

La colonització vegetal de les àrees erosionades de la conca de la Baells (Alt Llobregat)

Roser Guàrdia i Rúbies

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

LA COLONITZACIÓ VEGETAL DE LES ÀREES EROSIONADES DE
LA CONCA DE LA BAELLS (ALT LLOBREGAT)

Roser Guàrdia i Rúbies

Universitat de Barcelona
Dept. de Biologia Vegetal (U. Botànica)

LA COLONITZACIÓ VEGETAL DE LES ÀREES EROSIONADES DE
LA CONCA DE LA BAELLS (ALT LLOBREGAT)

Memòria presentada per Na Roser Guàrdia i
Rúbies per a optar al grau de Doctora en
Ciències Biològiques.

Programa de Doctorat: Estructura i funcionalisme
dels Vegetals i de les fitocenosis; bienni 1988-90

Tutor: Enric Gràcia

Directors:

Josep M^a Ninot i Sugrañes
Dept. Biologia Vegetal
U. de Barcelona

Josep Raventós Bombehi
Dept. d'Ecologia
U. d'Alacant

Barcelona, maig de 1995

Al Jordi

REGRACIAMENTS

Voldriem expressar el nostre sincer agraïment a totes aquelles persones que amb el seu ajut desinteressat han fet possible la realització d'aquest treball:

A Josep M^a Ninot, que ens ha dirigit des de que vam iniciar la nostra tesi de llicenciatura, perquè sempre ha estat disposat a resoldre els nostres dubtes. A més ens ha ajudat activament en molts aspectes, des del treball de camp fins a la redacció de la memòria final. La constància amb la que ha seguit la llarga evolució d'aquest treball ha estat per nosaltres molt encoratjadora.

A Josep Raventós, codirector d'aquest treball, perquè a l'introduir-nos en el món de la modelització ens ha donat una nova visió dels nostres resultats. Li agraïm molt sincerament els seus bons consells i el seu entusiasme durant l'elaboració del model. A través d'ell hem pogut accedir a l'equip de H. Caswell, del Woods Hole Oceanographic Institution (Massachusetts), al qual també agraïm que hagi volgut revisar una part del nostre treball i que ens hagi animat a continuar.

A Núria Clotet, que va ser la persona que ens va proposar el tema d'estudi. Amb ella ens vam formar en aspectes que ens eren poc coneguts i ens va aportar molt bones idees durant el plantejament d'aquest treball. Encara que malauradament no ens ha pogut dirigir fins al final, els estudis que havia realitzat a la Conca de la Baells han estat per a nosaltres una font d'informació fonamental.

A Francesc Gallart, que sempre ha estat molt ben disposat a atendre les nostres peticions. I a tot el seu equip que ens ha facilitat molta informació sobre aspectes complementaris del nostre treball: a David Regüés, amb qui a més hem compartit moltes jornades de treball de camp, i a Pilar Llorens i a David Rabadà que han posat a la nostra disposició les dades climatològiques de Cal Parissa.

A Ramon Josa, amb qui vam col.laborar durant una de les experiències de sembra de llavors al camp; amb el seu assessorament vam realitzar el mostreig del sòl, i el seu deixeble, Roger Ballesteros, ens va analitzar les mostres.

A tots els membres de la Unitat de Botànica que han seguit molt d'aprop l'evolució d'aquest treball i ens han facilitat la seva realització. Particularment a Jordi Carreras, que ens ha ajudat en l'elaboració del mapa de la zona; a Empar Carrillo, que ens ha donat més d'un cop de mà; a Xavier Font, que ens ha donat suport informàtic; a Ignasi Soriano, bon coneixedor de la nostra zona d'estudi i amb qui hem pogut discutir alguns aspectes de la dinàmica de la vegetació; a Ramon M^a Masalles, que ens ha resolt més d'un problema de terminologia botànica i a Josep Vigo, pel seu mestratge d'ençà que vam iniciar els nostres estudis d'especialització. A la resta de companys del departament, que ens han fet més agradables les hores de feina, especialment amb els que hem compartit el despatx.

Amb Andreu Bonet, Xavier Sans i Maite Sebastià hem discutit diversos aspectes d'aquest treball i ens han donat molt bons consells.

Als membres de l'equip de vegetació del projecte Badlands, especialment a Patricio Garcia-Fayos i Roberto Lázaro, amb qui hem col·laborat durant l'elaboració d'aquest treball. Els seus consells com a bons coneixedors dels badlands han estat per nosaltres molt valuosos.

A Carme Alcantara, que va realitzar el seguiment de l'establiment de les plàntules als badlands i a Maria Cardona que va revisar pacientment sota la lupa binocular bona part de les nostres mostres del banc de llavors. A Carme Pedrol que va col·laborar en la identificació d'aquestes llavors i també ens va ajudar en el treball de camp i a l'Eva Millán i al Miquel Angel Marsé que ens van ajudar en el treball de laboratori.

A totes les persones que altruïstament m'han ajudat en tasques diverses: A Núria Abad, a Jordi Bordanova i a Sílvia Monné, que van oferir-se com a "matxaques" de camp i, després d'un primer dia de treball, van ser bons per tornar-me a ajudar. A Carme Casas i Clara Lizana que també em van acompanyar al camp i a Antonio Gómez que em va fer una sessió pràctica d'estabilitat en vessants molt pendents. A Carme Bladé que ens va ajudar a entrar dades a l'ordinador.

A Montse Cervera, amb qui vam col·laborar molt intensament al principi d'aquest treball; el seu entusiasme pels badlands ens va resultar molt estimulant. A l'Annick Chassard, amb qui també vam compartir una època de treball i hem pogut discutir alguns aspectes d'aquest estudi.

A tots els amics que m'han donat suport durant tot aquest temps i que m'han animat a continuar. Especialment a Jordi Latorre, que ha col·laborat activament en molts aspectes: amb ell hem discutit llargament el plantejament del model i ha contribuït generosament a la feixuga tasca de l'elaboració de la memòria final.

Als meus pares, per la seva capacitat de comprensió i molt especialment al meu pare, amb qui ens hauria agradat molt poder compartir aquest moment final. Als germans, sobretot a la Tere, que ens ha donat suport en molts aspectes i ens ha acompanyat tot sovint al camp, al Jordi que ens ha resolt més d'un problema informàtic i a la M^{re} Dolors que ens ha allotjat generosament més d'un cop.

Finalment voldríem fer constar que durant 3 anys ens hem pogut dedicar exclusivament a la realització de la tesi gràcies a una beca d'investigació dins d'un projecte LUCDEME, subvencionat per ICONA: "Dinàmica de geosistemes degradados en areas de montaña: Cuenca del Alto Llobregat". També hem rebut suport econòmic de dos projectes del Pla Nacional I + D (CICYT): "Cuantificación de los fenómenos de abarrancamiento como expresión de los procesos de erosión en la Cuenca del Alt Llobregat (NAT 89-1072-C06-01) i "Análisis de la dinámica de las zonas abarrancadas desde el punto de vista de la degradación ambiental (AMB 93-0844-C06-05).

PREÀMBUL

El plantejament del nostre estudi sobre la dinàmica de les comunitats vegetals que colonitzen els badlands de la conca de La Baells (Alt Llobregat) neix en el marc d'un projecte interdisciplinari centrat en la dinàmica de geosistemes degradats en àrees de muntanya. La vegetació d'aquests ambients ha estat molt poc estudiada, ja que és més aviat exigua i generalment és un element poc rellevant del paisatge vegetal. En altres territoris on ocupen àrees més extenses, com per exemple a Nordamèrica, es coneixen amb un cert detall les comunitats que poblen els badlands i els paràmetres ambientals que determinen la seva distribució (Brown, 1971; Butler et al, 1986).

Les condicions ambientals extremes que es donen als badlands confereixen un especial interès a l'estudi de la dinàmica de la vegetació i de les estratègies de les espècies que aconsegueixen instaurar-s'hi. Segons la teoria de les estratègies de Grime (1979), els hàbitats en els quals actua una forta pertorbació i a més s'hi dona un intens estrés, són pràcticament inviables per a la instal·lació dels vegetals. L'aprofundiment en el coneixement de l'autoecologia d'aquestes espècies pretèn esbrinar les estratègies que els hi permeten subsistir en aquest tipus d'indrets. Per altra banda, l'estudi del procés de colonització dels badlands té un interès pràctic de cara a la restauració d'ecosistemes degradats, els quals comparteixen amb els badlands molts dels factors limitants per a l'establiment de la vegetació.

Una de les espècies més freqüents en els ambients erosionats és *Achnatherum calamagrostis*. El plantejament d'un estudi de la biologia de poblacions d'aquesta espècie respón bàsicament a dos interessos. En primer lloc, pel fet que els estudis de la biologia de poblacions de plantes perennes són encara relativament escassos al nostre país. En segon lloc, perquè podria ser una espècie susceptible de ser utilitzada en la restauració d'àrees erosionades, ja que de manera natural és on es troba més freqüentment.

El present treball s'ha estructurat en tres parts, en base als diferents nivells d'aproximació en que s'ha plantejat. La primera part és purament descriptiva i recull la informació sobre el medi físic (capítol 1), sobre la morfologia i la dinàmica dels badlands (capítol 2), i descriu les característiques de les parcel·les en què s'ha realitzat aquesta tesi (capítol 3).

A la segona part s'aborda l'estudi de la dinàmica de la vegetació dels badlands des de diferents punts de vista. En primer lloc s'analitza la dinàmica de la vegetació en relació amb la dels processos erosius que es donen als badlands (capítol 4). En segon lloc s'examinen els atributs vitals de les espècies que habiten aquests indrets en comparació amb els de les plantes que constitueixen les comunitats veïnes no degradades, per tal de detectar possibles estratègies favorables en relació amb la seva capacitat de viure en aquests ambients (capítol 5). Els dos capítols següents se centren en el procés de colonització d'aquests espais oberts: s'analitza la composició específica i la densitat

del banc de llavors del sòl (capítol 6) i de les espècies en fase de plàntula (capítol 7), dos esglaons del cicle biològic que solen ser decisoris en l'èxit d'instauració de les plantes en un nou ambient. Finalment s'analitza el comportament fenològic de 14 de les espècies més freqüents als badlands (capítol 8).

La tercera part d'aquest treball se centra en l'estudi de la biologia i de la dinàmica de poblacions d'una de les espècies més rellevants del badlands de la zona: *Achnatherum calamagrostis*. Inicialment es descriu la morfologia i l'ontogènia de l'espècie (capítol 9), com a punt de partida dels capítols posteriors. A continuació s'analitza la primera fase del cicle biològic de l'espècie: l'establiment de nous individus a partir de llavors (capítol 10). Per altra banda s'ha volgut estudiar aquest mateix procés des d'un punt de vista experimental. S'ha realitzat una primera aproximació al coneixement dels factors que afecten la germinació de les llavors, en condicions controlades al laboratori (capítol 11) i en condicions naturals mitjançant la sembra de llavors al camp (capítol 12). Finalment s'estudia el creixement vegetatiu dels individus adults, a partir de l'anàlisi de la demografia de la unitat fonamental de creixement: la tija o canya (capítol 13). A l'últim capítol s'integra tota la informació obtinguda en aquesta tercera part i es planteja un model de projecció matricial, amb l'objectiu de valorar el creixement potencial de l'espècie i la contribució que hi tenen les diferents fases del seu cicle biològic. La informació que s'obté a partir d'aquest anàlisi pot ser molt valuosa de cara a la manipulació de les poblacions de l'espècie per tal d'afavorir la seva expansió.

A cada capítol hi ha una breu introducció que centra el tema que s'aborda i un apartat en el qual es descriu la metodologia que s'ha aplicat. Els resultats es discuteixen també separatament per cadascun dels apartats i al capítol 15 se sintetitzen les conclusions generals.

PART I

ELS FACTORS AMBIENTALS

1 EL MEDI FÍSIC

1.1 EL MARC GEOGRÀFIC

Els badlands objecte del nostre estudi es localitzen a la conca de l'Alt Llobregat, que inclou des del neixement del riu, a Castellar de N'Hug, fins a la presa de La Baells. La conca forma part del Prepirineu oriental i té una superfície de 495 Km². El relleu hi és força accidentat, amb altituds que van des dels 600 m a la base de la presa, fins als 2500 m al N de la conca.

Segons les característiques geomorfològiques i litològiques podem distingir 2 grans sectors, sempre en relació amb el tipus de badlands que s'hi desenvolupen (figura 1.1). A l'Est de la conca, resseguint les capçaleres dels torrents i afluents del Llobregat (Arija, Riutort, etc.), bàsicament per la part Nord del riu, són molts freqüent les zones aixaragallades sobre substrats margosos. Al Nordoest de la conca, desde la base de les serres del Moixeró i del Cadí, als marges dels rius Bagà i Bastareny, sobretot als voltants de les poblacions de Bagà i Guardiola, hi trobem zones prou extenses de badlands, desenvolupats també sobre substrats margosos. Més cap al Sud, pel costat occidental del Llobregat, el riu Saldes i els seus torrents tributaris (Torrent de l'Aigua Salada, T. de Vallcebre, T. Llarg, etc.), drenen uns terrenys amb substrats ben diferents. En aquest sectors són freqüents els badlands desenvolupats sobre substrats argilosos, els quals destaquen àmpliament en el paisatge per les seves coloracions vermelloses.

1.2 UNITATS ESTRUCTURALS I LITOLOGIA

La complexitat estructural d'aquest sector prepirinenc ha estat l'objecte de nombrosos estudis geològics (Solé Sugrañes & Mascareñas, 1970; Busquets, 1981, etc.). A la figura 1.2 s'han representat les 4 unitats estructurals que es poden diferenciar a la conca: Sòcol hercinià, Unitat Cadí, Mantell del Pedraforca i Unitat Avantpaís plegat Sud. A continuació descriurem les 2 unitats que comprenen els materials sobre els que s'han desenvolupat els badlands estudiats. Per una descripció més completa de totes les unitats vegeu Busquets (1981), Clotet (1984) i Balasch (1986).

La Unitat del Cadí inclou tots aquells materials situats per sobre una gran discontinuïtat que aflora en superfície seguint una franja que va del Llobregat a la Mediterrànea. Els nivells basals estan formats per sediments continentals permotriàsics amb intercalacions de materials volcànics piroclàstics, els quals reposen discordantment sobre el sòcol hercinià.

Per damunt del conjunt precedent apareix una sèrie secundària incipient. A la base hi ha conglomerats, seguits per una alternança de lutites gresoses i de gresos. Immediatament per sobre hi ha la sèrie lacustre garumniana formada per margues, gresos, calcàries i dolomies. A continuació s'inicien les sèries marines cenozoiques amb margocalcàries gris blavoses de marcada esquistositat i amb algunes intercalacions de gresos i de bioclàsts, i amb bancs calcaris. L'esquistositat d'aquestes materials afavoreix la seva meteorització quan queden en superfície, de manera que formen ben



Figura 1.1 Àrea d'estudi. La línia contínua divideix la Conca en dues parts, la superior i a la dreta, on predominen els badlands margosos de l'Eocè, i la inferior i a l'esquerra, on principalment es troben els badlands argilosos del Garumníà. Localitats: 1, La Pobla de Lillet; 2, Guardiola; 3, Bagà; 4, Vallcebre; 5, Fumanya; 6, Maçaners; 7, Saldes; 8, Gresolet.

sovint àrees denudades o badlands. Per sobre d'aquests materials predominen els gresos amb intercalacions lutítiques, per damunt les calcàries micrítiques amb intervals lutítics i gresos i a continuació apareixen guixos i llims finament estratificats seguits per trams gresosos amb intercalacions calcàries. Aquesta unitat finalitza amb una potent massa conglomeràtica.

La Unitat Mantell del Pedraforca ocupa la major part de la superfície de la conca. Comprèn una sèrie secundària que s'inicia amb argiles i guixos del Keuper; segueixen calcàries, dolomies i margocalcàries secundàries del Juràsic i del Cretàcic i finalitza amb un episodi continental representat per margues, gresos i calcàries lacustres de la formació garumniana. Les margues de fàcies garumniana, de coloracions vermelloses i marronenques característiques, són el segon tipus de substrat sobre el qual s'han desenvolupat abundants zones aixeragallades més o menys extenses. També voldríem destacar que aquests nivells margosos són lignitífers, i han estat molt aprofitats per la mineria.

1.3 EL CLIMA

La conca de l'Alt Llobregat està situada dins de la zona de clima temperat de l'hemisferi septentrional. La gran irregularitat del relleu modifica localment les condicions climàtiques de manera que es poden distingir diferents ambients particulars. Malauradament no existeixen gaires dades que recullin aquesta variabilitat climàtica local, i normalment no es tenen sèries prou llargues de temps que permetin caracteritzar a bastament aquestes particularitats.

Per a l'ànalisi de les condicions climàtiques de la zona d'estudi s'han escollit les dades d'algunes de les estacions meteorològiques ubicades dins de la conca: les més properes a les àrees prospectades dins dels límits d'altitud en que s'han detectat àrees de badlands (entre 700 i 1500 m). Les estacions que hem considerat són les de Gisclareny (1339 m, sèries termomètrica de 6 anys i pluviomètrica de 8 anys), Vallcebre (1100m, sèrie pluviomètrica de 10 anys), La Pobla de Lillet (820 m, sèrie pluviomètrica de 30 anys), Bagà (780 m, sèrie pluviomètrica de 12 anys), Cercs-Fígols (720 m, sèries termomètrica de 23 anys i pluviomètrica de 24 anys) i de Berga (710 m, sèries termomètrica de 13 anys i pluviomètrica de 15 anys). Totes les estacions se situen dins de l'estatge montà. Per sobre dels 1000 m d'altitud només es disposen de dades termomètriques de l'estació de Gisclareny, i malauradament corresponen a un període de temps molt curt. Des de mitjans de l'any 1989 es disposa de dades de l'estació de Cal Parissa, i des del 1991 de l'estació de Cal Carot, totes dues a la vora de Vallcebre; aquestes dades seran analitzades posteriorment, al parlar de les condicions climàtiques durant el període d'estudi. La resta d'estacions meteorològiques es localitzen entre els 700 i els 800 m d'altitud (a l'estació de Cercs-Fígols se l'hi han atribuït altituds força diferents en les diverses fonts consultades; seguint a Soriano (1990), nosaltres hem considerat els 720 m, que corresponen a la central tèrmica de Cercs).

