual ($^{\circ}\text{C}$), temperatura mitjana de les màximes i temperatura mitjana de les mínimes dels anys 1990 i 1991 a Cal Parissa (Vallcebre)

Annual mean temperature ($^{\circ}\text{C}$), maximum mean temperature and minimum mean temperature for 1990 and 1991 at Cal Parissa (Vallcebre)

	Mitjana	Màxima	Mínima
1990	8,1	23,1	-2,5
1991	7,5	22,4	-3,7

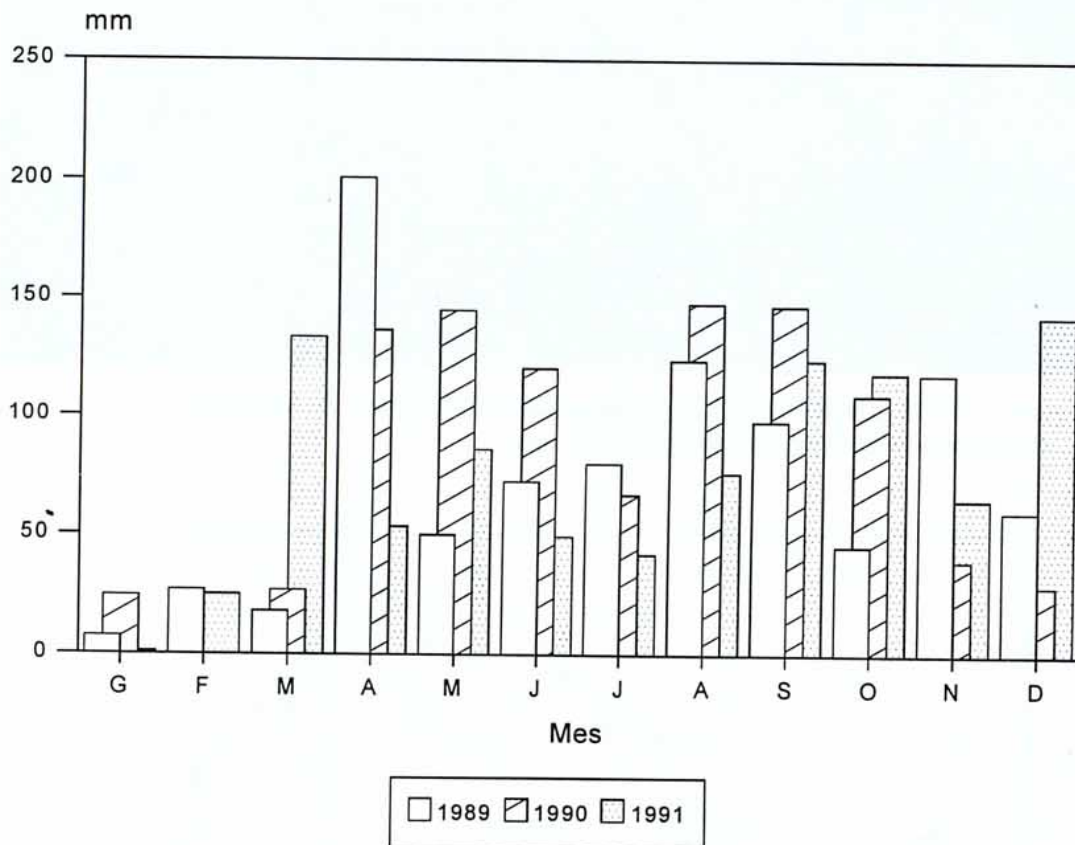


Figura 4. Precipitacions mensuals enregistrades a la població de Vallcebre des del 1989 al 1991

Monthly rainfall recorded in Vallcebre from 1989 until 1991

En base a les posicions topogràfiques que es poden distingir en un badland, les quals comporten diferències tant pel que fa a la dinàmica dels processos erosius com pel que fa a la vegetació (GUÀRDIA & NINOT, 1992), es va instal·lar un dels transectes a la part superior del vessant, a la zona de contacte amb la vegetació encara no afectada per l'erosió (concretament una pastura meso-xeròfila de l'*Aphyllanthion*), disposat perpendicularment a la línia de màxim pendent. L'altre transecte es va situar al que es considera el vessant pròpiament dit, és a dir, la zona més pendent entre la part superior i la base del terrer. Cada transecte permanent fou de 50 cm d'amplada, delimitat amb 4 estaquetes fixades als extrems. Per a facilitar el comptatge i el reconeixement de les plàntules cada transecte es va dividir mitjançant fil plastificat en quadrats de 25 cm de costat. El nombre de

quadrats totals del transsecte de la zona superior fou de 40 (5 m de longitud) i el del transsecte del vessant fou de 50 (6,5 m de longitud). En ambdós transsectes el recobriment vegetal era molt baix (inferior al 20 %).

El seguiment de les plàntules es va realitzar mensualment entre el març de 1990 i el desembre de 1991. En el primer mostreig es marcaren i numeraren totes les plàntules de cada quadrat amb una tira de plàstic rígid clavada a terra. En les posteriors visites a les parcel·les es marcaren les plàntules aparegudes de nou i s'enregistraren i enretirà la marca de les que havien mort. Els mesos d'agost i setembre del 1991, en base al baix comptatge detectat el primer any durant aquest període, es va interrompre el mostreig fins al mes d'octubre.

L'adscripció d'un individu a la fase de plàntula al camp porta certs problemes, en primer lloc perquè el terme no està clarament acotat. FENNER (1987) revisa les diferents definicions que se n'han fet, basades principalment en el grau de dependència de la plàntula de les reserves de la llavor. Com que aquest no és un paràmetre que es pugui mesurar directament al camp, l'autor proposa amb un sentit pràctic que una plàntula és un individu jove amb 2 o 3 fulles com a màxim, independentment de que conservi o no els seus cotilèdons. Al llarg del seguiment que hem realitzat, hem comptabilitzat com a plàntula qualsevol individu no observat anteriorment al mateix quadrat, sempre que no es tractés d'un geòfit. En aquest cas generalment es pot saber si és una plàntula a partir de la seva morfologia, o bé desenterrant lleugerament la planta amb molt de compte. El problema rau en les plàntules detectades en el primer mostreig, ja que desconeixem el moment en que es va produir la seva emergència. Finalment s'ha preferit descartar les dades d'aquest mostreig per a l'elaboració dels resultats, ja que representaven el volum més gran de plàntules, i haurien introduït un notable factor d'indeterminació en la interpretació dels resultats.