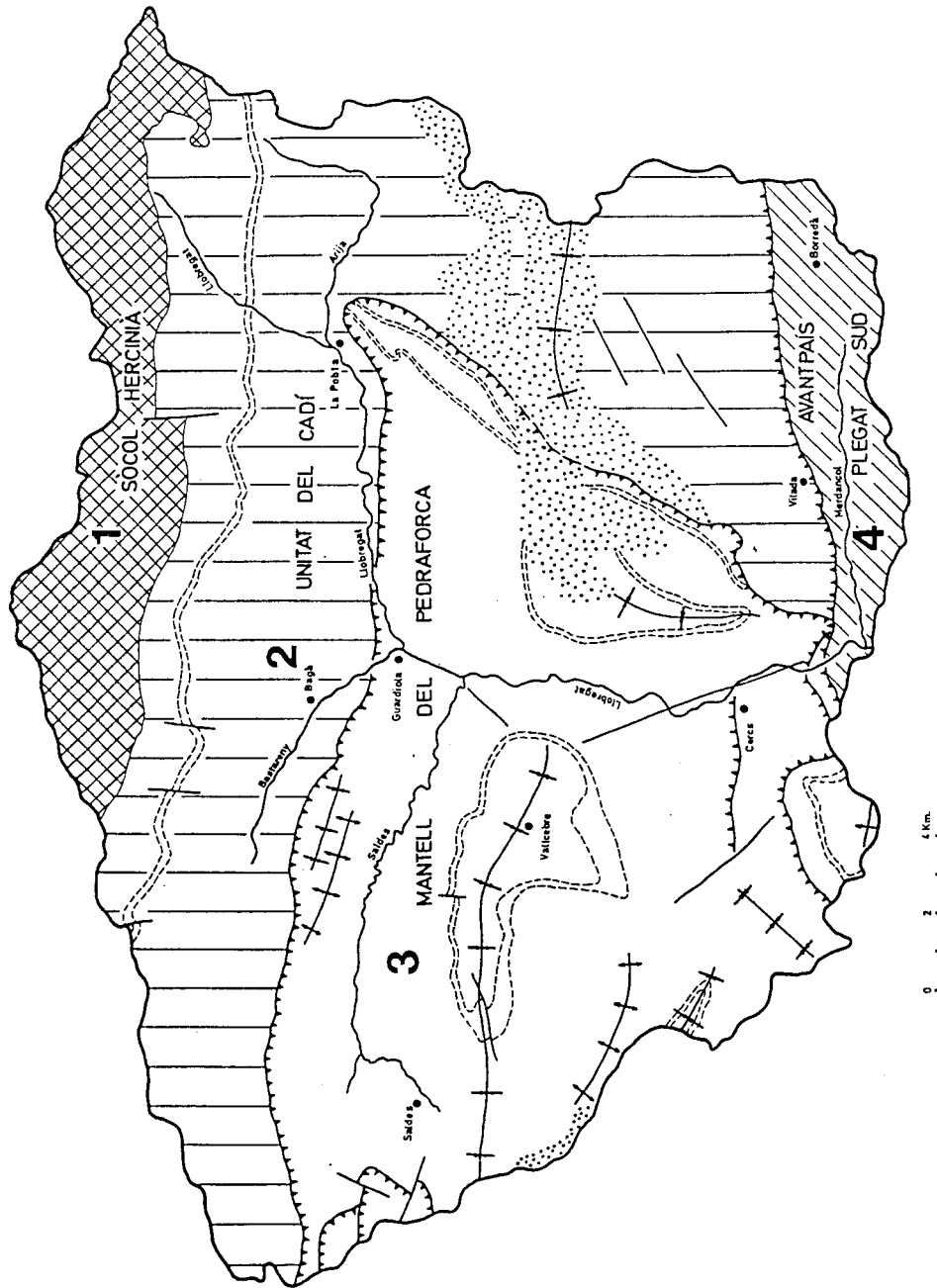


Figura 1.2 Unitats estructurals de la Conca de la Baells.

1.3.1 Les temperatures

A la taula 1.1 es recullen les temperatures de les estacions de Gisclareny, Cercs i Berga. Les temperatures mitjanes de l'estació de més altitud, Gisclareny, són força més baixes que les de totes les altres, de l'ordre de 5 °C menys. Encara que les dades corresponguin a una sèrie molt curta d'anys, són indicatives de l'existència d'un gradient tèrmic altitudinal. Aquestes diferències poden ser especialment rellevants per a la vegetació a la primavera, ja que mentre que a les parts baixes a partir del març la temperatura mitjana és superior a 7 °C (valor llindar per sota del qual, segons Rivas (1987) no hi sol haver activitat vegetal) a l'estació de més altitud no s'arriba a superar a aquest valor fins al maig.

T _m (°C)	Gisc. (6a)	Cercs (23a)	Berga (13a)
Gen	1.0	3.6	4.9
Feb	0.9	4.6	6.3
Març	2.9	7.3	9
Abril	5.5	9.6	9.6
Maig	9.1	13.6	13.9
Juny	12.7	17.0	18.2
Juliol	16.4	20.5	22.3
Agost	16.1	20.0	23.3
Set	13.6	17.3	19.5
Oct	9.2	12.2	13.8
Nov	3.2	7.4	8.6
Des	1.8	4.1	5.6
Anual	7.7	11.4	12.9

Taula 1.1 Temperatura mitjana mensual i anual de les estacions de Gisclareny (1339 m), Cercs (720 m) i Berga (710 m).

L'amplitud tèrmica de les estacions considerades augmenta en sentit contrari a l'altitud. Pel que fa al règim tèrmic anual, en cap cas es donen mesos glacials (temperatura mitjana més petita que 0 °C). A Gisclareny no hi ha cap mes estival (temperatura mitjana més alta que 20 °C), mentre que a Cercs i a Berga sí que ho són el juliol i l'agost.

1.3.2 Les precipitacions

A la taula 1.2 es recullen les precipitacions mitjanes mensuals i les mitjanes dels totals anuals de les 6 estacions considerades. Les dades pluviomètriques de les que es disposa una sèrie més fiable (més de 20 anys), són les de La Pobla de Lillet i les de Cercs; la interpretació de les dades, doncs, ha de ser cautelosa, sobretot tenint en compte la gran variabilitat interanual que es dona en la distribució de les precipitacions.

P	Gisc. (8a)	Vallc. (10a)	La Pobla (30 a)	Bagà (12 a)	Cercs (24a)	Berga (15a)
Gen	26.7	27.3	32.6	48.6	42.4	40.3
Feb	46.4	18.1	42.7	19.2	42.5	43.4
Mar	92.6	43.1	67.4	30.5	64.5	66.1
Abr	92.4	93.3	68.0	86.9	77.5	82.7
Mai	94.5	124.2	100.1	90.1	95.4	101
Jun	70.1	78.6	94.5	72.1	97.7	103.8
Jul	37.1	58.1	80.9	50.1	67.8	74.4
Ago	68.8	89.0	90.5	91.6	97.9	104.1
Set	109.5	90.5	100.4	40.4	116.7	95.6
Oct	88.0	113.5	76.6	87.8	74.8	60.5
Nov	94.7	91.4	60.6	66.9	67.0	53.5
Des	105.1	57.2	62.8	37.7	61.0	53.8
Tot.	925.9	978.9	877.1	721.9	905.2	879.2

Taula 1.2 Precipitació mitjana mensual i anual de les estacions de Gisclareny (1339 m), Vallcebre (1100 m), La Pobla de Lillet (820 m), Bagà (780 m), Cercs (720 m) i Berga (710 m).

Els valors mitjans dels totals anuals més alts es donen a les estacions de Gisclareny i de Vallcebre, que són precisament les de més altitud. La resta d'estacions presenten precipitacions anuals inferiors o iguals a 900 mm. Segons Solé i Sabarís (1964), hi ha una coincidència aproximada dins de la comarca del Bergadà, entre la corba de nivell dels 1000 m i la isoïeta dels 900 mm. Martín Vide et al. (1989) també consideren que la isoïeta dels 900 mm és la que separa els sectors més baixos de la conca dels d'altituds superiors. En el nostre estudi, aquestes diferències pluviomètriques en altitud són particularment importants, ja que els badlands argilosos se situen majoritàriament per sobre els 1000 m d'altitud, mentre que els terrers margosos es localitzen bàsicament per sota d'aquesta cota.

Pel que fa a les precipitacions mitjanes mensuals, maig, juny, agost i setembre són els mesos més plujosos, amb valors que sobrepassen els 90 mm a totes les estacions considerades. Per contra, gener i febrer marquen clarament els mínims mensuals, amb valors entre 19 i 50 mm segons les estacions. En cap cas hi ha un període àrid, la qual cosa marca una clara diferència amb la terra baixa mediterrània, amb un eixut estival marcat. Les pluges estiuenques són d'origen convectiu, ja que es produeixen pel refredament de les masses d'aire a l'ascendir per les muntanyes. Molts cops consisteixen en forts xàfec, intensos i breus; tot sovint es produeixen calamarsades.

La variabilitat de la precipitació, ja sigui l'anual o la mensual, és bastant acusada. Martín Vide (op. cit.) calcula un coeficient de variació anual del 25.8 %, que pels mesos de novembre, gener i febrer supera el 100 %.

Les nevades solen caure entre el novembre i l'abril, però no és rar que es perllonguin fins al maig. A Berga s'ha estimat una mitjana de 5 a 6 dies de nevades, en base a observacions de 30 anys. Per damunt dels 1200 m d'altitud, la neu comença a tenir una durada considerable: a Gisclareny, s'ha calculat una mitjana de 22 dies de neu anuals.

La integració termopluviomètrica de les dades de què es disposa, i d'acord amb la classificació de Gaussen que recullen Bolòs i Vigo (1984), totes les localitats considerades, (i també la zona prospectada en aquest estudi), presenten un bioclima axeromèric. Les característiques definitòries d'aquest tipus de bioclima són la manca de mesos tèrmicament glacials, i l'absència de mesos àrids.

1.4 EL PAISATGE VEGETAL

El relleu accidentat que caracteritza la conca de l'Alt Llobregat, les variacions climàtiques que això comporta i la variabilitat litològica ja esmentada, són els tres factors principals que determinen la distribució de les comunitats vegetals a la zona. A continuació es descriuen molt breument les principals unitats que es poden distingir en el paisatge vegetal de l'àrea d'estudi. Per a una exposició més detallada de la vegetació de la zona vegeu Soriano (1992) i Carreras & Vigo (1994).

La major part de l'àrea prospectada es troba dins de l'estatge submontà, que correspon al territori de les rouredes i de les pinedes de pi roig del *Quercion pubescenti-petraeae*. El seu domini s'estén des dels 700 m d'altitud fins poc més amunt dels 1300 m. La roureda de roure martinenc (*Buxo-Quercetum pubescentis*) és la comunitat forestal que potencialment hi tindria una major extensió, però l'impacte humà que ha sofert des d'antic aquesta àrea ha reduït la seva representació considerablement. La sèrie regressiva d'aquestes rouredes passa per l'aparició de boixedes, atribuïbles al mateix *Buxo-Quercetum*, o bé als indrets més rocosos i més secs al *Rhamno-Buxetum*. Si la degradació és més intensa aquests matollars són substituïts per joncedes de l'*Aphyllanthion*, que als indrets més secs corresponen principalment al *Brachypodio-Aphyllanthetum* o al *Thymo-Globularietum*, mentre que als obacs s'hi fan pastures de tendència mesòfila (*Aphyllanthio-Seslerietum* i *Plantagini-Aphyllanthetum*); localment, ocupant sòls frescals, s'hi fan pastures mesòfiles de caire medieuropeu de l'*Euphrasio-Plantaginetum*). Freqüentment aquestes comunitats herbàcies porten un estrat arbori de pi roig (*Pinus sylvestris*). En els darrers anys, l'abandonament de l'activitat agrícola i ramadera ha iniciat el procés de reconstitució de la vegetació potencial, mitjançant una successió en el sentit invers de la serie regressiva suara descrita.

En molts dels vessants obacs, entre els 900 i els 1500 m d'altitud, hi prosperen les fagedes, que sobre substrat calcari corresponen a l'associació *Buxo-Fagetum*. La sèrie regressiva d'aquestes comunitats coincideix gairebé a la descrita per a les rouredes als vessants més frescals.

Les pinedes de pi roig del *Deschampsio-Pinion* substitueixen en altitud i de manera gradual a les rouredes del *Quercion pubescentis*. El seu territori s'estén entre els 1300 m i els 1600 m i, per tant, només afecta localment la nostra àrea d'estudi. L'única comunitat forestal que s'hi pot trobar representada correspon al *Polygalo-Pinetum*. L'aclarida o l'eliminació dels arbres porta, en general, a l'establiment de pastures mesòfiles de l'aliança *Mesobromion*, freqüentment amb alguns claps de boix (*Buxus sempervirens*). Als solells hi apareixen també prats de tendència més xeròfila corresponents al *Xerobromion*.

2 ELS BADLANDS. CARACTERÍSTIQUES I DINÀMICA

2.1 CARACTERÍSTIQUES DELS BADLANDS

El terme badlands curiosament prové del castellà "malas tierras", que es com designaven els conquistadors espanyols les terres desolades del sud-est d'Amèrica del Nord. El terme va ser traduït posteriorment pels colons arribats de la costa est americana.

La definició inicial del vocable es referia als paisatges naturals intensament excavats, on la vegetació és esparsa o absent i que no poden tenir un ús agrícola. Típicament són originats per les aigües corrents concentrades, tenen una xarxa de drenatge molt densa, les valls amb forma de V i els vessants curts i molt pendents. Posteriorment el terme s'ha ampliat i inclou també zones amb la mateixa fesomia, encara que s'hagin originat per causes altres que les naturals, o també quan han intervingut altres processos que els fluvials, com per exemple els moviments en massa, erosió per túnels, etc.

Els factors i processos que intervenen en la formació d'aquestes àrees denudades són molt diversos, però les zones on aquest fenomen es produeix en àrees extenses comparteixen certes característiques litològiques i climàtiques.

Els substrats constituïts per materials fins, no consolidats o poc cimentats, són especialment propensos a la formació de badlands quan queden al descobert. Les àrees més extenses i més ben desenvolupades s'han format sobre materials argilosos, materials margosos i sobre esquists. Les formacions amb argiles són molt vulnerables, a causa dels canvis volumètrics que sofreixen aquests materials al canviar la humitat.

Pel que fa a les condicions climàtiques, són determinants els forts contrastos estacionals, ja siguin tèrmics o bé pluviomètrics. Tradicionalment els badlands es consideraven un fenomen geomorfològic típic dels relleus de climes mediterranis semiàrids o àrids, amb una estació molt seca i calorosa seguida d'una època de fortes pluges torrencials. Però també existeixen badlands a les àrees continentals de latituds més altes, en els quals l'acció del gel és geomorfològicament significativa. A les regions muntanyenques de les nostres latituds hi conflueixen una sèrie de factors que afavoreixen el desenvolupament de badlands: acció mecànica del gel a l'hivern, acció fluvial al període de fusió de la neu i forts xàfecs a l'estiu.

Per altra banda, les perturbacions ocasionades per l'activitat humana (agricultura, ramaderia, etc.) han contribuït i contribueixen a augmentar l'extensió que ocupen els badlands actualment (Bryan & Yair, 1982; Gallart, 1991).

2.2 PROCESSOS GEOMÒRFICS ALS BADLANDS

La formació d'un badland inclou una sèrie de fenòmens complexos i diversos que varien segons les condicions climàtiques i la naturalesa del substrat. Fins i tot dins d'una mateixa àrea, l'heterogeneïtat topogràfica i mineralògica condiciona la dinàmica d'aquests processos. Quan per qualsevol motiu (esllavissament, deforestació, intensa ramaderia, foc, etc.) queda al descobert la roca mare, l'acció dels agents de meteorització, incloent-hi l'aigua de pluja desencadena un procés de degradació de l'àrea que es pot anar extenent progressivament.

A la conca de l'Alt Llobregat, la meteorització de la roca quan queda al descobert es produeix bàsicament per l'acció del gel-desgel (Clotet, 1984; Regüés et al., 1993). El refredament de l'aigua infiltrada per les esquerdes del substrat origina la formació de cristalls de gel, que a l'ocupar un volum superior a l'inicial fragmenten la roca i produeixen noves esquerdes. El procés es repeteix mentre les condicions climàtiques ho afavoreixin, pràcticament des de la tardor fins a principis de primavera. Si el material és argilós a aquest fenomen s'hi afegeix la meteorització que es produeix per l'inflament i la contracció de les argiles amb els canvis d'humitat.

Les pluges són la font d'aigua que desencadena l'evacuació dels materials produïts per la meteorització. En condicions naturals, una part de l'aigua caiguda és interferida per la vegetació, és la que es designa com a intercepció. L'aigua que degota a través de la vegetació és el trascol i la que s'escola per les tiges de les plantes fins al terra és l'escolament cortical. En els dos casos l'energia amb la que l'aigua arriba a la superfície del sòl és més petita que quan hi arriba directament. El flux d'aigua per sobre el terreny es produeix quan la intensitat de la precipitació és més elevada que la capacitat d'infiltració del sòl. El terme escolament superficial inclou tota l'aigua que llisca per la superfície del sòl. Pot ser laminar, quan les superfícies són bastant uniformes, o bé concentrat, quan el flux es produeix preferentment per les incisions del terreny. L'aigua que s'ha infiltrat en els primers centímetres del sòl també circula internament vessant avall, i constitueix l'escolament subsuperficial; si en algun punt sorgeix altre cop a la superfície per a continuar circulant per sobre d'ella ocasiona el flux de retorn.

Als badlands, la exigüitat del mantell vegetal fa que la major part de l'aigua de pluja arribi sense cap esmorteïment a la superfície del sòl. L'impacte de les gotes de pluja (splash) afavoreix l'erosió, ja que dispersa els agregats. Per altra banda, provoca un desplaçament a salts de les partícules en direcció radial des del punt d'impacte de la gota; això pot portar a la formació d'un enduriment superficial o crosta, per rebliment dels porus per les partícules més fines, impulsades pels impactes. Aquesta impermeabilització podria reduir l'erosió, si no fos perquè al dessecar-se el regolit s'esquerda i es corba; aquestes esquerdes són després l'inici de la formació de reguerons. Per altra banda, l'impacte de les gotes augmenta la turbulència del flux d'aigua superficial.

La generació d'escolament superficial està molt condicionada per la textura, l'estructura i els caràcters químic-mineralògics del regolit. Aquestes propietats poden variar fins i tot entre curtes distàncies dins d'un mateix vessant. L'escolament superficial és pràcticament laminar a la part alta dels vessants, i té poca capacitat morfogenètica, mobilitza només les partícules fines procedents de l'alteració de la roca. Al descendir, però, l'aigua es va concentrant en petits filets divagants, que s'insereixen en el substrat i modelen petits reguerons. A l'anar-se ajuntant els reguerons augmenta el grau d'operativitat morfogenètica del procés, creant-se un fenomen acumulatiu. La presència de les esquerdes de dessecació, reguerons i canals principals (o tálvegs) afavoreix l'escolament concentrat. Aquest fenomen és una retroacció positiva, ja que el procés es tant més eficaç com més irregular és el vessant, i així mateix, la seva actuació tendeix a esculpir noves irregularitats o a accentuar les ja existents. Les pluges intenses d'estiu són les que originen aquest escolament concentrat, amb la consegüent mobilització de grans quantitats de material. Les pluges de la resta de l'any, no tenen, ni de bon troç, efectes tan visibles.

A continuació es descriuen més detalladament els processos erosius que actuen en cadascun dels 2 tipus de badlands considerats, i es relacionen amb la morfologia peculiar que s'origina en cada cas.

2.3 ELS BADLANDS MARGOSOS DE L'EOCÈ

Els materials sobre els que es desenvolupen aquests badlands són margo-calcàries gris blavoses, generalment molt esquistosades, amb intercalacions de gresos i calcarenites. Formen part de la Unitat del Cadí i cronològicament estan situats entre l'Ilerdià mitjà i l'inferior (Eocè).

La composició mineralògica d'una mostra corresponent a un aflorament margós a prop de la població de Guardiola es recull a la taula 2.1. La calcita i el quars són els elements predominants; la presència d'argiles és bastant baixa, només la il.lita i la caolinita són relativament importants.

	Q	C	D	G	I	CL	K	E
0-3	10-21	33-59	2-4	0	7-30	0-8	0-26	0
30	9-13	31-58	1-3	0-3	11-33	0-6	0	0

Taula 2.1 Composició mineralògica del regolit en superfície (0-3 cm) i en profunditat (30 cm) de mostres procedents d'un badland margós proper a la població de Guardiola. (Dades extretes de Cervera et al, 1991). Q, quars; C, calcita; D, dolomia; G, guix; I, il.lita; K, caolinita; E, esmectita.

L'alternança més o menys nombrosa de capes resistents, gresoses, i de materials margosos, més tous, condiciona la morfologia dels badlands, i en conseqüència la dinàmica dels processos erosius que s'hi produeixen. Els tálvegs principals solen instal·lar-se en els contactes entre margues i capes

més resistents, fet que impossibilita, en molts casos, la seva jerarquització. Això condiona que els vessants siguin llargs i de fort pendent; els tàlvegs són força rectilinis i amples, i estacionalment queden reblerts pels materials provinents dels talussos laterals (figura 2.1). Allà on els tàlvegs tenen poc pendent, fet que coincideix amb la part més baixa dels badlands, l'acumulació dels materials és permanent.

Aquests badlands margosos subministren grans quantitats de sòlids en forma de graves i còdols aplanats, que es fragmenten molt fàcilment i afavoreixen el seu transport. Els moviments en massa de tipus plàstic no són freqüents, i generalment són a petita escala (decimètrics).

La dinàmica dels processos actuals és marcadament estacional. Durant l'hivern, i degut principalment a les gelades, es produeix la meteorització dels materials. L'esquistositat de la roca mare afavoreix l'alteració superficial de la roca, de manera que es forma una capa superficial de graves anguloses pràcticament sense matriu (figura 2.2). Rarament la meteorització d'aquest tipus de substrat produeix materials fins.

Les pluges de primavera i essencialment els xàfecs estiuenecs evacuaran aquestes acumulacions de materials i produiran incisions i reguerons ("rills") més o menys profunds. Cal dir que en aquest tipus de badlands, la concentració de les aigües corrents es veu frenada, o com a mínim retardada, pel tapissat que formen les graves procedents de l'alteració del substrat, que afavoreix la seva capacitat d'infiltració.

Pel que fa a les taxes d'erosió, la producció de sediments és bastant inferior a la que proporcionen els badlands del Garumnià (Chassard, com. pers.). Segons els resultats obtinguts pel període 1989-1991, a partir de 2 col·lectors de sediments instal·lats en un badland margós de 87 m² de superfície i en un badland argilós de 76 m², la producció de sediments és de 0,036 t/m²/any i de 0,086 t/m²/any respectivament. Aquestes dades correspondrien als valors més alts observables, ja que s'han obtingut en conques petites i pràcticament nues. En badlands argilosos, s'havia fet una estimació prèvia (Clotet et al, 1988) que donava un valor molt més alt (1,170 t/m²).

En conques més grans, la producció de sediments no depen tan directament del tipus de substrat sinó que a més intervenen l'heterogeneïtat del terreny, l'alternança de materials i la presència esporàdica de vegetació. En aquest sentit cal remarcar la importància de l'alternança de materials de diferent consistència als badlands de l'Eocè, ja que les bandes margoses sobre les quals es formen les incisions del terreny són capaces de subministrar fins i tot més sediments que les argiles del garumnià (Cervera et al. 1991), però els materials més resistents que també formen els vessants pràcticament no contribueixen a la producció total de sediments. Així doncs, taxes locals molt altes poden ser compensades per valors més generals molt baixos.



Figura 2.1 Visió general d'uns badlands de l'Eocè a prop de la població de Bagà.



Figura 2.2 Vessant d'un badland margós de l'Eocè. L'esquistositat dels materials afavoreix la meteorització de la roca que es fragmenta donant graves anguloses.

2.4 ELS BADLANDS ARGILOSOS DEL GARUMNIÀ

Les fàcies d'argiles del Garumnià s'inclouen en la unitat del Mantell del Pedraforca i corresponen a dipòsits lacustres que donen alternances d'argiles versicolors amb proporcions variables de sulfats (figura 2.3). Aquests materials es troben delimitats a la seva part superior per unes barres potents de calcàries de la mateixa edat. Aquesta intercalació de nivells competents i incompetents fan que aquesta fàcies garumniana sigui una de les més inestables de tota la conca, amb tendència als esllavissaments i als desprendiments.

La formació d'argiles comprèn diferents capes de materials que es poden distingir fàcilment per la seva coloració. La caracterització mineralògica i físico-química d'aquests tipus de regolit es pot trobar al treball de Regüés et al. (1992). A la taula 2.2 recollim una part dels resultats d'aquest treball, només els que fan referència als 2 tipus de regolit sobre els que nosaltres hi hem realitzat algun estudi: les argiles vermelloses i el regolit morat. Destaca l'elevada proporció d'esmetita i caolinita a les argiles vermelloses, i la gran quantitat de guix que contenen els materials morats. Si es compara amb la composició mineralògica de les mostres de regolit dels badlands margosos de l'eocè, la principal diferència és l'abundància de la dolomita en comptes de la calcita i una proporció més gran d'argiles en els badlands del Garumnià.

	Q	C	D	G	I	K	E
V 0-5	16.4	5.1	33.0	3.1	0.0	13.2	29.1
V 30	12.0	5.5	39.9	0.0	6.3	14.4	21.9
M 0-5	7.0	0	10.0	74.7	1.1	2.2	5.0
M 30	7.0	0	7.9	75.0	1.0	2.0	4.9

Taula 2.2 Composició mineralògica del regolit en superfície (0-5 cm) i en profunditat (30 cm) de mostres d'argiles vermelles (V) i regolit morat amb guix (M) d'un badland argilós proper a la població de Vallcebre. (Dades extretes de Regüés et al., 1992). Q, quars; C, calcita; D, dolomia; G, guix; I, il.lita; K, caolinita; E, esmetita.

Els fenòmens relacionats amb la circulació de les aigües superficials produeixen des d'incisions puntuals del substrat argilós fins a extenses àrees degradades ocupades per badlands. Per altra banda, els fenòmens relacionats amb la plasticitat dels materials argilosos originen moviments de massa de diversos tipus, com són les solifluxions superficials, les colades fangoses i els desprendiments rocosos.

Les àrees d'aixaragallament generalitzat s'instal·len sobre els afloraments de les argiles

garumnianes, freqüentment a les capçaleres dels torrents, on els gradients del pendent són més elevats. La xarxa de drenatge sol estar més jerarquitzada que en els badlands margosos de l'Eocè, els vessants hi són més curts, amb forts pendents i estan separats per crestes generalment (figura 2.4).

La dinàmica anual d'aquestes àrees ha estat estudiada amb més profunditat que no la dels badlands margosos de l'Eocè, de manera que es coneixen més bé els mecanismes que hi intervenen (Clotet, 1984; Balasch, 1986; Regüés et al., 1992).

Els moviments de massa provoquen l'aparició de la formació argilosa nua, que d'aquesta manera és susceptible de subministrar sòlids en suspensió per l'acció de les aigües de pluja, i pot originar àrees de badlands. Aquest fenomen es va observar a rel dels aiguats del 1982 (Gallart & Clotet, 1988).

Els processos encarregats de produir material erosionable sobre els afloraments de roca nua són principalment de dos tipus: humectació-desecció i gel-desgel. En el primer cas les argiles s'impregnen d'aigua per acció de la pluja o de la rosada, i augmenten de volum. Quan el regolit s'asseca per l'evaporació, les argiles perden l'aigua i es contrauen. La repetició d'aquests canvis produeix al cap de cert temps la fragmentació i esquerdament de la part més externa del substrat. El mecanisme serà afavorit pels canvis ràpids que es produeixen quan després de les pluges hi ha una forta radiació solar.

Per altra banda tenim l'acció del gel. El refredament de l'aigua absorbida a les capes de filosilicats o incorporada a les esquerdes del substrat, origina la formació de cristalls de gel que a l'ocupar un volum superior a l'inicial divideixen el material en escates paral·leles a la superfície. Aquestes làmines permeten una nova infiltració d'aigua i el procés es repeteix mentre les condicions climàtiques ho afavoreixen, com succeeix a l'hivern amb les gelades nocturnes.

L'acció dels esmentats processos genera un material esponjós d'eluviació que es manté en el vessant reforçat per una crosta superficial més endurida, la qual protegeix temporalment el material recentment format de l'acció de l'aigua de pluja. La crosta és el resultat de la dessecació de la làmina més superficial del regolit (figura 2.5).

Segons Regüés et al. (en premsa), el principal agent meteoritzant és el gel-desgel. La dessecació juga només un paper secundari, però és la que controla la infiltració i l'escolament per les esquerdes i la subsegüent formació de reguerons.

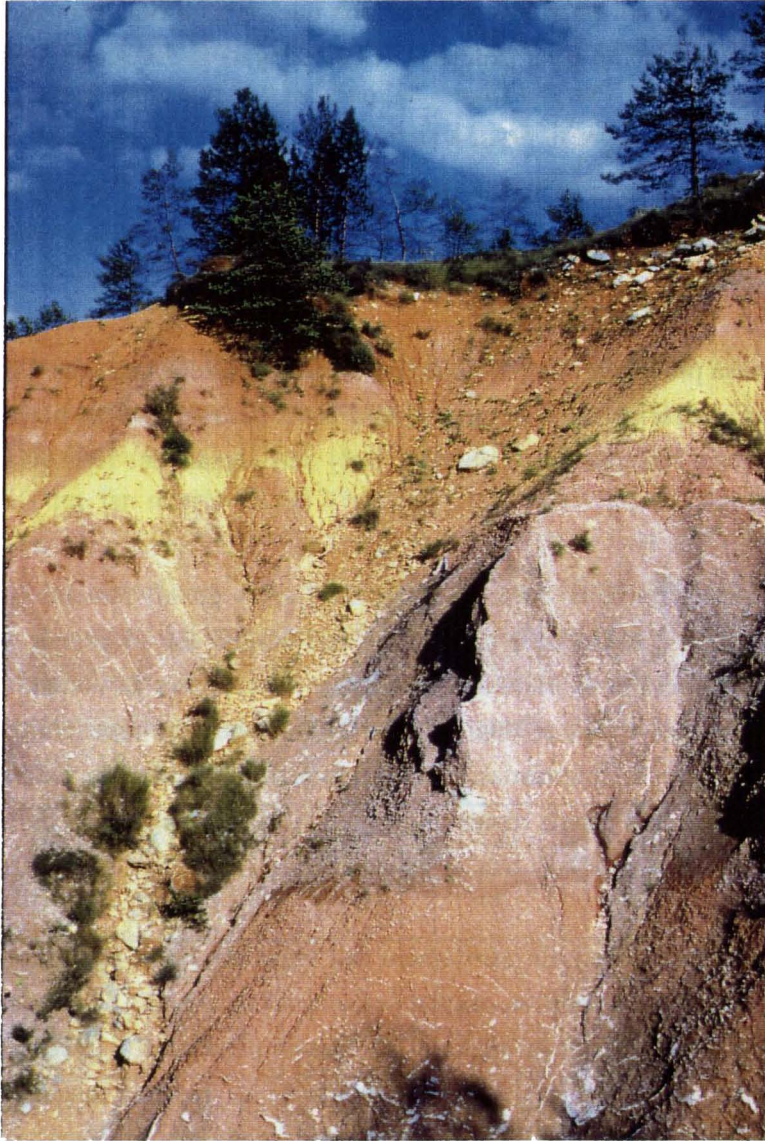


Figura 2.3 Badland d'argiles de fàcies garumniana. Al llarg dels vessant es poden distingir les alternances d'argiles versicolors, en disposició pràcticament horitzontal.

La dinàmica dels vessants provoca una erosió més ràpida del substrat argilós que de la formació superficial de la capçalera del badland, de forma que apareixen extraploms retinguts per les arrels de la vegetació (figura 2.6). Aquest retrocés acaba provocant el desprendiment de la part superior, amb un paquet de sòl i fragments de vegetació, sobre el mateix talús. Els elements fins seran rentats progressivament per l'escolament concentrat, però els fragments que superin la competència d'aquest escolament quedaran aturats en els llits dels xaragalls. La presència de blocs i graves despresos dificulta l'escolament i produeix l'acumulació de sediment darrera de les obstruccions, de manera que es ralentitza l'evolució dels badlands.

Dins d'un badland no tota l'àrea abarcada per l'aixaragallament subministra la mateixa quantitat de sediment. Hi ha dues variables que motiven aquesta heterogeneïtat: les variacions litològiques locals i les ruptures de pendent en el mateix badland.

L'estacionalitat dels processos erosius en aquests badlands és també molt marcada. A la tardor i a l'hivern predominen els processos relacionats amb la preparació del material. El manteniment d'un grau elevat d'humitat i la freqüència de les gelades afavoreixen en gran manera la meteorització física, perquè es produeix un augment de la porositat i es debiliten les forces de cohesió internes. Els materials d'eluviació produïts al dessecar-se poden desprendre's per gravetat i s'acumulen als reguerons i canals principals (figura 2.7). Per altra banda, quan el gel es desfà, els porus que ocupava se saturen d'aigua, la qual cosa contribueix a la meteorització de la roca, perquè es trenquen els agregats. Després de pluges suaus i prolongades, o a causa de la fusió de la neu a la primavera, l'argila alterada pot sobrepassar el límit líquid, produint-se llavors petits esllavissaments i colades fangoses, que reben els tàlvegs elementals. A l'estiu, una sola precipitació pot provocar l'evacuació de la major part del material preparat en el període anterior. Durant la resta d'agost i el setembre, les pluges segueixen tenint una gran importància morfogenètica, encara que l'evolució dels vessants és molt inferior a la que correspon al primer xàfec estiuenc.

El balanç entre la producció de material per la meteorització de la roca i la seva evacuació posterior depèn de les condicions climàtiques de l'any. Els resultats obtinguts amb simulacions de pluja sobre aquests materials (Cervera et al., 1991; Regüés et al., en premsa), han posat de manifest que l'estat inicial del material quan es produeix una precipitació controla la taxa d'erosió en cada cas, juntament amb la seva intensitat. L'estat d'humectació del regolit és el que determina la presència o no de la crosta d'enduriment superficial i la profunditat de les esquerdes de dessecació. Sota una mateixa intensitat de pluja, si el percentatge d'humitat inicial del regolit és baix i hi ha una crosta amb esquerdes de dessecació, inicialment l'aigua s'infiltra per les esquerdes, i es retarda la producció d'escolament superficial. Si una pluja de la mateixa intensitat cau sobre un regolit amb un percentatge d'humitat més alt, en el qual ja s'ha produït el segellat de les esquerdes, la producció d'escolament superficial pot ser gairebé instantània. Per tant, un any en que es donin pluges intenses però prou distanciades en el temps com perquè l'elevada insolació estival hagi



Figura 2.4 Badlands argilosos del Garumnà a la zona de Cal Carot (Vallcebre).