En la nomenclatura dels tàxons hem seguit BOLÒS *et al.* (1990); a les taules i figures, en alguns tàxons infraspecífics hem simplificat els noms eliminant l'epítet específic.

4. Resultats

4.1. Germinació

La densitat mitjana de plàntules a la parcel·la de la part superior del terrer ($48,86 \pm 8,60$ individus. m^{-2}) és de l'ordre de dues vegades l'observada al vessant ($24,73 \pm 3,80$). La diferència entre les dues posicions topogràfiques és significativa ($p < 002$, comparació de la densitat mitjana per quadrat a cada transsecte amb el test *t*).

Tot i que la densitat total de la parcel·la del vessant és molt més baixa que a la part superior del terrer, la diversitat florística hi és més alta. S'ha calculat el percentatge de plàntules de cada tàxon respecte al total d'emergències enregistrades al llarg de tot el període d'estudi (taula 2). Cal fer constar que algunes de les plàntules no han pogut ser identificades més que a nivell de gènere (per exemple *Rosa*,

Hieracium) o de família (per exemple les Poàcies), o bé s'han hagut de deixar com a indeterminades, perquè n'han aparegut molt pocs exemplars i s'han mort abans de que s'hagin pogut reconèixer (11,9 % i 7,3 % del total, a la zona superior i al vessant respectivament).

Taula 2. Percentatge de plàntules que s'han pogut identificar fins a nivell de família com a mínim, a les parcel·les de la zona superior i del vessant. Els valors estan referits al total de plàntules emergides en tot el període d'estudi

Percentage of seedlings identified at least to level of family, in the upper part (Z. Sup.) and in the slope (Vessant) plots. The figures are referred to the total number of seedlings emerging during all the study period

	Z. Sup.	Vessant
<i>Avenula pratensis</i> ssp. <i>iberica</i>	3,3	4,1
<i>Campanula speciosa</i>	6,7	8,9
<i>Centaurea scabiosa</i>	-	0,7
<i>Genista hispanica</i>	-	0,7
<i>Genista scorpius</i>	2,2	2,6
<i>Helianthemum italicum</i>	13,0	2,6
<i>Hieracium</i> sp.	5,9	1,9
<i>Jasonia tuberosa</i>	1,9	0,7
<i>Knautia dipsacifolia</i>	-	0,7
<i>Koeleria vallesiana</i>	-	0,4
<i>Laserpitium gallicum</i>	5,2	13,6
<i>Onobrychis supina</i>	-	3,0
<i>Pinus sylvestris</i>	0,7	1,3
<i>Plantago serpentina</i>	6,3	5,2
<i>Poaceae</i>	1,9	0,4
<i>Ptychotis saxifraga</i>	24,4	34,1
<i>Rosa</i> sp.	1,1	0,2
<i>Sanguisorba minor</i>	0,4	0,4
<i>Sesleria coerulea</i>	-	0,2
<i>Sonchus</i> sp.	15,2	10,6
<i>Tussilago farfara</i>	-	0,4

Al llarg del vessant s'han enregistrat un total de 22 tàxons, només 5 d'ells amb una freqüència més gran del 5 %. A la zona superior, en canvi, s'han comptabilitzat només 15 tàxons, amb una distribució de freqüències més equilibrada. L'espècie de la qual s'han observat més plàntules és, amb diferència, *Ptychotis saxifraga* (24,4 i 34,1 % a la part superior i al vessant respectivament). El gènere *Sonchus* constitueix també un percentatge important de l'emergència detectada a totes dues parcel·les, sobretot el primer any. Segueixen, amb freqüències de l'ordre del 13 %, *Helianthemum oelandicum* ssp. *italicum* al transsecte de la part superior del vessant i *Laserpitium gallicum* al del vessant.

La dinàmica anual de la germinació a les dues parcel·les s'ha representat a la figura 5, que recull el nombre de plàntules reclutades a cada mostreig mensual. L'emergència de plàntules es produeix sobretot del maig al juliol, amb certes diferències segons la posició topogràfica que considerem. La parcel·la de la part

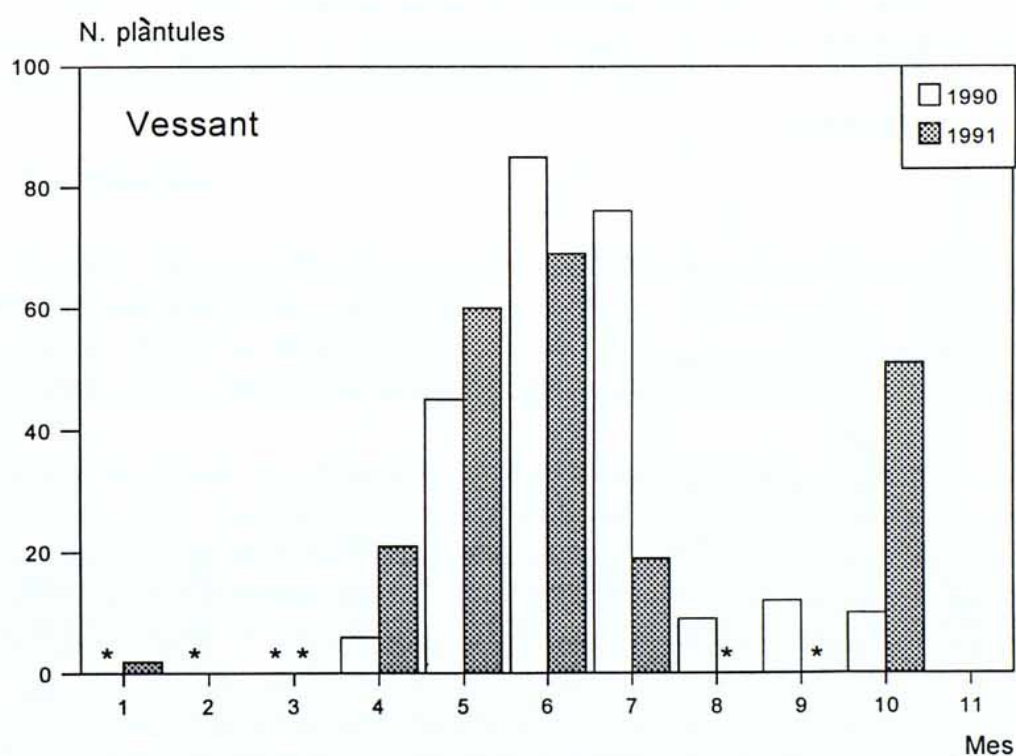
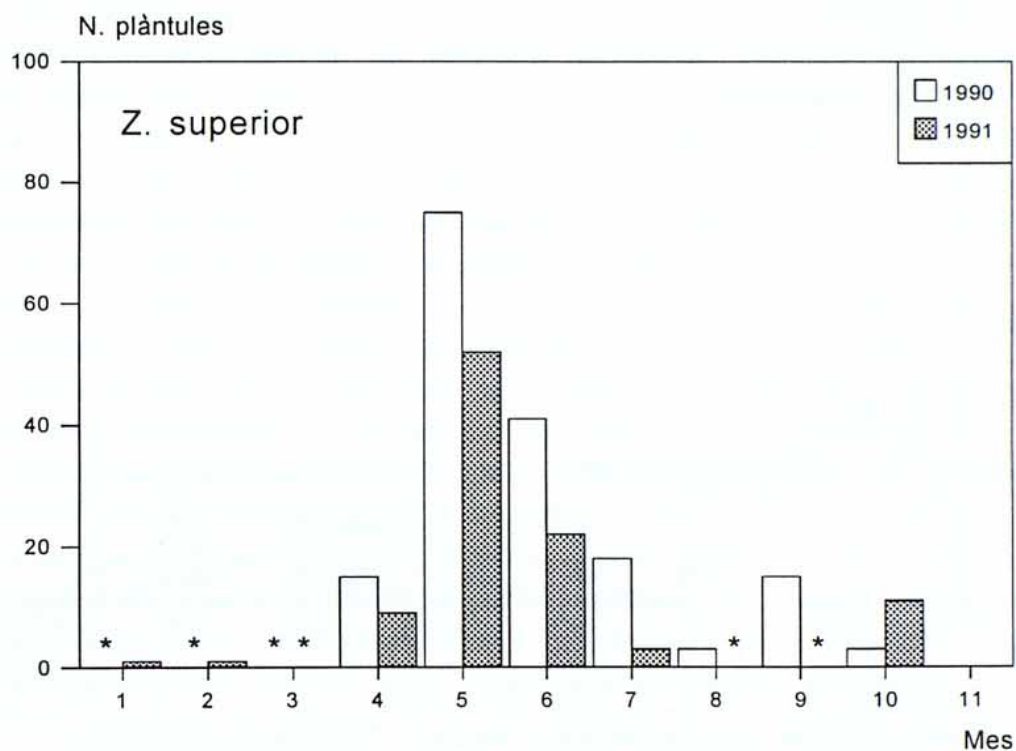