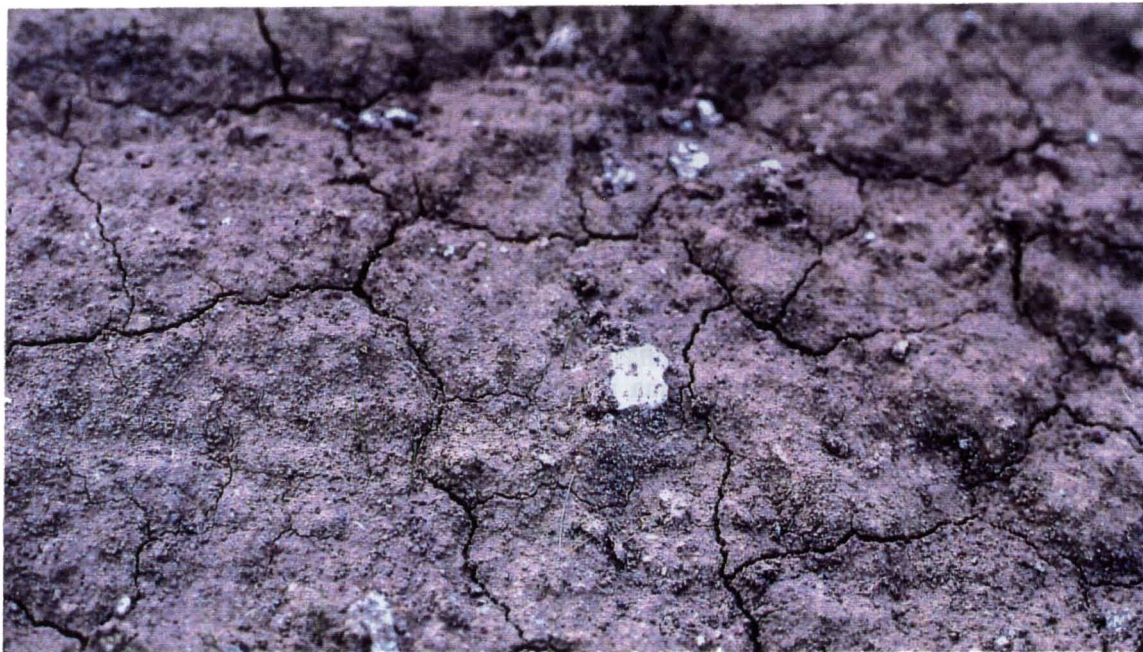


Figura 2.5 Detall de la crosta superficial que es forma a les argiles vermelles del Garumnà quan es dessecà el material després de les pluges.

dessecat el material, no es produirà la mateixa erosió que si les precipitacions se succeeixen en un curt període de temps.

La taxa d'erosió estimada a una zona de badlands propera a Vallcebre és de 9 mm per any (Clotet, et al. 1988). Aquest valor és molt similar al que els mateixos autors obtenen com a promig a partir del sediment acumulat durant 40 anys en una petita conca obturada dins de la mateixa zona, i per tant, cal pensar que es representa de l'activitat que es produeix en aquestes àrees aixaragallades.



Figura 2.6 Descavalcament del sistema radical d'un pi roig a la part superior d'un vessant d'un badland argilós del Garumnià, per l'erosió més ràpida del substrat argilós que de la formació superficial de la capçalera.



Figura 2.7 Acumulació a la base dels vessants dels materials que s'han format per meteorització de la roca als badlands del Garumnià. Els materials cauen per gravetat quan es produeix el desgel.

3 LES PARCELLES

3.1 DESCRIPCIÓ GENERAL

El seguiment de diversos aspectes de la vegetació que colonitza els badlands s'ha centrat exclusivament en un dels dos tipus de substrats sobre els que es desenvolupen aquestes àrees, concretament en els badlands argilosos de fàcies garumniana. Per tal d'evitar fonts de variabilitat no controlades ens hem restringit a una subconca en concret, que designarem d'aquí en endavant com Cal Carot, situada a la capçalera del torrent de Vallcebre, amb un torrent tributari anomenat del Devinol. En aquest sector el torrent principal es subdivideix en 2 branques, les quals circulen paral·lelament en una direcció aproximada E-W. La major part de l'any pel torrent hi circula relativament poca aigua; a l'estiu, quan es produeixen les pluges torrencials, l'alçada del cabal pot arribar a ser, només temporalment, bastant gran (més de mig metre).

L'altitud d'aquesta àrea és als voltants dels 1230 m. La major part de la zona està recoberta d'una vegetació bastant densa. Als vessants septentrionals hi predominen els prats d'*Aphyllanthio-Seslerietum*, sovint amb un estrat arbori de pins (*Pinus sylvestris*). Els vessants orientats al sud generalment han estat aterrassats i actualment són conreus abandonats que es pasturen més o menys esporàdicament. Alguns d'aquests conreus són encara explotats com a prats de dall.

Els badlands de la zona s'han desenvolupat bàsicament als vessant N, sota les pinedes de pi roig. El substrat sobre el que s'han format els badlands correspon sempre a les formacions argiloses de fàcies garumniana. Els diferents tipus de regolít que es poden distingir en aquesta formació se situen en bandes d'orientació generalment horitzontal, de pocs metres de potència. Les bandes de regolít morat se situen per sota de les d'argiles vermelles. S'observa un notable canvi de pendent entre unes i altres, de manera que la capa inferior de regolít morat sol presentar pendents bastant més alts (figura 3.1).

Bàsicament totes les parcel·les s'han ubicat sobre les argiles vermelles; només alguna de les proves de germinació d'*Achnatherum calamagrostis* en condicions naturals (capítol 12) s'ha realitzat sobre el regolít morat. L'orientació i pendent de cadascuna de les parcel·les en que s'ha realitzat algun seguiment estan especificades a cadascun dels capítols corresponents. A continuació es descriuen les característiques físico-químiques dels 2 tipus de regolits en que s'ha treballat, i s'analitzen les dades climàtiques corresponents al període d'estudi.

3.2 PERFILS EDÀFICS I ANÀLISIS FÍSICO-QUÍMIQUES DEL SUBSTRAT

Per tal de caracteritzar els substrats es recolliren un total de 5 mostres dins de la zona del Carot, de manera que quedessin representades les diferents situacions en les quals s'ha treballat. Les mostres han estat analitzades a l'E.S.A.B.; els mètodes d'anàlisi emprats es poden trobar a Ballesteros (1994).



Figura 3.1 Visió general de la zona de Cal Carot. La part superior dels badlands està en contacte directe amb les pinedes de pi roig que ocupen els vessants no degradats. S'observen també, els diferents tipus de regolit disposats en bandes horitzontals, els quals condicionen marcats canvis en el pendent.

El perfil P1 es va realitzar sota un prat arbrat (*Aphylantho-Seslerietum*), just per sobre d'un badland. Al llarg del perfil s'hi poden distingir 5 horitzons que corresponen a les 5 mostres de la taula 3.1. Els primers 2 cm del sòl (P11) corresponen a un horitzó A₁. A continuació es distingeix un horitzó AB de coloració més fosca (P12), que va dels 2 als 9 cm de profunditat. L'estructura és gromullosa fina, amb grans d'1 a 2 mm de diàmetre. Aquestes partícules s'agrupen de nou en unitats polièdriques subangulars; hi són molt abundants les arrels fines i molt fines, corresponents bàsicament als sistemes radicals fasciculats típics de les gramínies. Per sota, entre els 9 i els 16 cm de profunditat s'hi distingeix un horitzó B (P13), amb una estructura polièdrica subangular amb agregats de 2 a 5 mm que alhora es reagrupen en agregats també polièdrics, d'uns 2 cm; hi són molt abundants les arrels fines. Entre els 16 i 25 cm s'hi distingeix un horitzó de transició BC (P14), amb una estructura polièdrica subangular: hi ha força arrels mitjanes, de 2-3 mm de diàmetre, i carbonats secundaris en forma de nòduls. Finalment, entre els 25-40 cm de profunditat hi trobem un horitzó C (P15), que correspon a la roca mare fragmentada; l'estructura és polièdrica regular, amb agregats d'aproximadament 1 cm; s'hi observen força arrels fines i molt fines i també algun torrícola.

La resta de perfils es van realitzar tots en el regolit de diversos badlands. En tots els casos es van prendre dues mostres, una als 10 cm superiors i l'altra entre els 10 i 20 cm de profunditat (el segon número de cada mostra indica la profunditat, 1 per la mostra superior i 2 per la de més profunditat). El perfil P2 es va realitzar en un badland d'argiles vermelloses. La resta de mostres corresponen a perfils sobre regolit morat. El perfil P3 es va realitzar en un badland poblat gairebé exclusivament per individus dispersos d'*Achnatherum calamagrostis*, en una zona nua entre 2 tofes. En superfície es va constatar una pedregositat abundant, que correspon bàsicament a fragments de guix. S'hi van observar bastantes arrels fins als 20 cm de profunditat. Els resultats de les anàlisis físico-químiques de les mostres d'aquests dos perfils es recullen a la taula 3.2. El perfil P4 es va realitzar sota una tofa d'*A. calamagrostis*, d'uns 30-40 cm de diàmetre. En comparació amb el perfil P3 s'hi observa una densitat més gran d'arrels. L'últim perfil (P5) es va realitzar també sobre substrat morat, però en una zona completament desprovista de vegetació. A la taula 3.3 es presenten els resultats de les anàlisis físico-químiques de les mostres d'aquests 2 perfils.

A continuació compararem els resultats de les anàlisis de les mostres corresponents a tots els perfils realitzats. Pel que fa a la granulometria, als regolits dels badlands hi ha una proporció de graves més grans que al perfil sota el prat. El regolit vermell és el que té menys pedregositat. Al regolit morat aquesta ve donada principalment per la presència de fragments de guix i per la formació de pseudoagregats de més de 2 mm de mida, que no es trenquen fàcilment però que es desfan amb aigua.

La textura no s'ha pogut analitzar en les mostres del regolit morat, perquè la presència de guix

impedeix aplicar la metodologia utilitzada. A la resta de mostres s'ha detectat sempre una elevada proporció de llims, la qual cosa confereix al material una gran capacitat de retenció d'aigua.

	P11	P12	P13	P14	P15
Profunditat (cm)	0-2	2-9	9-16	16-25	25-40
% Graves	1.82	1.18	3.39	5.47	12.11
% Terra fina	98.18	98.82	96.61	94.53	87.89
% sorra	4.62	3.01	2.40	3.89	10.70
% llim	76.80	77.16	75.76	77.31	72.24
% argila	18.58	19.83	21.84	18.80	17.06
C. textural	Fr-llim	Fr-llim	Fr-llim	Fr-llim	Fr-llim
pH (H ₂ O)	7.73	7.92	7.96	7.99	8.03
pH (KCl)	6.98	7.73	7.43	7.39	7.34
% Carbonats	21.26	25.69	30.85	34.94	36.33
C. E. (s.m ⁻¹)	256	266	209	160	130
C.I.C. (meq. Na/100g)	66.84	35.25	29.78	26.13	26.58
% Mat. org.	7.07	4.92	1.93	1.33	0.78
K (mg K ₂ O/Kg terra)	238.0	205.8	95.7	72.2	55.5
P (mg P ₂ O ₅ / Kg terra)	n.d. ¹	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 3.1 Resultats de les anàlisis físico-químiques de les mostres de sòl del perfil realitzat sota un prat (*Aphyllantho-Seslerietum*). (¹ la sensibilitat del mètode fet servir no n'ha detectat, per tant el valor és inferior a 13 mg de P₂O₅/Kg de terra).

El pH del perfil sota el prat és més baix que a la resta de mostres. En tots els casos els substrats són bàsics. El percentatge de carbonats més alt es detecta als horitzons més profunds del perfil sota el prat. Al regolit vermellós hi ha una proporció més gran de carbonats que al regolit morat quan no hi ha vegetació. Al perfil sota *A. calamagrostis* els percentatges són similars als dels horitzons superiors del perfil del prat.

Els valors de conductivitat elèctrica són lògicament molt més alts a les mostres del regolit morat, per la presència de guix. En cap cas sembla que hi hagi d'haver problemes de salinitat. La capacitat de bescanvi catiònic no presenta diferències remarcables entre els diferents perfils. Es pot considerar relativament alta.

A les mostres corresponents als regolits, ja sigui els vermells o els morats, no es detecta presència de matèria orgànica. Només al perfil realitzat sota *A. calamagrostis* n'hi ha una certa proporció, encara que molt baixa. No s'ha detectat la presència de fòsfor en cap cas. El fet que tampoc se'n detecti a les mostres del prat pot ser degut a que el mètode emprat no detecta el fòsfor orgànic. El màxim contingut de potassi correspon als horitzons superiors del perfil del prat. Entre la resta de mostres els valors són bastant similars i es poden considerar mitjans.

	P21	P22	P31	P32
Profunditat (cm)	0-10	10-20	0-10	10-20
% Graves	5.04	4.92	14.23	22.79
% Terra fina	94.96	95.08	85.77	77.21
% sorra	10.62	5.93	-	-
% llim	75.17	75.86	-	-
% argila	14.15	18.21	-	-
C. textural	Fr-llim	Fr-llim	-	-
pH (H ₂ O)	8.17	8.31	7.73	7.76
pH (KCl)	7.28	7.31	7.45	7.42
% Carbonats	21.79	25.02	16.35	20.11
C. E. (s.m ⁻¹)	83	88	1425	1429
C.I.C. (meq. Na/100g)	35.70	29.31	21.57	27.04
% Mat. org.	n.d. ¹	n.d.	n.d.	n.d.
K (mg K ₂ O/Kg terra)	79.4	54.5	63.3	59.6
P (mg P ₂ O ₅ / Kg terra)	n.d. ²	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 3.2 Resultats de les anàlisis físico-químiques de les mostres de sòl del perfil realitzat en un regolit d'argiles vermelles (P21 i P22) i en un regolit morat entre tofes d'*Achnatherum calamagrostis* (P31 i P32).¹ valor inferior a 0.03 %, sensibilitat del mètode emprat; ² la sensibilitat del mètode fet servir no n'ha detectat, per tant el valor és inferior a 13 mg de P₂O₅/Kg de terra).

	P41	P42	P51	P52
Profunditat (cm)	0-10	10-20	0-10	10-20
% Graves	19.05	17.70	8.04	29.42
% Terra fina	80.95	82.30	91.96	70.58
pH (H ₂ O)	7.82	7.79	7.79	7.84
pH (KCl)	7.46	7.42	7.40	7.42
% Carbonats	23.96	23.53	19.00	19.05
C. E. (s.m ⁻¹)	1398	1480	1426	1416
C.I.C. (meq. Na/100g)	27.96	31.14	25.21	25.21
% Mat. org.	0.71	0.64	n.d. ¹	n.d.
K (mg K ₂ O/Kg terra)	74.8	83.5	71.4	63.4
P (mg P ₂ O ₅ / Kg terra)	n.d. ²	n.d.	n.d.	n.d.

Taula 3.3 Resultats de les anàlisis físico-químiques de les mostres de sòl del perfil realitzat en un regolít morat sota una tofa d'*Achnatherum calamagrostis* (P41 i P42) i en un regolít morat en una zona completament desprovista de vegetació. (¹ valor inferior a 0.03 %, sensibilitat del mètode emprat; ² la sensibilitat del mètode fet servir no n'ha detectat, per tant el valor és inferior a 13 mg de P₂O₅/Kg de terra).

3.3 DADES CLIMÀTIQUES DEL PERÍODE D'ESTUDI

3.3.1 Les temperatures de Cal Parissa

L'estació meteorològica més propera de la que tenim les 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 3.3 s'han representat les temperatures mitjanes, màximes i mínimes per a tot el període. Cal remarcar que en alguns casos l'enregistrament de temperatures va quedar interromput per problemes tècnics i s'han calculat les mitjanes només tenint en compte els dies dels que es tenen dades. Els mesos que no són complets són els següents: juny (falten 7 dies), setembre (7 dies) i octubre (3 dies) de 1989; març (5 dies) i maig (8 dies) de 1990 i març (13 dies) i agost (7 dies) de 1991.

L'any 1991 va ser en general més fred que els altres 2. 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 molt més baixes. A la taula 3.4 es compara la mitjana anual de les màximes,

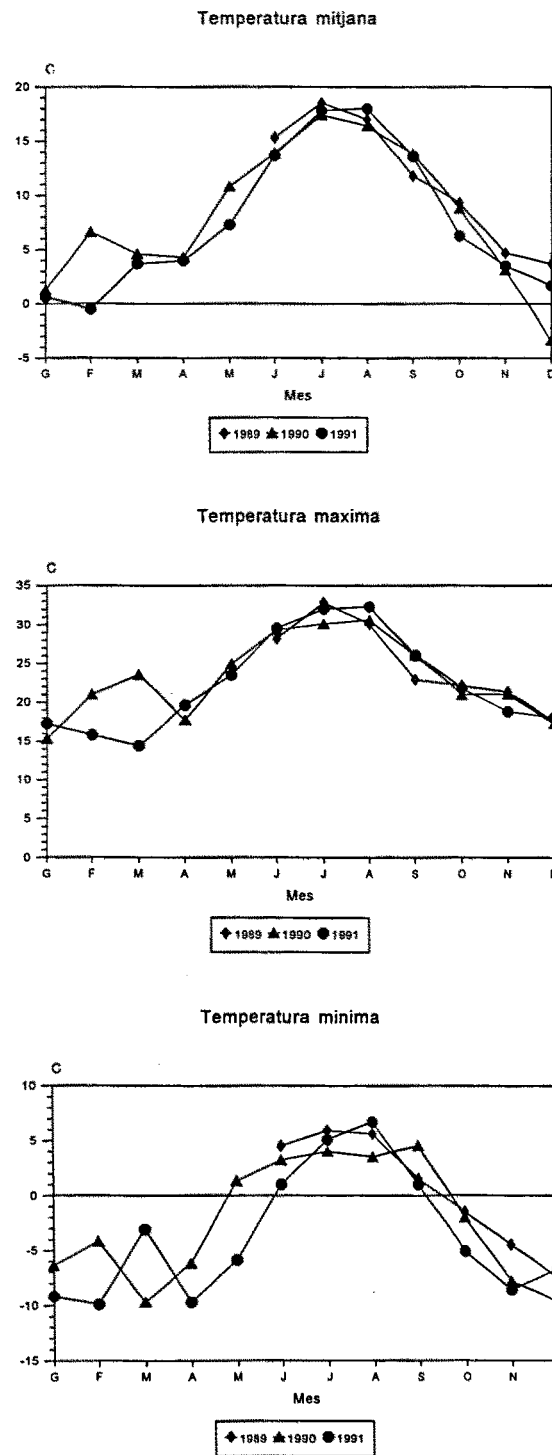


Figura 3.2 Temperatures mitjanes mensuals, mitjanes de les màximes i de les mínimes diàries per al període d'estudi (del juliol de 1989 al desembre de 1991), de l'estació meteorològica de Cal Parissa. (Dades cedides per P. Llorens).

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. La temperatura mitjana anual és similar a la constatada a l'estació de Gisclareny per una sèrie de 6 anys (taula 1.1 del capítol 1), estació situada a 1339 m d'altitud).

ANY	T. Mitjana	Màximes	Mínimes
1990	8.1	23.1	-2.5
1991	7.5	22.4	-3.7

Taula 3.4 Temperatura mitjana anual, temperatura mitjana de les màximes i temperatura mitjana de les mínimes dels anys 1990 i 1991 a Cal Parissa.

Les temperatures mínimes mitjanes es mantenen per sota els 0 °C des de l'octubre al mes de maig (al 1990) o de juny (al 1991). Els valors més alts que assoleixen es troben als voltants dels 5 °C. Pel que fa a les temperatures màximes mitjanes els valors més alts es donen el mes de juliol (1989 i 1991) o l'agost (1990), i són de l'ordre dels 30 a 35 °C.

3.3.2 Les temperatures de Cal Carot

A mitjans de l'any 1991 es van poder instal·lar a Cal Carot 2 Dataloggers per a l'enregistrament continu de les temperatures. Cada aparell recull les dades de 5 sensors, els quals estan repartits de manera que recollin la variabilitat dels 2 tipus de substrats en que es treballava i l'efecte de l'orientació. La ubicació dels 10 sensors és la següent:

1 sensor a 1.5 m d'alçada, protegit per una pantalla.

1 sensor a nivell del terra en una zona de prat.

6 sensors sobre regolít argilós vermell, en orientació N, S i en zona plana. En cadascuna de les 3 situacions topogràfiques es va situar un sensor en superfície (lleugerament cobert de regolít) i un a 10 cm de profunditat.

2 sensors sobre regolít morat, 1 en superfície i un a 10 cm de profunditat.

Encara que les dades de que es disposa no corresponen al nostre període d'estudi, les hem volgut analitzar per la informació que ens aporten sobre les condicions microclimàtiques que es donen en els diferents tipus de regolits dels badlands respecte a les condicions de zones vegetades. S'analitzen les dades entre el mes de juliol de 1991 i el desembre de 1992. Cal dir que alguns mesos l'enregistrament de les dades va quedar temporalment interromput per problemes tècnics. Concretament els mesos de juliol de 1991 i de gener i d'agost de 1992 només es disposa de dades de 8 dies. A l'agost de 1991 només es tenien dades de 2 dies, i per tant no s'ha calculat cap dels

valors mitjans per a aquests mes. Per a la resta de mesos es disposa sempre com a mínim de 24 dies de registre, excepte per al novembre de 1992, que només es tenen 14 dies. En qualsevol cas, com que les dades s'han calculat sempre amb el mateix nombre de registres per cada situació les dades són comparables entre elles.

A la figura 3.3 s'han representat les temperatures mitjanes corresponents a diverses situacions. Al gràfic superior s'hi mostren els valors del sensor a 1.5 m i als sensors en superfície sobre regolít vermellós i sobre morat. A l'hivern, les temperatures mitjanes més altes són les de l'aire, mentre que a l'estiu, aquestes són les més baixes. Respecte a les temperatures del sòl a l'hivern es produeix una disparitat en el mateix sentit en relació amb les dels regolits, però a l'estiu no hi ha diferències. Entre els dos substrats els comportaments tèrmics són força similars. Pel que fa a les temperatures a 10 cm de profunditat (gràfic intermig), s'observa aproximadament el mateix patró descrit suara, però s'esmoreeixen les diferències entre les diverses situacions. L'efecte de la topografia sobre les temperatures mitjanes s'analitza per a les argiles vermelloses al gràfic inferior de la mateixa figura 3.3. El vessant orientat al sud sempre presenta les temperatures mitjanes més altes que el de situació plana, i aquest més altes que el que mira al nord. Aquestes diferències són prou importants, ja que sobre orientació sud la temperatura no baixa mai per sota dels 0 °C, mentre que a les altres posicions sí. Els mesos en que les divergències entre situacions són més marcades són precisament els que es donen les temperatures més extremes: les màximes del mes d'agost i les mínimes del mes de gener.

Pel que fa a les temperatures màximes mensuals (figura 3.4, gràfic superior), les diferències més grans s'observen durant l'hivern entre la temperatura de l'aire i la resta de situacions considerades. A la primavera les temperatures dels regolits són clarament més altes que les del sòl o l'ambiental. A mig estiu les màximes del sòl són més similars a les dels regolits, les quals són sempre més altes que les ambientals. És a dir, a ple estiu i els mesos més freds de l'hivern, les màximes dels sòls i els regolits són similars, i divergents respecte a les ambientals, sempre més suaus. En profunditat (gràfic intermig) el comportament del sòl i dels regolits és similar a l'hivern, sempre amb valors bastant més baixos que a l'aire. A l'estiu, en canvi, el sòl en profunditat manté temperatures més altes que no els regolits i fins i tot més altes que no les ambientals. Respecte a la topografia (gràfic inferior), les màximes poden arribar a ser extremadament altes en exposició sud, fins i tot més de 50 °C. Les diferències entre les 3 posicions topogràfiques segueixen el mateix patró que l'observat per les temperatures mitjanes.

L'evolució de les temperatures mínimes s'ha representat a la figura 3.5. Al gràfic superior s'observa que les mínimes són sempre més altes al sòl que als regolits o que a l'aire. Si es relaciona amb la distribució de les màximes, es constata que, si bé a l'estiu les màximes del sòl i regolít són molt similars, els sòls presenten una inèrcia tèrmica més gran, ja que a l'hivern les temperatures mínimes sempre són més altes que als regolits. En profunditat (gràfic intermig), en canvi, curiosament és el

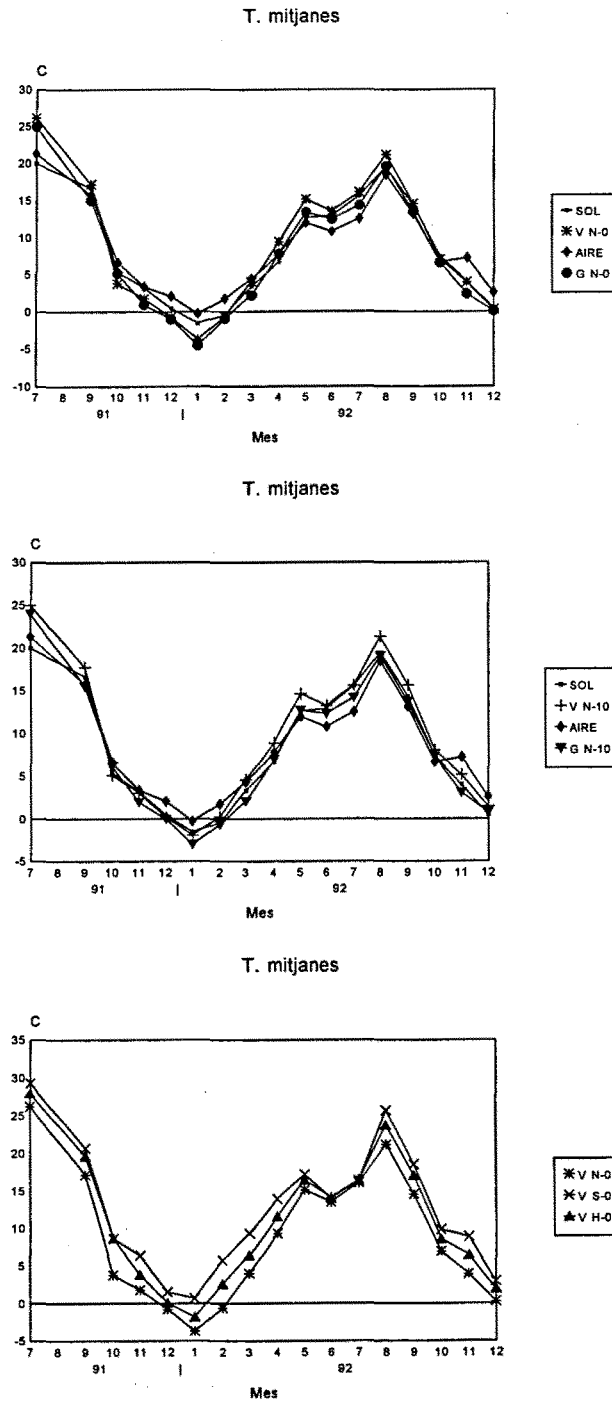


Figura 3.3 Temperatures mitjanes mensuals corresponents a diferents situacions, enregistrades a Cal Carot entre l'agost de 1991 i el desembre de 1992. (Dades cedides per D. Regués). V N-0, argiles vermelles en superfície i orientació nord; V N-10, argiles vermelles amb la mateixa orientació a 10 cm de profunditat; V S-0 i V S-10, argiles vermelles en orientació sud en superfície i a 10 cm de profunditat respectivament; V H-0, argiles vermelles en terreny pla en superfície. G N-O i G N-10, substrat morat amb guix en superfície i a 10 cm de profunditat respectivament, sempre amb orientació nord.

regolit vermellós el que manté les mínimes més altes. La temperatura ambiental és sempre més baixa que la temperatura en profunditat, ja sigui del sòl o dels regolits. Pel que fa a la topografia, pràcticament no hi ha diferències entre les mínimes mensuals (gràfic inferior) en funció d'aquest paràmetre.

En conclusió, als regolits, ja siguin els vermellosos o els morats, les temperatures mitjanes de l'hivern són més baixes que no les del sòl. A la primavera les mitjanes són poc diferents entre elles, però les màximes són més altes als regolits i les mínimes més baixes que al sòl o a l'aire. A l'estiu el sòl i els regolits tenen un comportament similar.

No s'observen diferències entre les temperatures dels dos tipus de regolits. Dins d'un mateix tipus de substrat, l'orientació marca clares diferències termomètriques, les quals venen donades fonamentalment per les màximes més elevades que s'assoleixen en els vessants orientats al sud.

3.3.3 Les precipitacions de l'estació de Vallcebre

L'estació meteorològica més propera de la que es disposa del registre de precipitacions és la de Vallcebre. A la taula 3.5 es recullen les precipitacions anuals del 1989, 1990 i 1991.

1989	1990	1991	M (10 anys)
901.5	993.0	916.5	978.9

Taula 3.5 Precipitacions anuals i precipitació mitjana calculada per una sèrie de 10 anys (en mm) a l'estació meteorològica de Vallcebre.

L'any 1990 es va recollir la precipitació més alta dels 3 anys considerats, la qual és superior al valor mitjà calculat per un període de 10 anys. Si analitzem aquestes diferències per mesos (figura 3.6), s'observa que van ser els mesos de maig, juny, agost i setembre els que van presentar precipitacions especialment altes respecte als mateixos mesos dels altres anys.

Per altra banda, cal remarcar que el mes d'abril de 1989 va ser especialment plujós, però la resta de la primavera d'aquest any va ser relativament seca. De manera similar, l'any 1991 va ploure bastant al mes de març, sobretot si es compara amb els altres 2 anys, però la resta de mesos presenten pluviositats més baixes que al 1990 i en la majoria de casos també del 1989.

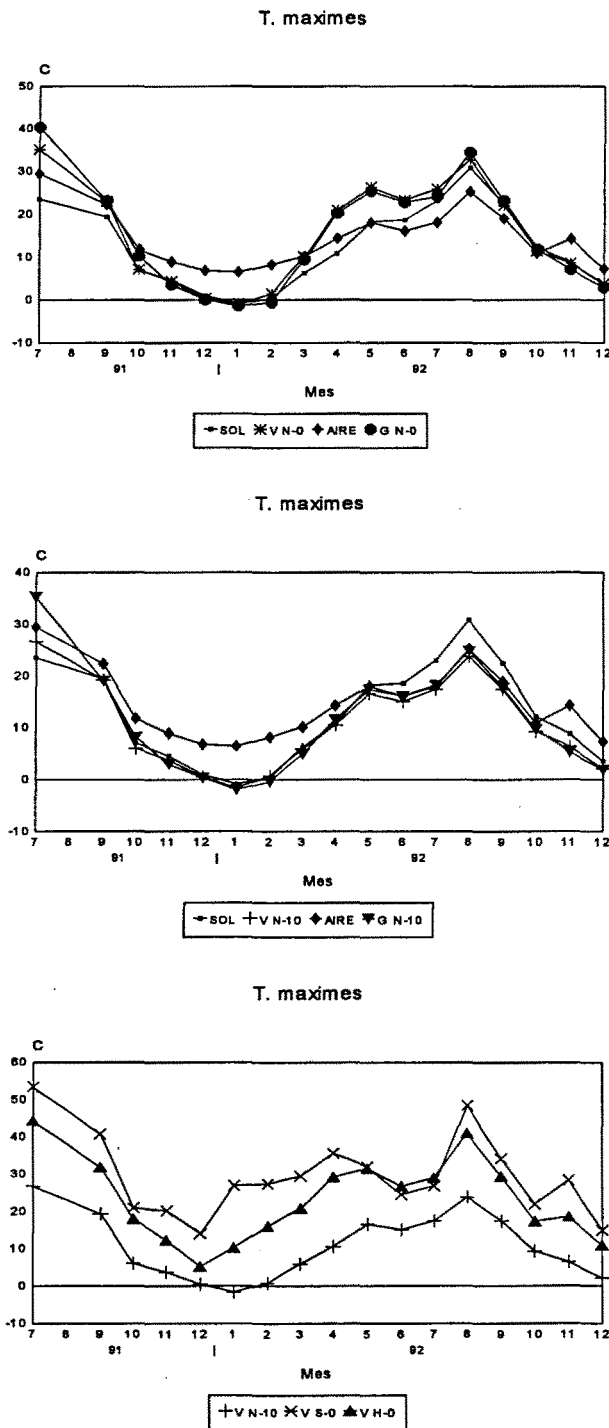


Figura 3.4 Temperatures màximes mensuals corresponents a diferents situacions, enregistrades a Cal Carot entre l'agost de 1991 i el desembre de 1992. (Dades cedides per Regüés). V N-0, argiles vermelles en superfície i orientació nord; V N-10, argiles vermelles amb la mateixa orientació a 10 cm de profunditat; V S-0 i V S-10, argiles vermelles en orientació sud en superfície i a 10 cm de profunditat respectivament; V H-0, argiles vermelles en terreny pla en superfície. G N-0 i G N-10, substrat morat amb guix en superfície i a 10 cm de profunditat respectivament, sempre amb orientació nord.

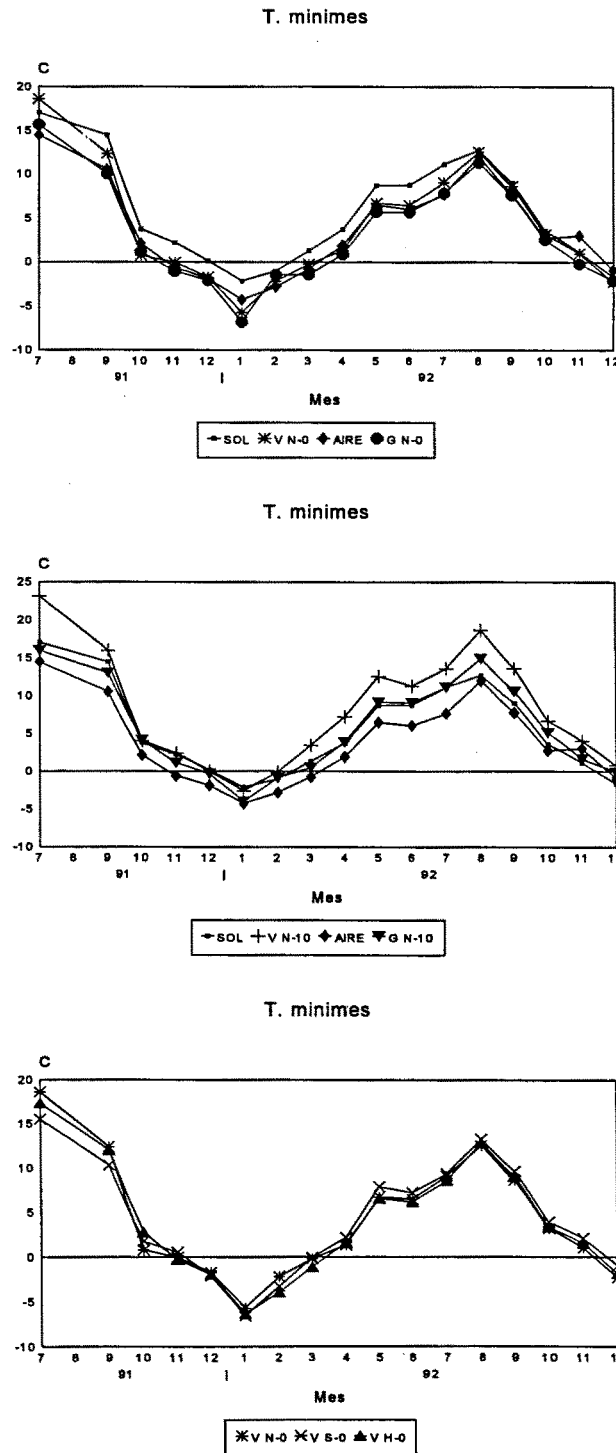


Figura 3.5 Temperatures mínimes mensuals corresponents a diferents situacions, enregistrades a Cal Carot entre l'agost de 1991 i el desembre de 1992. (Dades cedides per Regúés). V N-0, argiles vermelles en superfície i orientació nord; V N-10, argiles vermelles amb la mateixa orientació a 10 cm de profunditat; V S-0 i V S-10, argiles vermelles en orientació sud en superfície i a 10 cm de profunditat respectivament; V H-0, argiles vermelles en terreny pla en superfície. G N-O i G N-10, substrat morat amb guix en superfície i a 10 cm de profunditat respectivament, sempre amb orientació nord.