Figura 5. Nombre total de plàntules reclutades en cada mostreig mensual durant tot el període d'estudi. S'indiquen amb un asterisc els mesos dels quals no es disposa de dades, per tal de distingir-los dels que tenen un valor igual a 0

Total number of seedlings recruited in every monthly sampling during the study period, in the upper part (Z. superior) and in the slope (Vessant). The asterisks differentiate the months with no sampling from those with no emergence

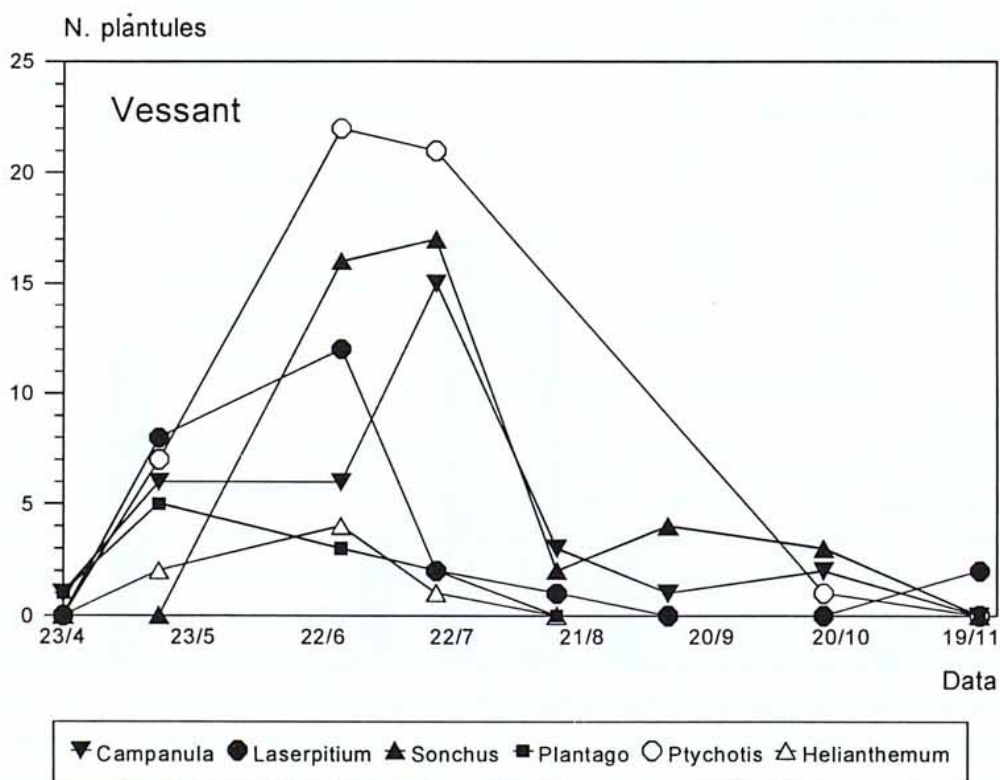
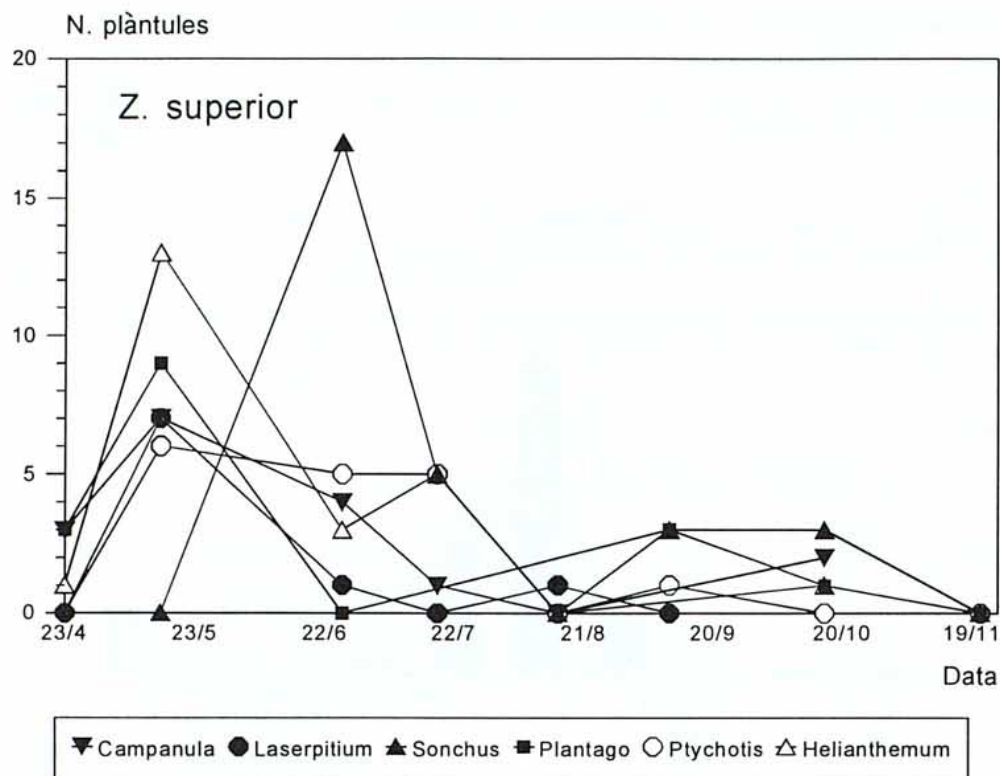