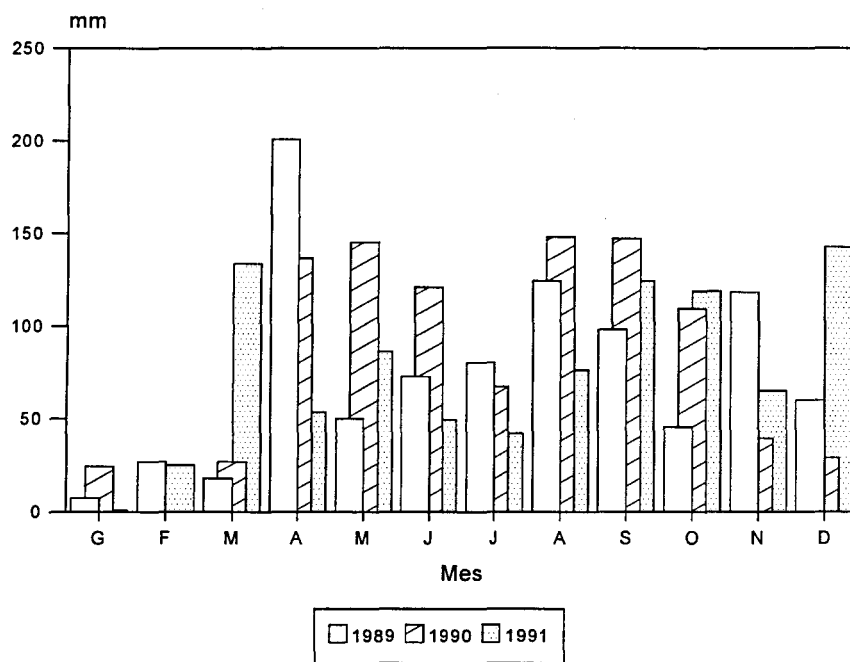


Figura 3.6 Precipitació mensual enregistrada a la població de Vallcebre des del 1989 al 1991.

PART II

LA VEGETACIO DELS BADLANDS

4 DINÀMICA DE LA VEGETACIÓ

4.1 INTRODUCCIÓ

El coneixement de la vegetació que pobla els badlands i de la seva dinàmica particular és el primer objectiu que ens vàrem plantejar com a pas ineludible abans de centrar-nos en aspectes més concrets. Tot i que la vegetació de la conca de l'Alt Llobregat actualment és ben coneguda (Soriano, 1992; Sebastià, 1991; Carreras & Vigo, 1994), les exploracions a les àrees degradades són més aviat escases, ja que són unitats que des del punt de vista del coneixement general de la vegetació són poc rellevants.

El principal objectiu d'aquest estudi és la descripció de la vegetació que pobla els badlands de la conca de l'Alt Llobregat, i de la seva dinàmica en relació amb la dels processos erosius. Com que els tipus de processos i la seva intensitat varien segons el substrat i la topografia (Clotet, 1984), ens hem centrat bàsicament en l'anàlisi de la distribució de la vegetació en relació amb aquests paràmetres, que de fet sintetitzen altres factors que no estava al nostre abast mesurar. Els dos tipus de badlands prospectats són els que es desenvolupen sobre les margues de l'Eocè i sobre les argiles de fàcies garumniana.

Els estudis sobre la vegetació dels badlands són molt escassos. Se'n coneixen d'àrees extenses de Nord Amèrica (Brown, 1971; Butler et al., 1986), d'Itàlia (Puglisi, 1963) i de Crimea (Korzhenevskii & Klyukin, 1990). Actualment s'estant realitzant estudis als Alps francesos (Crosaz, 1994), però encara no hi ha treballs publicats. A la Península hi ha endegat un projecte en el qual, a més de la zona de l'Alt Llobregat, s'estudien els badlands del País Valencià, Múrcia, Almeria i Granada.

4.2 METODOLOGIA

La localització de les zones de badlands a la conca de l'Alt Llobregat mitjançant fotografia aèrea ens portà a delimitar les primeres variables a tenir en compte en la planificació del mostreig. A més del tipus de substrat, vàrem tenir en compte l'altitud, l'exposició i la vegetació de l'àrea circumdant.

En total se seleccionaren 13 zones de badlands, en altituds entre 800 i 1400 m, totes localitzades dins de les àrees puntejades de la figura 1.1 del primer capítol. En cada zona s'escollia un nombre determinat de badlands segons la diversitat que aparentment es detectava. La vegetació es va mostrejar mitjançant inventaris fitocenològics (Braun-Blanquet, 1979). Com que l'heterogenietat de la vegetació dins d'un badland pot arribar a ser molt gran, es van delimitar les àrees per realitzar els inventaris en funció de les unitats topogràfiques que es poden distingir des d'un punt de vista geomorfològic, les quals, en certa manera reflecteixen àrees relativament uniformes pel que fa a la dinàmica dels processos erosius. Les zones que es van distingir són: parts superior, mitjana i baixa del vessant i canal principal (o tàlveg).

A més, per cada inventari es complimentava un formulari sobre aspectes diversos: vegetació de l'àrea circundant, pendent, orientació, pedregositat, presència de xaragalls, formació de costra superficial, etc.. Per cada zona de les prospectades també es va realitzar un inventari de la vegetació de la vegetació més pròxima al badland.

Sobre els 71 inventaris realitzats s'ha aplicat una anàlisi factorial de correspondències (AFC), considerant per separat els 2 tipus de substrat (margues de l'Eocè i argiles del Garumnià), ja que altrament les diferències entre substrats haurien pogut eclipsar l'efecte de la topografia.

Segons l'ordenació dels inventaris a l'AFC i tenint en compte els paràmetres ecològics, s'han definit una sèrie de grups d'inventaris. Com que la vegetació dels badlands és bastant dispersa i heterogènia, no és possible tipificar els inventaris obtinguts segons criteris fitocenològics. A partir de treballs sintètics diversos (Grime et al., 1988; Ellenberg, 1974) i de referències bibliogràfiques sobre vegetació d'àrees properes o comparables, s'han seleccionat les espècies que es poden considerar indicadores de determinades condicions ambientals. De fet, coincideixen aproximadament amb espècies característiques a nivell de certes aliances fitocenològiques.

S'ha elaborat una taula sintètica dels inventaris per cada tipus de substrat, en la qual figura la freqüència (percentatge de presències) i el recobriment mitjà (en %) de les espècies ordenades segons el seu significat ecològic.

Els grups d'espècies són els següents:

- plantes de les pastures meso-xeròfiles (la majoria d'elles d'*Aphyllanthion*)
- plantes de les pastures mesòfiles d'afinitat medio-europea (principalment de *Mesobromion*)
- plantes termòfiles (plantes mediterrànies que a la zona d'estudi es refugien als vessants solells i a no gaire altitud)
- plantes de sòls argilosos i humits (relacionades amb el *Deschampsion mediae*).
- altres.

S'ha calculat també l'espectre de formes vitals (Raunkier, 1937) per a cada grup. Dins dels hemicriptòfits s'ha distingit els graminoides dels que no ho són, ja que les diferències morfològiques i funcionals entre uns i altres (principalment el seu sistema radical fasciculat i l'hàbit cespitós) poden ser rellevants en relació amb la dinàmica dels processos erosius.

4.3 RESULTATS

Com a característica general, la vegetació que es desenvolupa als badlands és molt dispersa i heterogènia. El contrast entre els vessants vegetats i aquestes zones axaragallades és molt gran. A la taula 4.1 es recullen els inventaris realitzats de la vegetació propera als badlands prospectats de

Número d'ordre	1	2	3	4	5	6	7
Altitud (dm s.m.)	80	87	92	82	82	86	111
Exposició	SW	S	SSW	SE	SSE	.	NE
Inclinació (°)	5	27	30	40	35	35	26
Recobriment (%)	95	85	75	70	60	100	100
Superfície estudiada (m ²)	15	50	50	15	20	60	80

Característiques de l'aliança *Aphyllanthion* i de l'ordre *Rosmarineta*
i diferencials termòfiles de l'associació *Brachypodio-Aphyllanthetum*

<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	2.2	3.3	2.2	.	1.2	+	.
<i>Euphorbia mariolensis</i>	+	+	+	+	+	.	.
<i>Lavandula latifolia</i>	.	+	1.2	+	2.2	+	.
<i>Catananche coerulea</i>	+	+	.	.	.	+	1.1
<i>Globularia vulgaris</i> s.l.	+	1.1	+	.	1.2	.	.
<i>Linum tenuifolium</i> subsp. <i>milleti</i>	1.2	.	+	.	1.2	+	.
<i>Coris monspeliensis</i>	+	.	+	.	+	.	.
<i>Cephalaria leucantha</i>	.	.	.	2.2	1.2	.	.
<i>Ononis fruticosa</i>	.	.	.	1.2	3.3	.	.
<i>Astragalus monspessulanus</i>	+	.	.	.	+	.	.
<i>Aster willkommii</i>	1.2	.	.	.	.	+	.
<i>Fumana ericoides</i>	.	+	1.2	.	.	.	.
<i>Leucanthemum pallens</i>	+	.	.	.	.	+	.
<i>Salvia lavandulifolia</i>	.	2.2	+	.	.	.	.
<i>Satureja montana</i>	.	.	.	+	.	.	.
<i>Thesium divaricatum</i>	+	.	+	.	.	.	.
<i>Carduncellus monspeliensis</i>	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> (dif. B.-A.)	+	2.2	+	+	+	.	.
<i>Thymus vulgaris</i> (dif. B.-A.)	+	1.1	1.2	1.2	1.2	.	.
<i>Brachypodium retusum</i> (dif. B.-A.)	.	+	+	.	.	.	.
<i>Bupleurum rigidum</i> (dif. B.-A.)	+	.	1.2	.	.	.	.
<i>Helichrysum stoechas</i> (dif. B.-A.)	.	+	1.2	.	.	.	.

Característiques de la classe *Ononido-Rosmarinetea*

<i>Avenula pratensis</i> subsp. <i>iberica</i>	2.2	+	+	1.2	2.2	1.2	2.1
<i>Argyrolobium zanonii</i>	1.2	+	+	.	+	.	.
<i>Coronilla minima</i> subsp. <i>minima</i>	+	+	+	.	.	.	+2
<i>Koeleria vallesiana</i>	2.2	.	1.2	+2	2.2	.	.
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>aureum</i>	+	1.2	.	+	1.2	.	.
<i>Globularia cordifolia</i>	+2	.	2.2	.	+2	.	.
<i>Asperula cynanchica</i>	.	.	+	+	.	.	.
<i>Carex humilis</i>	2.2	.	2.2	.	.	.	.
<i>Helianthemum oelandicum</i> subsp. <i>italicum</i>	.	+	.	.	+	.	.
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	.	.	.	+	1.2	.	.
<i>Anthyllis montana</i>	.	.	+	.	.	.	.
<i>Fumana procumbens</i>	+	.	.	.	.	.	.

Característiques de l'aliança *Mesobromion* i de l'ordre *Brometalia*
i oròfits diferencials de l'associació *Plantagini-Seslerietum*

<i>Bromus erectus</i>	1.2	.	.	1.2	.	2.2	2.1
<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>minor</i>	+	+	.	1.2	+	.	.
<i>Onobrychis supina</i>	+	.	1.2	.	+	.	.
<i>Prunella grandiflora</i> subsp. <i>grandiflora</i>	.	.	+	.	.	+	+
<i>Carlina acaulis</i>	.	.	.	.	.	+	2.1

Koeleria pyramidata	.	.	.	.	.	1.2	2.2
Pimpinella saxifraga	.	.	.	.	.	+	1.1
Campanula glomerata	.	.	.	.	.	.	+
Carex caryophyllea	.	.	.	.	.	.	1.2
Carlina vulgaris	.	.	.	.	.	.	+
Hippocrepis comosa subsp. comosa	+	.	.	.	.	.	.
Ononis spinosa	.	.	.	.	.	.	+
Plantago media	.	.	.	.	.	.	+
Scabiosa columbaria	1.2	.	.	.	.	.	.
Teucrium pyrenaicum var. catalaunicum	.	.	.	.	.	.	+
Trifolium montanum	.	.	.	.	.	.	+
Sesleria coerulea (dif. P.-S.)	.	.	.	.	.	+	1.2
Festuca gautieri (dif. P.-S.)	.	.	.	.	.	.	3.3
Phyteuma orbiculare (dif. P.-S.)	.	.	.	.	.	.	+

Companyes més freqüents o abundants

Brachypodium phoenicoides	1.2	.	.	3.2	1.2	2.2	2.2
Pinus sylvestris	.	2.1	+	.	.	5.5	5.4
Genista scorpius	.	1.1	2.2	1.1	1.2	.	.
Cruciata glabra	.	.	.	.	.	1.1	2.2
Galium pumilum s.l.	+	.	.	.	.	+	1.1
Juniperus communis subsp. communis	.	1.2	.	.	.	1.1	1.1
Teucrium chamaedrys	.	+	.	.	+	.	+
Buxus sempervirens	.	2.2	.	.	.	2.2	.
Molinia coerulea	.	.	.	.	.	2.2	2.2

Companyes presents en un o dos inventaris

Achillea millefolium 1 (1.1), Achnatherum calamagrostis 4, Amelanchier ovalis 2 i 5, Artemisia alba 4 i 5 (1.2), Brachypodium sylvaticum 2, Campanula hispanica subsp. catalaunica 2 i 4, Carex flacca 6 i 7, Carex sp. 2 (1.2), Cephalanthera longifolia 7, Cirsium vulgare 4, Dactylis glomerata 4 (1.2), Daphne laureola 7 (1.1), Daucus carota 4, Echinops sphaerocephalon 4 i 5, Erucastrum nasturtifolium 4, Euphorbia serrata 4 (1.2), Festuca gr. ovina 1, Galeopsis ladanum 6, Galium lucidum 4, Hepatica nobilis 7 (2.2), Hieracium pilosella s.l. 1 i 3, Hieracium sp. 7 (1.1), Hylocomium splendens 7 (1.2), Hypnum cupressiforme 6 (3.2), Knautia dipsacifolia subsp. catalaunica 6 (1.2) i 7, Laserpitium gallicum 4 (1.2) i 5, Leontodon hispidus 7 (1.1), Linum viscosum 6, Odontites lutea 1, Pinus nigra subsp. salzmannii 3 (1.1), Plantago lanceolata 1, Plantago major 6, Potentilla neumanniana 1, Pulmonaria cf. longifolia 7 (1.2), Quercus coccifera 1, Quercus humilis 2, Reseda lutea 4, Siler trilobum 7, Stachys officinalis 6 i 7 (2.2), Succisa pratensis 7, Viburnum lantana 6, Viola mirabilis 6, Viola rupestris 1, Viola sp. 2 i 7.

Taula 4.1 Prats de l'àrea de badlands margosos de l'Eocè. Els inventaris 1-6 els incloem al *Brachypodio-Aphyllanthesum*; d'aquests, el 4 i el 5 són una fàcies especial amb *Ononis fruticosa* i el 6 correspon a una pineda de *Pinus sylvestris*, la qual es pot considerar com una forma de la mateixa associació relativament poc caracteritzada i mesòfila que indica un trànsit cap a les pastures de *Mesobromion*. L'inventari 7, fisiognòmicament molt proper al 6, pertany ja a aquesta aliança, i pot ser adscrit al *Plantagini-Seslerietum*, com a exemple extrem, de poca altitud.

Galium verum 10 (1.2), Gentiana ciliata 5, Hepatica nobilis 4 i 11, Hieracium sp. 11, Inula helvetica 17, Linum catharticum 13 (1.1), Odontites lutea 5 i 6, Odontites verna 9 i 15, Odontites viscosa 16 (1.1), Ononis spinosa 9, Ophrys insectifera 14, Picris hieracioides 15, Plantago lanceolata 15 i 18, Quercus cerricoides 17, Ranunculus bulbosus 9, Rhinanthus mediterraneus 10 i 13, Seseli montanum 2 i 3, Stachys officinalis 7, Tetragonolobus maritimus 12 i 13.

Taula 4.2. Prats de l'àrea de badlands argilosos del Garumnà. Tots pertanyen a l'aliança Aphyllanthion, de la qual en representen formes de tendència mesòfila, llevat del primer, que correspon al Brachypodio-Aphyllanthetum. Els números 2-15 els inclouem a l'Aphyllantho-Seslerietum, ordenats de més a menys característics: concretament, els números 10-15 tenen molt poques plantes dels Onorido-Rosmarinifera i força de mesòfiles, raó per la qual resulten molt propers del Plantagini-Seslerietum (Mesobromion). Finalment, els números 16-18 són pastures relativament mesòfiles però sense diferencials d'Aphyllantho-Seslerietum, i per això les considerem incloses dins el Plantagini-Aphyllanthetum.

l'Eocè, i a la taula 4.2 els corresponents a la zona de badlands del Garumnià. Les comunitats que més freqüentment s'han trobat en contacte amb els badlands són pastures d'*Aphyllanthion*, sovint amb un estrat més o menys dens de *Pinus sylvestris*. Als vessants orientats al Sud aquestes pastures solen ser un *Brachypodio-Aphyllanthesetum*, mentre que als vessants obacs, en canvi, principalment s'hi fa un *Aphyllantho-Seslerietum*. Més rarament pertanyen al *Plantagini-Aphyllanthesetum*. A la zona dels badlands de Bagà, als voltants també s'hi han trobat plantacions de *Pinus nigra*. Als vessants oposats als dels badlands, de vegades a relativament poca distància, hi sol haver camps de conreu, actualment abandonats.

La vegetació que es desenvolupa en cadascun dels dos substrats estudiats presenta certes diferències que es relacionen bàsicament amb les peculiaritats de les respectives geomorfologies, i amb el tipus de material que es forma a conseqüència de la meteorització de la roca (vegeu el capítol 2 una descripció detallada de cadascun d'ells).

4.3.1 Badlands margosos de l'Eocè

La disposició dels inventaris segons els dos primers eixos de l'AFC, els quals absorbeixen un 24 % de la variança, s'ha representat a la figura 4.1. En total hem distingit 4 grups diferents; la taula 4.3 recull les freqüències i la cobertura mitjana de les espècies i també les característiques topogràfiques per a cada grup.

Els inventaris que queden més dispersos segons l'AFC són els dels tàlvegs (grup IV). La resta d'inventaris queden ordenats linealment al llarg del segon eix de l'AFC, en funció de la seva orientació. Tots corresponen a vessants, els dels extrems de l'eix (grups I i II) a la part superior, i els que són vora l'origen de coordenades a la part central del vessant (grup III). L'orientació i el pendent dels inventaris de cada grup es recullen gràficament a la figura 4.2.

A la figura 4.3 es compara per als diferents grups l'espectre de formes vitals i la distribució d'espècies segons el seu significat ecològic. A continuació és descriuen les característiques de cadascun dels grups.

Grup 1

Es localitza a la part superior dels badlands d'orientació sud. És la zona directament en contacte amb la vegetació no alterada. El recobriment mitjà és relativament alt (48 %), i l'afinitat florística amb prats del *Brachypodio-Aphyllanthesetum* és evident. La diversitat florística és també considerable (mitjana de 27 espècies per inventari). Destaca la presència de camèfits (52.3 % de la cobertura total), molts dels quals són plantes de caràcter termòfil (*Thymus vulgaris*, *Dorycnium pentaphyllum*, ...). Entre les herbàcies destaquen *Aphyllanthes monspeliensis* i *Avenula pratensis* subsp. *iberica*.

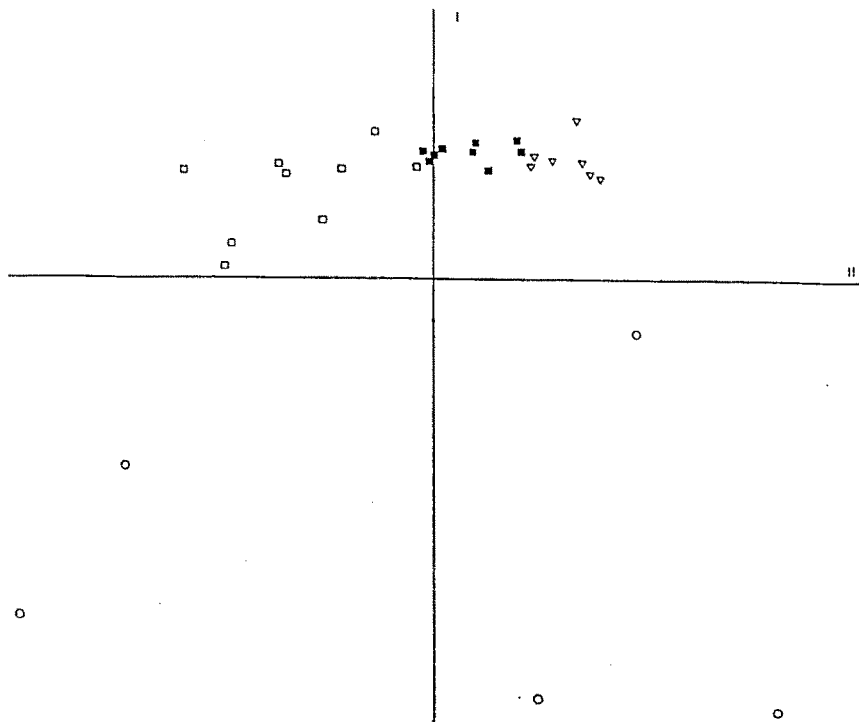


Figura 4.1 Ordenació dels inventaris dels badlands del Garumnià d'acord amb els 2 primers eixos de l'AFC. Grup 1, quadrats buits; Grup 2, triangles; Grup 3, quadrats plens; Grup 4, Cercles.

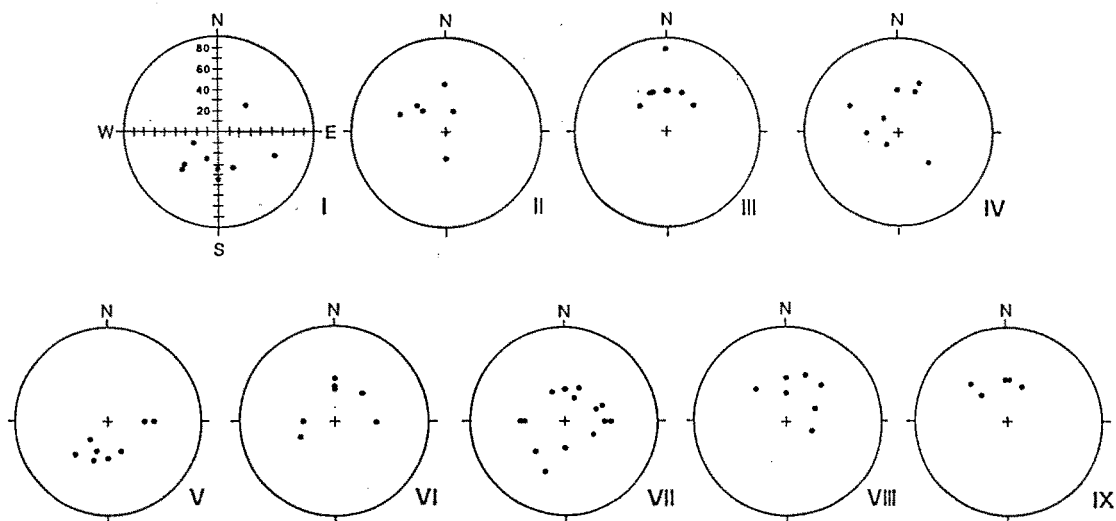


Figura 4.2 Representació esquemàtica de l'exposició i el pendent dels inventaris de cadascun dels grups definits als badlands de l'eocè (part superior del gràfic) i dels badlands del Garumnià (part inferior).

GRUPS	I		II		III		IV	
N° d'inventaris	9		7		9		5	
	%	CR	%	CR	%	CR	%	CR
Plantes de les pastures meso-xeròfiles								
<i>Anthyllis montana</i>	33	0.03	71	3.25	12	0.01	14	0.01
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	88	4.74	14	0.01	12	0.01	14	0.01
<i>Argyrolobium zanonii</i>	55	0.60	14	0.01	0	0	0	0
<i>Asperula cynanchica</i>	22	0.02	71	0.77	62	0.06	71	0.07
<i>Astragalus monspessulanum</i>	44	0.04	14	0.01	0	0	0	0
<i>Avenula iberica</i>	77	6.42	42	0.04	62	0.67	42	3.92
<i>Carduncelus monspeliacus</i>	11	0.01	42	0.04	0	0	14	0.01
<i>Carex humilis</i>	44	1.13	28	0.02	12	0.01	14	0.01
<i>Catananche caerulea</i>	0	0	0	0	0	0	28	2.51
<i>Coronilla minima</i>	44	0.04	57	2.54	0	0	14	0.01
<i>Euphorbia mariolensis</i>	88	0.63	28	0.02	50	0.66	71	0.07
<i>Globularia cordifolia</i>	55	0.60	42	1.44	12	0.01	14	0.01
<i>Globularia vulgaris</i>	77	5.27	14	0.01	12	0.01	0	0
<i>Helianthemum italicum</i>	44	1.13	0	0	0	0	0	0
<i>Koeleria vallesiana</i>	77	5.03	57	0.75	25	0.63	28	0.02
<i>Lavandula latifolia</i>	100	4.75	28	0.72	37	2.82	42	3.22
<i>Lavandula pyrenaica</i>	11	0.01	71	1.47	25	0.02	14	0.01
<i>Linum salsoloides</i>	88	3.11	100	0.80	87	1.31	57	0.75
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	77	1.71	28	0.02	62	0.06	57	0.75
<i>Teucrium aureum</i>	100	2.27	85	4.67	75	1.30	57	0.05
<i>Thesium divaricatum</i>	11	0.01	0	0	12	0.01	0	0
Plantes de les pastures mesòfiles								
<i>Bromus erectus</i>	22	0.56	0	0	14	0.71	0	0
<i>Euphrasia salisburgensis</i>	0	0	28	0.02	0	0	14	0.01
<i>Koeleria pyramidata</i>	33	0.57	71	0.07	25	0.63	42	0.74
<i>Onobrychis supina</i>	33	0.57	85	1.48	12	0.01	57	1.45
<i>Sesleria coerulea</i>	33	2.51	85	21.00	50	3.45	42	7.87
Plantes termòfiles								
<i>Coris monspeliensis</i>	66	0.06	0	0	0	0	0	0
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	66	2.54	14	0.01	0	0	28	0.02
<i>Fumana ericoides</i>	33	1.12	0	0	12	0.01	14	0.71
<i>Lithodora fruticosa</i>	22	0.56	0	0	0	0	0	0
<i>Thymus vulgaris</i>	88	4.20	42	0.04	25	0.63	28	1.42
Plantes de sòls argilosos i humits								
<i>Carex flacca</i>	0	0	0	0	0	0	57	0.75
<i>Chlora perfoliata</i>	0	0	0	0	0	0	28	0.72
<i>Jasonia tuberosa</i>	11	0.01	71	3.95	0	0	42	0.04
<i>Molinia caerulea</i>	0	0	71	0.07	0	0	42	20.30
<i>Plantago serpentina</i>	22	0.02	71	1.47	25	0.02	14	2.50
<i>Tussilago farfara</i>	0	0	0	0	25	0.02	14	0.01
Plantes de tarteres i pedrusques								
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	22	0.02	71	5.04	37	5.00	57	3.94
<i>Laserpitium gallicum</i>	44	1.13	71	2.55	87	6.88	57	2.85
<i>Picris hieracioides</i>	0	0	14	0.01	12	0.01	14	0.01
<i>Ptychotis saxifraga</i>	11	0.01	28	0.72	25	0.63	14	0.01

Taula 4.3

GRUPS	I		II		III		IV	
	%	CR	%	CR	%	CR	%	CR
Altres								
<i>Amelanchier ovalis</i>	22	0.56	28	0.02	12	0.01	14	0.01
<i>Anthericum liliago</i>	0	0	28	0.02	0	0	14	0.01
<i>Artemisia alba</i>	55	1.14	14	0.01	12	0.01	42	0.04
<i>Brachypodium phoenicodes</i>	44	1.67	0	0	0	0	42	13.20
<i>Brachypodium retusum</i>	22	0.56	0	0	0	0	0	0
<i>Bupleurum rigidus</i>	11	0.55	0	0	0	0	28	3.21
<i>Buxus sempervirens</i>	11	0.01	14	0.01	25	0.02	14	0.01
<i>Campanula hispanica</i>	22	0.02	71	0.07	12	0.01	42	0.04
<i>Campanula speciosa</i>	11	0.01	57	0.75	37	0.65	28	0.02
<i>Cephalaria leucantha</i>	44	0.58	0	0	12	0.62	42	2.52
<i>Cirsium sp</i>	0	0	14	0.01	0	0	14	0.01
<i>Cirsium vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	14	0.01
<i>Clematis vitalba</i>	0	0	0	0	12	0.01	14	0.01
<i>Convolvulus arvensis</i>	11	0.01	14	0.01	12	0.01	0	0
<i>Crataegus monogyna</i>	11	0.01	0	0	0	0	28	0.02
<i>Cruciata glabra</i>	0	0	42	1.44	50	0.05	42	0.04
<i>Dactylis glomerata</i>	0	0	0	0	0	0	42	3.92
<i>Daucus carota</i>	11	0.01	0	0	0	0	42	0.74
<i>Echinops sphaerocephalon</i>	11	0.01	0	0	0	0	14	0.01
<i>Erucastrum nasturtifolium</i>	22	0.02	0	0	100	1.32	42	0.04
<i>Euphorbia nicaensis</i>	0	0	42	0.04	0	0	0	0
<i>Euphorbia serrata</i>	44	0.04	0	0	12	0.01	14	0.71
<i>Festuca gautieri</i>	0	0	42	0.04	0	0	14	0.71
<i>Festuca sp</i>	11	0.55	0	0	12	0.01	14	0.01
<i>Fumana procumbens</i>	22	0.02	0	0	0	0	0	0
<i>Galium lucidum</i>	11	0.01	0	0	25	0.02	42	0.74
<i>Galium pumilum</i>	22	0.02	0	0	12	0.01	14	0.01
<i>Genista scorpius</i>	100	4.75	28	0.02	37	0.03	85	2.18
<i>Hieracium cerinthoides</i>	0	0	42	0.04	25	0.02	28	0.72
<i>Hieracium sp</i>	0	0	57	0.75	62	0.67	42	0.74
<i>Knautia catalaunica</i>	22	0.02	85	0.78	37	0.03	42	0.74
<i>Leontodon hispidus</i>	0	0	0	0	0	0	28	0.02
<i>Leucanthemum pallens</i>	22	0.02	0	0	0	0	28	0.02
<i>Linum catharticum</i>	0	0	0	0	0	0	28	0.02
<i>Linum viscosum</i>	11	0.01	0	0	12	0.01	14	0.01
<i>Lotus corniculatus</i>	0	0	0	0	0	0	57	0.75
<i>Odontites lutea</i>	11	0.01	14	0.01	0	0	0	0
<i>Ononis fruticosa</i>	33	4.73	0	0	37	2.21	28	0.72
<i>Phyteuma orbiculare</i>	0	0	42	0.04	0	0	14	0.01
<i>Pinus nigra</i>	11	1.94	0	0	12	2.18	14	0.01
<i>Pinus sylvestris</i>	55	0.60	71	3.25	75	5.65	57	0.75
<i>Potentilla verna</i>	0	0	14	0.01	0	0	28	0.02
<i>Prunella grandiflora</i>	0	0	0	0	0	0	28	0.72
<i>Prunus mahaleb</i>	11	0.01	28	0.02	12	0.01	14	0.01
<i>Reseda phyteuma</i>	22	0.02	0	0	37	0.03	0	0
<i>Reseda lutea</i>	0	0	0	0	25	0.02	14	0.01
<i>Rosa agrestis</i>	11	0.01	0	0	0	0	14	0.01
<i>Sanguisorba minor</i>	33	0.03	71	0.77	100	1.32	100	1.50
<i>Satureja montana</i>	44	1.13	85	2.18	87	2.87	57	0.75
<i>Scabiosa columbaria</i>	22	0.02	14	0.01	12	0.01	14	0.01
<i>Succisa pratensis</i>	0	0	14	0.01	0	0	14	0.01
<i>Teucrium chamaedrys</i>	55	0.60	28	0.02	37	0.03	28	0.72
<i>Valeriana montana</i>	0	0	28	0.02	0	0	0	0

Taula 4.3 (cont.) Taula sintètica dels inventaris realitzats als badlands margosos de l'Eocè segons els 4 grups definits. S'indica per cada grup la freqüència (percentatge d'ocurrència) i el percentatge de recobriment de les espècies ordenades segons el seu significat ecològic.

El trànsit entre la zona vegetada i el badland és gradual. L'heterogeneïtat d'aquesta zona és gran: entre clapes denses de prat queden zones absolutament descobertes de vegetació. Progressivament les zones nues passen a ocupar més extensió.

Grup 2

Correspon a la mateixa situació topogràfica que el grup anterior, però l'orientació nord predominant determina una composició florística prou diferent. El recobriment total és també relativament alt (44 %); els hemicriptòfits graminoides són aquí la forma vital predominant. De fet es tracta d'una forma degradada del *Aphyllantho-Seslerietum*, la pastura més comú als vessants obacs de la zona. Al badland, *Sesleria coerulea* es manté com a espècie principal, en forma de tofes disperses de 20-40 cm; la resta de plantes del prat pràcticament només hi són presents.

Grup 3

És el grup que més extensió ocupa als badlands. Correspon a la part central dels vessants, la zona més pendent i la més desfavorable. Mentre que a la part superior del vessant encara hi podem trobar zones amb veritables sòls, retinguts per les herbes que resisteixen a l'erosió, a mesura que ens allunyem de la capçalera el substrat es converteix pràcticament en una roca mare meteoritzada, que periòdicament és emportada vessant avall cap al canal principal.

L'orientació del tàlveg del badland és nord, i en els inventaris varia des d'est fins a oest, segons la localització dins del badland de la zona prospectada. El recobriment mitjà es redueix considerablement (26 %), igual com la diversitat florística (19 espècies per inventari).

Quan els badlands són molt evolucionats, aquest grup és el que ocupa tota la superfície, de manera que ja no queda cap resta de la vegetació de la part superior (grups I i II).

L'espectre biològic presenta una relació equilibrada entre les formes llenyoses (faneròfits i camèfits, 41.4 % de la cobertura total) i les herbàcies. Algunes de les espècies del grup es troben també pels prats de la zona, però generalment hi jugen un paper secundari (*Linum salsoloides*, *Santolina chamaecyparissus*, *Koeleria vallesiana*, etc...). La presència d'aquestes plantes als terrers pot ser, o bé perquè han resistit d'una manera o altra, desde la formació dels badlands, com passa amb algunes de les gramínies, o bé perquè han aconseguit colonitzar de nou aquest ambient. Cal destacar l'èxit de colonització dels pins, bàsicament *Pinus sylvestris*, els quals, però, no passen de la fase juvenil. S'ha observat que aquesta espècie és també una bona colonitzadora d'ambients de característiques similars a la zona: talussos de carretera, escombreres, etc...