Figura 6. Nombre de plàntules reclutades a cada mostreig per als tàxons més abundants a la parcel·la de la part superior del terrer (gràfic superior) i a la parcel·la del vessant (gràfic inferior)

Number of seedlings recruited in every monthly sampling for the most abundant taxa, in the upper part of the badland (upper graph) and in the slope (lower graph)

superior del terror presenta un màxim clar de germinació el mes de maig, i després disminueix progressivament. Al transsecte del vessant s'observa una dinàmica força similar, però el màxim volum de germinació es dona el mes de juny. Tret de l'estiu, a la resta de l'any la germinació de les llavors només es produeix de manera esporàdica. Cal recordar en aquest punt que el valor corresponent a l'octubre de 1991 acumula les germinacions que s'hagin pogut produir des del mes d'agost, ja que no es va realitzar el mostratge d'aquest mes ni del següent.

Si es comparen per un mateix mes els 2 anys d'estudi, s'observen diferències considerables. A la part superior del terror la germinació de les granes és sempre més baixa el 1991 que el 1990 (tret de l'octubre que, com ja hem puntualitzat abans, no és comparable). A la parcel·la del vessant, en canvi, a l'abril i al maig és produïx més germinació el 1991 que el 1990, però a partir del juny se segueix el mateix patró que a la part superior del terror.

A la figura 6 s'ha representat per a les espècies més freqüents el número de plàntules aparegudes de nou en cada mostreig mensual. Per a una mateixa posició topogràfica la dinàmica de la germinació de les diferents espècies es bastant similar, excepte per al gènere *Sonchus*, que a la part superior del terror és l'únic tàxon que presenta un màxim de germinació el juny, retardat un mes respecte a la resta de plantes.

Sorprenentment, les mateixes espècies que al vessant germinen majoritàriament entre el juny i el juliol, a la part superior del terror ho fan un mes abans. Aquest efecte de la topografia es veu clarament al comparar la dinàmica de la germinació de *Ptychotis saxifraga*, sobretot el segon any d'estudi.

4.2. Supervivència

Pel que fa a la mortalitat (figura 7), s'observa que les plàntules es moren més o menys gradualment al llarg de tot l'any, sense que es doni cap màxim ben marcat. El valor tan alt que es manifesta l'octubre del segon any, igual com passava amb les natalitats, és un efecte d'acumulació per la manca del mostreig dels dos mesos anteriors.

A la figura 8 hem representat les corbes de supervivència per les diferents cohorts reclutades al llarg de tot el període d'estudi. Totes les corbes, independentment del nombre inicial d'individus de cada cohort, presenten un perfil regularment decreixent durant el primer any de vida; cap al tram final de les corbes corresponents a les cohorts de 1990 la mortalitat es dona més espaiadament. Aquestes corbes correspondrien al tipus II de la classificació de Deevey (DEEVEY, 1947), però no es poden interpretar estrictament en aquest sentit, ja que són corbes obertes en el seu extrem dret perquè no inclouen l'evolució dels individus fins al final del seu cicle vital.

El percentatge de supervivència de les plàntules reclutades des de l'abril del 1990 a l'acabar l'any és relativament alt, de l'ordre del 50 %, i aproximadament igual a tots dos transsectes (taula 3). El desembre següent, aquest valor s'ha reduït molt, sobretot al transsecte del vessant, on només queden un 16,5 % de les plàntules

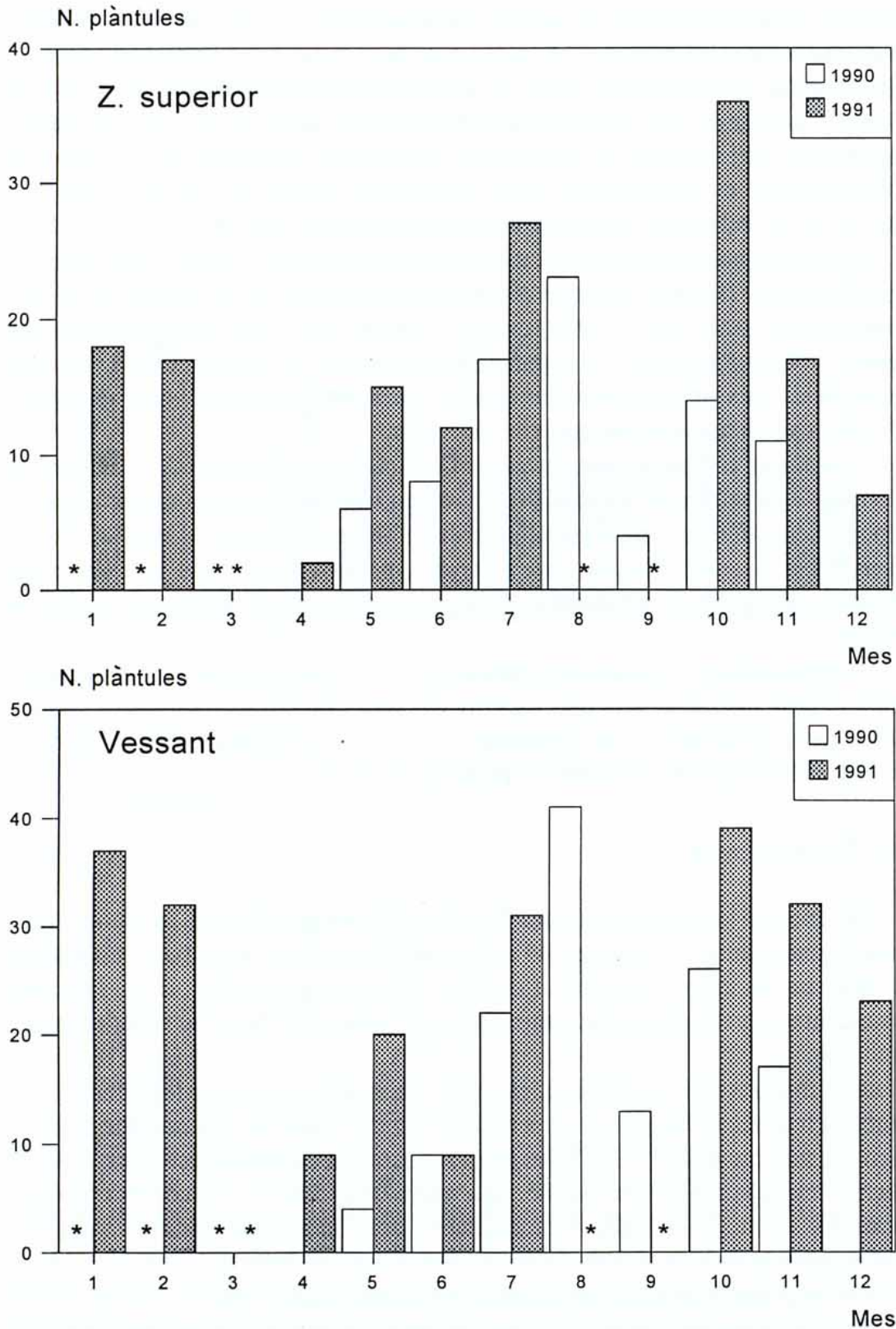


Figura 7. Nombre de plàntules mortes entre cada mostreig, durant tot el període d'estudi. S'indiquen amb un asterisc els mesos dels quals no es disposa de dades, per tal de distingir-los dels que tenen un valor igual a 0

Number of seedlings that died in each sampling period, in the upper part (Z. superior) and in the slope (Vessant). The asterisks differentiate the months with no sampling from those with no deaths

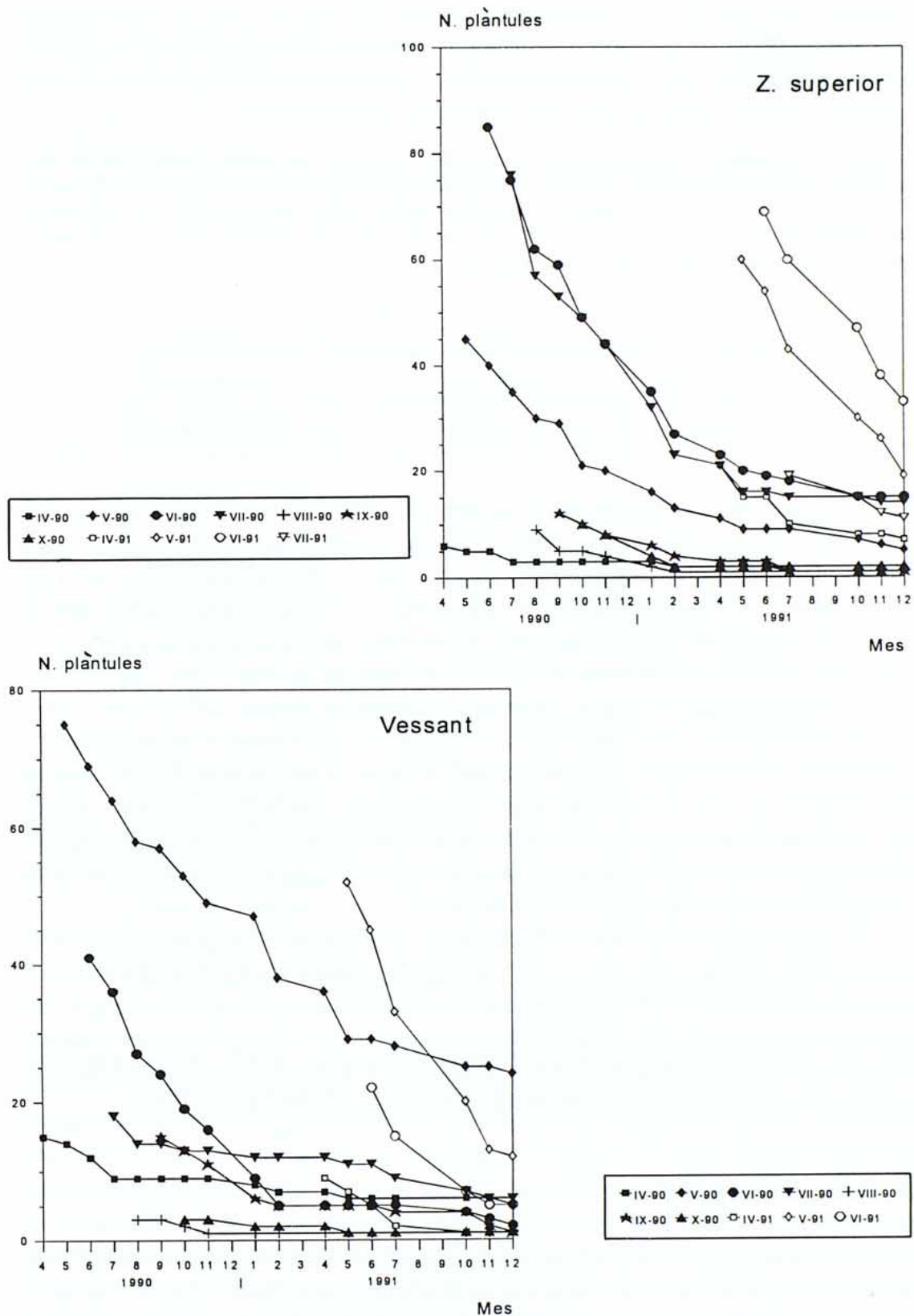


Figura 8. Evolució del nombre total de plàntules per cada cohort entre l'abril de 1990 i el desembre de 1991 a la parcel·la de la part superior del terrer (gràfic superior) i a la parcel·la del vessant (gràfic inferior)

Survivorship curves of each cohort from April 1990 until December 1991, in the upper part of the badland (upper graph) and in the slope (lower graph)

inicials. Pel que fa a les plàntules emergides al llarg de 1991 al final de l'any la supervivència va ser molt més baixa al transsecte de la part superior que a la del vessant (29,3 i 46,4 % respectivament). La major part d'aquestes plantes no passen d'aquest estadi juvenil, fins i tot les de cicle vital curt.

Taula 3. Percentage de plàntules que han sobreviscut fins al desembre del 1990 o 1991, respecte al nombre inicial de plàntules emergides en cadascun dels dos períodes d'estudi

Percentage of seedlings surviving until December 1990 or December 1991, referred to the initial number of emergences in each of the two growing periods studied, in the upper part (Z. sup.) and in the slope (Vessant) plots

	Z. sup.	Vessant
% plàntules del 1990 el XII del 90	59,3	53,9
% plàntules del 1990 el XII del 91	24,0	16,5
% plàntules del 1991 el XII del 91	29,3	46,4

A la taula 4 recollim els percentatges de supervivència de les espècies més freqüents a la zona superior del terrer i al vessant respectivament. La supervivència de les plàntules reclutades el 1990 s'ha calculat per al final del mateix any i per al desembre de l'any següent. De les plàntules que van germinar el 1990, tots els tàxons excepte *Laserpitium gallicum*, sobreviuen amb probabilitats superiors al 40 % fins al desembre del mateix any. Ara bé, aquestes probabilitats disminueixen dràsticament un any més tard, de manera diferencial segons les espècies. En el cas de *Laserpitium* concretament no sobreviu cap individu a la zona superior, i només un 2 % al vessant. Destaca també la baixa supervivència de les plàntules de *Sonchus*, un 3,5 % a la zona superior del terrer i un 0 % al vessant. A més, els individus d'aquest gènere no han sobrepassat la fase de plàntula en cap cas. Si es compara un mateix tàxon per les dues posicions topogràfiques s'observa un comportament força similar en ambdós casos.

La comparació de la supervivència entre les plàntules emergides els dos anys per a un període de temps equivalent (és a dir, la primera i la tercera columna de la taula 4), es fa més difícil, ja que el nombre de plàntules per espècie el segon any és en molts casos inferior a 8 individus, i no creiem que es pugui prendre com una mostra significativa de la població. Per als 4 tàxons que hem pogut considerar es constata un percentatge de supervivència més baix el 1991 que el 1990.

5. Discussió i conclusions

Les elevades taxes d'erosió que es donen als terrers de la Conca de Vallcebre no impedeixen que es produeixi la germinació d'un cert nombre de llavors. La densitat de plàntules observada és relativament baixa (mitjana de 36,8 individus.m⁻²); si prenem com a referència la densitat mitjana de llavors al banc del sòl estimada en una zona molt propera a la parcel·la (1403,8 llavors.m⁻²; GUÀRDIA, 1995) el nombre de germinacions observades és certament baix. Ni que entre l'abril i el juliol, període de màxima emergència, cada mes haguessin germinat totes les

Taula 4. Percentage de supervivència dels tàxons més abundants de les cohorts del 1990 (C 1990) i de les del 1991 (C 1991) al transsecte de la part superior del badland i al del vessant. La supervivència de les plàntules reclutades el 1990 s'ha calculat per al final del mateix any (S 1990) i per a finals de l'any següent (S 1991)

Percentage of survivors for the most abundant taxa of the 1990 cohorts (C 1990) and the 1991 cohorts (C 1991) in the upper transect (Zona superior) and in the slope (Vessant). Survival values for the seedlings recruited in 1990 have been calculated for the end of the same year (S 1990) and for the end of the next year (S 1991)

	C 1990		C 1991
	S 1990	S 1991	S 1991
Zona superior			
<i>Avenula iberica</i>	44,4	33,3	-
<i>Campanula speciosa</i>	60,0	20,0	-
<i>Genista scorpius</i>	-	-	-
<i>Helianthemum italicum</i>	91,3	52,2	16,7
<i>Laserpitium gallicum</i>	11,1	-	-
<i>Onobrychis supina</i>	-	-	-
<i>Plantago serpentina</i>	93,8	37,5	-
<i>Ptychotis saxifraga</i>	58,8	23,5	27,1
<i>Sonchus sp.</i>	65,5	3,5	25,0
Vessant			
<i>Avenula iberica</i>	75,0	33,3	-
<i>Campanula speciosa</i>	40,6	17,6	-
<i>Genista scorpius</i>	55,5	22,2	-
<i>Helianthemum italicum</i>	-	-	-
<i>Laserpitium gallicum</i>	8,3	2,4	-
<i>Onobrychis supina</i>	55,6	11,1	-
<i>Plantago serpentina</i>	81,8	27,3	46,2
<i>Ptychotis saxifraga</i>	76,5	25,5	64,5
<i>Sonchus sp.</i>	45,2	-	-

plàntules de nou, només representarien un 10 % de les granes del banc del sòl. Si tenim en compte que aquesta densitat de llavors del sòl correspon a la tardor, la baixa proporció de germinació observada pot ser deguda o bé a la pèrdua de granes per l'acció dels processos erosius, o bé a la dificultat de germinació en les condicions ambientals extremes que es donen als terrers. En una experiència de sèmres d'una àrea aixaragallada propera, BALLESTEROS (1994) constata que tots dos fenòmens tenen influència en l'establiment de les granes introduïdes. Per una banda, l'autor observa una relació directa entre el pendent i la permanència de les llavors; per altra banda, també comprova que si es produeix una pluviositat més alta o bé s'aplica un fertilitzant s'afavoreix la instal·lació de les plantes introduïdes amb la sembra.

No podem comparar la densitat de plàntules detectada als terrers de Vallcebre amb la d'altres àrees aixaragallades perquè fins ara no coneixem que s'hagi fet

cap estudi comparable en altres zones. Tanmateix, si prenem com a referència altres hàbitats pertorbats on s'ha estimat el volum d'emergència (HUTCHINGS & RUSSELL, 1989; MILTON, 1995; PEART, 1989; etc) els nostres recomptes són força més baixos.

La distribució de les plàntules es relaciona amb la posició topogràfica al terreny, de manera que a la part superior n'hi ha gairebé el doble que al vessant. En l'estudi de la reserva de llavors del sòl (GUÀRDIA, 1995) no s'ha constatat, en canvi, aquest patró de distribució en relació a la topografia; per tant, aquesta densitat més gran es podria atribuir a unes condicions més favorables per a la germinació a la part superior. La importància de les variacions ambientals a petita escala per a l'establiment de les plàntules està àmpliament documentada (RICE, 1985; HARMON, 1988), i és implícita al concepte d'indret adequat ("safe-site", HARPER, 1977), o al de "nínxol de regeneració" (GRUBB, 1977). En el nostre cas, a la part superior del terreny el pendent sol ser més baix i normalment hi ha un recobriment vegetal més alt que al vessant, de manera que les condicions microambientals hi són probablement més favorables per a la germinació. Aquest efecte de la topografia s'ha observat també en la distribució de la vegetació als badlands, fins i tot en els desenvolupats en altres tipus de substrat (GUÀRDIA & NINOT, 1992; BROWN, 1971). En certa manera, posa de manifest la possibilitat de regeneració natural d'aquestes àrees amb la introducció d'esmenes que comportin una millora de les condicions ambientals.

L'espècie de la qual s'ha observat un volum de germinació més alt és *Ptychotis saxifraga*, pràcticament l'única planta de cicle curt que es fa en aquests ambients. L'altre tàxon que també respon a aquestes característiques és *Sonchus*, però en aquest cas no hi ha pràcticament cap plàntula que assoleixi la fase adulta. La resta d'espècies dominants són bàsicament perennes. Segons GRIME (1979) l'estratègia regenerativa més eficaç en ambients pertorbats consisteix en produir una gran quantitat de llavors que germinin fàcilment. En canvi, GRUBB (1987) conclou que les plantes perennes són les més efectives en la colonització d'ambients pertorbats i amb una baixa fertilitat del sòl, mentre que les espècies anuals serien més efectives quan els sòls són més rics en nutrients.

Hi ha una forta coincidència entre els tàxons que formen part del banc de llavors del sòl, els que s'ha observat que germinen més freqüentment i els més abundants com a plantes adultes als terrenys. Alguns d'ells són també presents a les pastures veïnes (*Helianthemum oelandicum* ssp. *italicum*, *Plantago maritima* ssp. *serpentina*, *Centaurea scabiosa*, *Genista scorpius*, ...), i d'altres són plantes típiques d'ambients oberts i més o menys pertorbats (*Ptychotis saxifraga*, *Laserpitium gallicum*, *Campanula speciosa*, ...). Sorpren la manca de gramínies, sobretot tenint en compte l'elevat recobriment que tenen a les pastures veïnes. *Sesleria coerulea*, per exemple, només representa un 0,2 % del total de plàntules reclutades. Segons DIXON (1982) la capacitat de dispersió de les llavors d'aquesta espècie és molt reduïda, de manera que la majoria es queden en un radi de 50 cm al voltant de la planta progenitora. Caldria conèixer els mecanismes de dispersió que presenten les espècies implicades en la recolonització dels badlands i també els seus reque-

riments germinatius, per tal de poder distingir la veritable causa de l'absència de determinades espècies potencialment colonitzadores d'aquests ambients atesa la proximitat d'individus adults.

El màxim de germinació es produeix entre el maig i el juliol, amb certes diferències segons la posició topogràfica que considerem. Si tenim en compte que la majoria de les espècies dispersen les seves granes a finals d'estiu (GUÀRDIA, 1995), l'emergència de les plàntules s'ha de relacionar amb la producció de diàspores de l'any anterior, les quals s'haurien mantingut inactives durant tot l'hivern. La dinàmica anual de la germinació és força similar entre els diferents tàxons, de manera que no hi ha una segregació en el temps dels respectius períodes d'emergència. La duresa de les condicions ambientals que es dona als terrers comporta la centralització de la germinació en l'únic període de l'any en què es reuneixen les condicions adequades de temperatura i humitat. Entre l'octubre i l'abril, les temperatures probablement són massa baixes perquè germinin les llavors; a partir del maig les temperatures se suavitzen i, per altra banda, les precipitacions de la primavera i les que es van produint al llarg de l'estiu aporten l'humitat necessària perquè es doni aquest procés.

La disponibilitat d'espai en aquest cas no és un factor limitant i, per tant, l'èxit de colonització per part d'una espècie no depèn tant del seu poder competitiu davant d'altres espècies, sinó més aviat de la seva capacitat de sobreviure sota aquestes condicions extremes. Al contrari del que passa quan el recobriment vegetal és molt dens, en ambients més oberts la concentració del període d'emergència en un curt lapse de temps pot resultar fins i tot avantatjosa (SYMONIDES, 1977), per les modificacions microclimàtiques que les mateixes plàntules poden generar.

A la part superior del terrer el màxim de natalitat es produeix un mes abans que al vessant. Això s'explica en part per la fenologia de les plàntules més abundants, però també podria ser degut a l'efecte de les variacions microambientals abans esmentades.

La mortalitat de les plàntules es produeix al llarg de tot l'any, sense que es pugui relacionar amb una causa concreta. Aquesta distribució descarta la hipòtesi inicial que suposava que els fenòmens erosius podrien ser la principal causa de mortalitat, ja que si fos així, se n'hauria constatat un màxim a l'època de les pluges torrencials, a finals d'estiu.

Si bé la mortalitat de les plàntules es produeix pràcticament des de la seva emergència, hi ha una disminució dràstica del nombre de supervivents entre el primer i segon any de vida de les plantes. Els valors de supervivència detectats, però, no són especialment baixos si els comparem amb els d'altres espècies perennes d'hàbitats pertorbats. Així, per exemple, MARTÍNEZ & MORENO-CASASOLA (1992), troben supervivències anuals de l'ordre del 2 % en *Chamaecrista chamaecristoides*, una lleguminosa perenne que viu a les dunes del Golf de Mèxic, valors que li són suficients per mantenir la població en aquestes condicions. Per altra banda, també en un ambient dunar, SYMONIDES (*op. cit.*) troba que les espècies que presenten una mortalitat més alta (que arriba gairebé al 100 %) a les fases juvenils són precisament les plantes perennes, sobretot les que tenen capaci-

tat de multiplicació vegetativa. Aquestes espècies mantenen les seves poblacions per altres mecanismes regeneratius, i l'establiment a partir de llavors es produeix només esporàdicament.

La majoria de les plàntules que sobreviuen es mantenen com a individus juvenils, de manera que s'incorporen a la població adulta molt lentament. Aquest estancament en el desenvolupament dels individus podria estar relacionat amb la baixa fertilitat del substrat (BALLESTEROS, *op. cit.*), format pràcticament només per la roca mare meteoritzada.

Les variacions climàtiques interanuals s'han vist reflectides en la germinació tant pel que fa a l'efectiu d'emergències com a les mortalitats. La pluviositat més baixa que es va donar el 1991 es relaciona amb un nombre més baix de reclutaments totals a tots dos transectes. Aquesta relació entre emergència i pluviositat ha estat constatada repetidament i en ambients ben diversos (BEATLEY, 1974; GUÀRDIA, 1988; ESPIGARES & PECO, 1995). Pel que fa a la supervivència, també disminueix el segon any, sobretot a la part superior del terrer, contràriament al que s'hauria pogut esperar. Una de les espècies en les quals la disminució de la supervivència ha estat més acusada és *Helianthemum oelandicum* ssp. *italicum*, la segona espècie més abundant a la part superior del badland, amb una supervivència del 91 % el 1990 i del 17 % el 1991. L'única espècie que no es veu afectada negativament per les precipitacions més baixes del segon any en relació amb el seu volum de germinació és *Ptychotis saxifraga*. L'increment del seu volum de germinació podria ser degut a que les condicions ambientals li resulten més favorables, o bé ser una conseqüència del seu cycle biennal. Per a la interpretació correcta d'aquests resultats caldria un seguiment d'un període de temps més llarg, ja que sinó és difícil destriar l'efecte de les pluges del que puguin tenir altres factors que també presenten variabilitat interanual.

En conclusió, es constata l'emergència d'un cert nombre de plàntules als terrers de la Conca de Vallcebre. Encara que aquest valor és relativament baix si es refereix al banc de llavors del sòl, és suficient per a assegurar l'entrada de nous individus a la població. Els processos erosius que caracteritzen aquestes àrees no són els responsables de la mortalitat de les plàntules, però podrien ser la causa del nombre baix de reclutaments detectat, ja sigui per arrossegament d'una part de les llavors que arriben als terrers o bé, indirectament, perquè són els causants de la baixa fertilitat del substrat. Les variacions microambientals relacionades amb la topografia afecten considerablement l'efectiu d'emergències, posant de manifest que només s'expressa una part de la potencialitat regenerativa d'aquestes àrees.

Bibliografia

- BALLESTEROS, R. 1994 - *Efectes dels factors locals i de fertilitat en una experiència de revegetació en una àrea de badlands de la conca de l'Alt Llobregat*. Treball final de Carrera inèdit. E.S.A.B. Barcelona.
- BEATLEY, J.L. 1974 - Phenological events and their environmental triggers in Mojave desert ecosystems. *Ecology*, 55: 856-863.
- BOLÒS O. DE; VIGO, J.; MASALLES, R.M. & NINOT, J.M. 1990 - *Flora Manual dels Països Catalans*. Pòrtic. Barcelona.
- BOLÒS, O. DE & VIGO, J. 1984 - *Flora dels Països Catalans*, vol I. Barcino. Barcelona.
- BROWN, R.W. 1971 - Distribution of plant communities in South-eastern Montana badlands. *Amer. Midl. Nat.*, 85 (2): 458-477.
- CLOTET, N.; GALLART, F. & BALASCH, C. 1988 - Medium-term erosion rates in a small scarcely vegetated catchment in the Pyrenees. *Catena Supplement*, 13: 37-47.
- DEEVEY, E.S. 1947 - Life tables for natural populations of animals. *Quarterly Review of Biology*, 22: 283-314.
- DIXON, J.M. 1982 - Biological Flora of the British Isles. N^o 151: *Sesleria albicans* Kit. ex Schultes. *J. Ecol.*, 70: 667-684.
- ESPIGARES, T. & PECO, B. 1995 - Mediterranean annual pasture dynamics: impact of autumn drought. *J. Ecol.*, 83: 135-142.
- FENNER, M. 1987 - Seedlings. *New Phytol.*, 106: 35-47.
- GRIME, J.P. 1979 - *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons. Chichester.
- GRUBB, P.J. 1987 - Some generalizing ideas about colonization and succession in green plants and fungi. In *Colonization, Succession and Stability*. (GRAY, A.J.; CRAWLEY, M.J. & EDWARDS, P.J., eds): 81-102. Blackwell Scient. Publ. Oxford.
- GRUBB, P.J. 1977 - The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biol. Rev.*, 52: 107-145.
- GUÀRDIA, R. 1988 - *Estructura i funcionalisme dels prats secs i les brolles de l'àrea meridional de la Noguera*. Tesi de Llicenciatura inèdita. Universitat de Barcelona.
- GUÀRDIA, R. 1995 - *La colonització vegetal de les àrees erosionades de la conca de La Baells (Alt Llobregat)*. Tesi Doctoral inèdita. Universitat de Barcelona.
- GUÀRDIA, R. & NINOT, J.M. 1992 - Distribution of plant communities in the badlands of the Upper Llobregat Basin (Southeastern Pyrenees). *Studia Geobotanica*, 12: 83-103.
- GUARIGUATA, M.R. 1990 - Landslide disturbance and forest regeneration in the upper Luquillo Mountains of Puerto Rico. *J. Ecol.*, 78: 814-832.
- HARMON, M.E. 1988 - Retention of needles and seeds on logs in *Picea sitchensis*-*Tsuga heterophylla* forests of coastal Oregon and Washington. *Can. J. Bot.*, 67: 1833-1837.
- HARPER, J.L. 1977 - *Population Biology of Plants*. Academic Press. London.
- HUTCHINGS, M.J. & RUSSELL, P.J. 1989 - The seed regeneration dynamics of an emergent salt marsh. *J. Ecol.*, 77: 615-637.
- MARTÍNEZ, M.L. & MORENO-CASASOLA, P. 1992 - Survival of seedling cohorts of a tropical legume on a sand dune system along the Gulf of Mexico: influence of germination dates. *Can. J. Bot.*, 71: 1427-1433.
- MILES, D.W.R.; SWANSON, F.J. 1986 - Vegetation composition on recent landslides in the Cascade Mountains of western Oregon. *Can. J. For. Res.*, 16: 739-744.
- MILTON, S.J. 1995 - Spatial and temporal patterns in the emergence and survival of seedlings in arid Karoo shrubland. *Journal of Applied Ecology*, 32: 145-156.
- PEART, D.R. 1989 - Species interactions in a successional grassland. I. Seed rain and seedling recruitment. *J. Ecol.*, 77: 236-251.
- REGÜÉS, D.; PARDINI, G. & GALLART, F. (en premsa) - Regolith behaviour and physical weathering of clayey mudrock as dependent on seasonal weather conditions in a badland area at Vallcebre, Eastern Pyrenees. *Catena*.
- RICE, K.J. 1985 - Responses of *Erodium* to varying microsites: the role of germination cueing. *Ecology*, 66 (5): 1651-1657.
- SYMONIDES, E. 1977 - Mortality of seedlings in natural psammophyte populations. *Ekol. Pol.*, 25 (4): 635-651.

Rebut: juliol de 1995