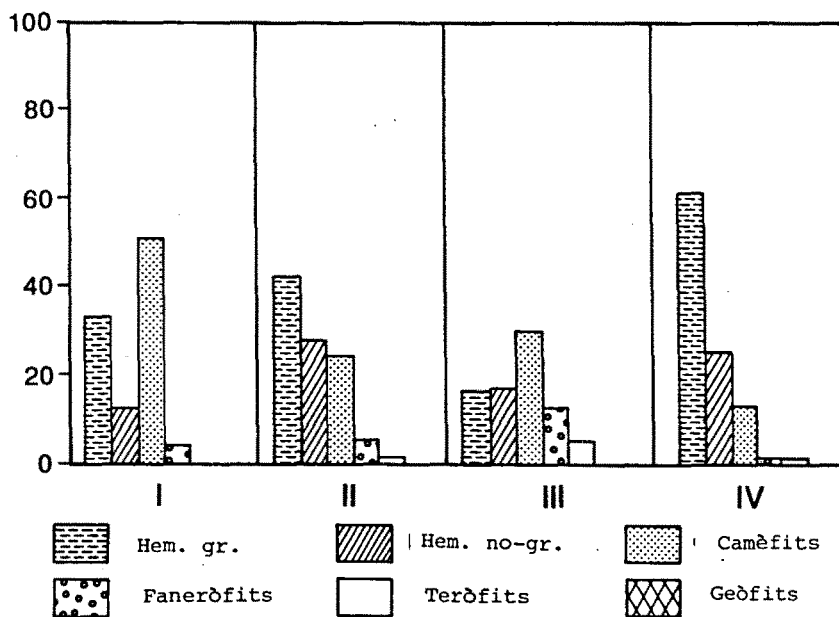
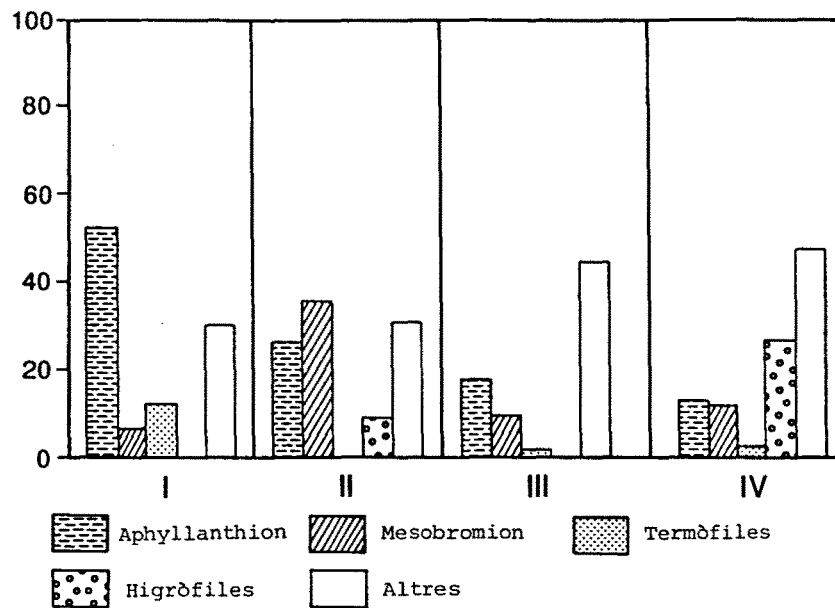


Figura 4.3 Percentatge de recobriment de les espècies segons el seu significat ecològic (gràfic superior) i segons la seva forma vital (gràfic inferior) a partir dels inventaris dels badlands margosos de l'Eocè.

Per altra banda també destaca la colonització per part d'espècies característiques d'ambients amb substrats també inestables (tarteres, pedrusques, talussos), com per exemple *Achnatherum calamagrostis*, *Ptychotis saxifraga*, *Laserpitium gallicum*, etc.

Grup 4

Aquest grup s'ha definit bàsicament en funció de la dispersió dels seus inventaris respecte a tots els altres, però entre ells no hi ha gaire afinitat. La seva localització topogràfica correspon als tálvegs, que de per sí, ja constitueixen un ambient bastant heterogeni. Els materials transportats per l'escolament superficial s'acumulen temporalment al llarg d'aquest canal principal i poden arribar a formar paquets de sediment de gruix considerable. Si després no són totalment evacuats cap als torrents, són un substrat ideal per a la germinació de les llavors, ja que és relativament humit i inicialment bastant solt. A més, probablement també és on s'acumulen moltes de les llavors produïdes o per les mateixes plantes dels terrers, o per les d'altres comunitats properes.

El recobriment aquí és més alt que a qualsevol altra part del badland (74 %), mentre que el nombre d'espècies és del mateix ordre que als grups I i II (27 espècies). L'orientació és bàsicament nord; en el valor mitjà de pendent s'ha de tenir en compte que, en aquest cas, reflecteix només l'inclinació general del tálveg, però que en realitat, va des de pràcticament 0° fins a més de 35°, segons la microtopografia generada per les acumulacions de sediments. La vegetació reflecteix també aquesta heterogeneïtat: al costat d'herbassars densos amb recobriments pràcticament del 100 %, hi ha zones ben pelades.

La composició florística és molt diversa. Les dues espècies herbàcies més abundants són *Brachypodium phoenicoides* i *Molinia caerulea*. Per altra banda hi trobem també algunes de les plantes dels prats (*Sesleria caerulea*, *Avenula pratensis ssp. iberica*, *Lavandula latifolia*, etc...), i diverses espècies sense un significat ecològic clar.

La distribució d'aquests 4 grups definits en un perfil hipotètic d'un badland margós s'ha representat a la figura 4.4.

4.3.2 Badlands argilosos del Garumnià

A la figura 4.5 s'ha representat l'ordenació dels inventaris segons els 2 primers eixos de l'AFC, els quals recullen un 17.23 % de la variança. En sentit vertical els inventaris s'ordenen segons la seva posició al badland, els de la part superior del vessant a l'extrem positiu de les ordenades, i els de les parts basals a l'extrem negatiu. El segon eix, igual que amb els badlands margosos, reflecteix l'orientació dels vessants, de manera que els més obacs es troben a l'esquerra de l'eix de coordenades.

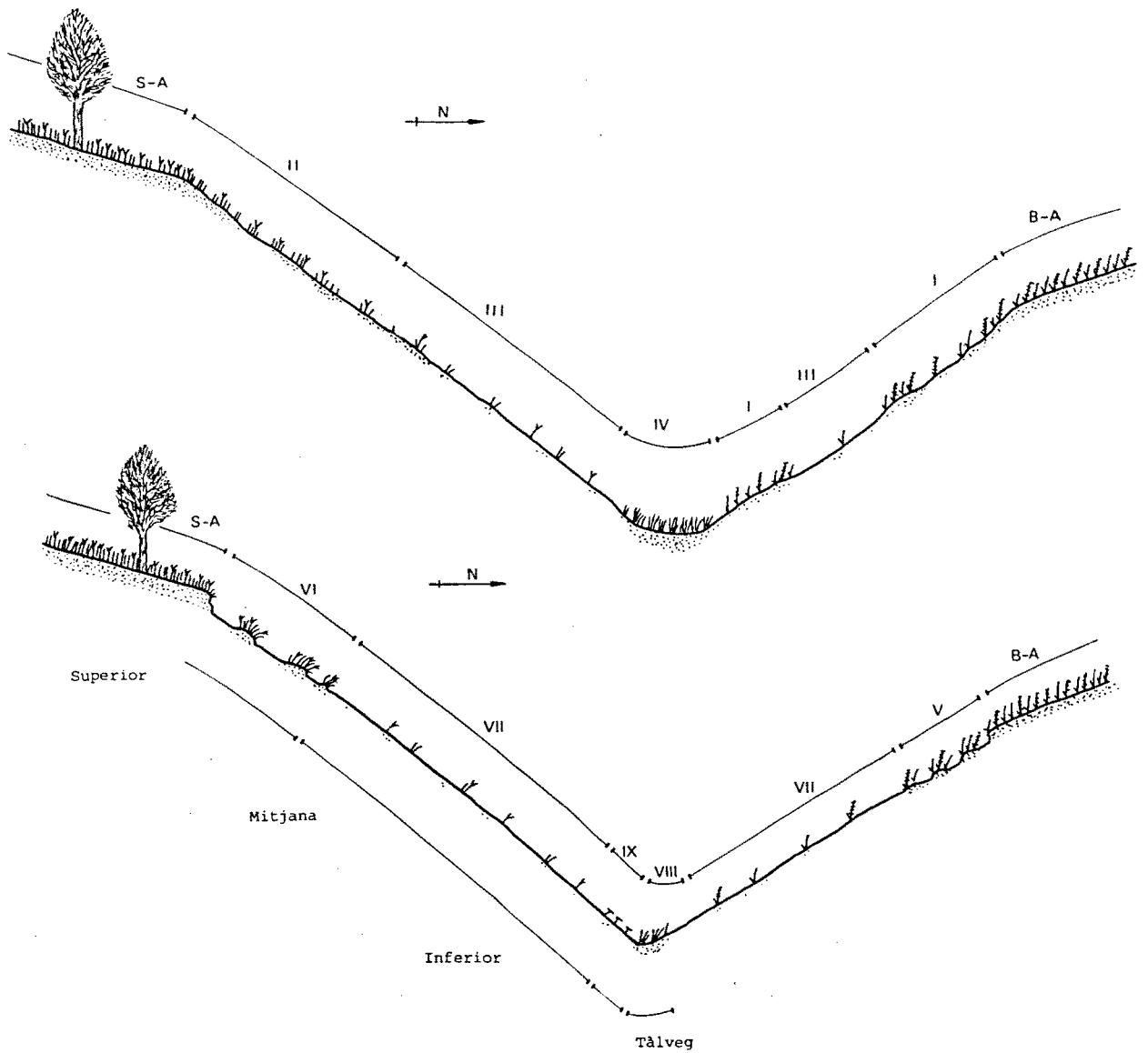


Figura 4.4 Secció idealitzada d'un badland de l'Eocè (part superior del gràfic) i d'un badland argilós del Garumnià (part inferior del gràfic), on s'indica la posició que ocuparien els diferents grups definits a partir de l'AFC. S-A, *Aphyllantho-Seslerietum*; B-A, *Brachypodio-Aphyllanthesum*.

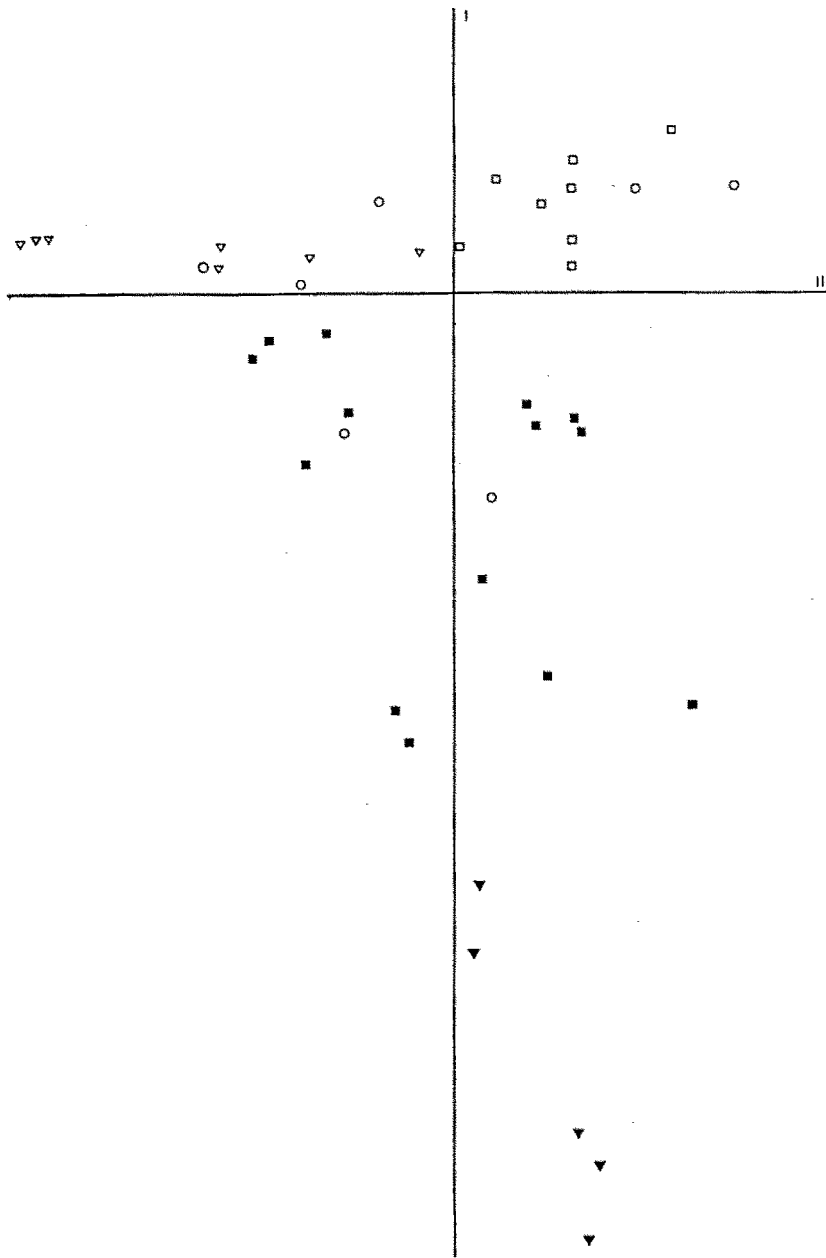


Figura 4.5 Ordenació dels inventaris dels badlands del Garumnià segons els dos primers eixos de l'AFC. Grup 5, triangles buits; Grup 6, quadrats buits; Grup 7, quadrats plens; Grup 8, cercles; Grup 9, triangles plens.

Els inventaris s'han distribuït en grups equivalents als que s'ha descrit per als terrers margosos, però calen certes puntualitzacions. En primer lloc, els inventaris que corresponen als tàlvegs no són tan dispars entre sí ni amb la resta d'inventaris, sinó que queden intercalats entre els dels altres grups. No obstant, s'han mantingut a part per poder-los comparar amb els corresponents de les margues. A més ens apareix un nou grup particular d'aquest substrat, relacionat amb la natura argilosa del regolit i amb el règim hídric que aquesta condiciona.

La taula 4.4 resumeix els inventaris d'aquests substrat, amb les espècies agrupades segons el seu significat ecològic. L'orientació i pendent corresponents es representen a la figura 4.2 i l'espectre vital i la composició florística dels grups es compara a la figura 4.6.

Les característiques de cadascun dels grups són les següents:

Grup 5

El recobriment mitjà i la diversitat florística d'aquests inventaris són força alts, (57 % de cobertura, 25 espècies per inventari). L'afinitat amb els tipus de prats que es fan a la zona queda palesa en el percentatge d'espècies d'*Aphyllanthion* (45.8 %). D'aquestes, destaquen *Aphyllanthes monspeliensis*, *Carex humilis* i *Globularia cordifolia*. Aquestes dues primeres, conjuntament amb *Brachypodium phoenicoides* i *B. retusum*, expliquen la dominància en cobertura dels hemicriptòfits gramínoides.

La situació topogràfica és la mateixa que la del grup 1, a la part superior dels vessants solells, però la morfologia és diferent. En aquest cas el contacte entre la part somital del badland i les zones vegetades es produeix a través d'un desnivell brusc, un esglaó format per l'esllavissament del prat vessant avall, en fragments de mida molt variable (figura 4.7). L'heterogeneïtat, doncs, és molt gran, tant de les condicions ambientals com de la vegetació.

Grup 6

En els vessants més obacs, el contrast entre la vegetació fronterera amb els badlands i aquests, és encara més accentuat. Els inventaris d'aquest grup corresponen a aquesta zona de trànsit, la qual respon bàsicament a la mateixa morfologia descrita per al grup anterior, amb tofes de prat descolgades entre àrees completament denudades. L'espècie dominant en aquest cas és *Sesleria caerulea*. El recobriment total és lleugerament més baix que al grup 5.

És realment espectacular l'aspecte que poden adoptar els pins adults que es troben precisament a la zona límit superior del badland, ja que el desenterrament progressiu del seu sistema radical desequilibra el tronc, que va perdent progressivament vitalitat i adopta formes corbades contra el

GRUPS	V		VI		VII		VIII		IX	
N° d'inventaris	8		7		14		7		5	
	%	CR	%	CR	%	CR	%	CR	%	CR
Plantes de les pastures meso-xerofiles										
<i>Anthyllis montana</i>	25	2.81	57	0.75	7	0.00	14	0.01	0	0
<i>Aphyllantes monspeliensis</i>	87	12.20	57	1.45	0	0	42	11.4	0	0
<i>Argyrolobium zanonii</i>	25	1.25	0	0	0	0	14	0.01	0	0
<i>Asperula cynanchica</i>	25	0.63	14	0.01	35	0.03	42	0.04	20	0.02
<i>Astragalus monspessulanum</i>	62	1.90	28	3.21	14	0.01	0	0	0	0
<i>Avenula iberica</i>	50	1.88	42	0.74	57	1.30	57	5.72	40	1.02
<i>Carduncelus monspeliacus</i>	75	2.25	0	0	21	0.02	14	0.01	0	0
<i>Carex humilis</i>	37	6.56	57	0.75	7	0.00	57	1.45	0	0
<i>Coronilla minima</i>	25	0.02	57	0.05	7	0.00	14	0.01	0	0
<i>Euphorbia mariolensis</i>	50	0.05	0	0	14	0.01	0	0	0	0
<i>Globularia cordifolia</i>	62	4.07	28	0.02	14	0.01	0	0	0	0
<i>Globularia vulgaris</i>	25	0.02	0	0	14	0.36	0	0	20	0.02
<i>Helianthemum italicum</i>	62	0.67	71	2.17	14	0.01	28	0.72	20	0.02
<i>Hippocrepis comosa</i>	0	0	28	1.42	7	0.00	0	0	0	0
<i>Koeleria vallesiana</i>	100	2.55	100	0.10	42	0.74	57	0.05	40	0.04
<i>Lavandula pyrenaica</i>	62	4.41	100	1.50	21	0.02	42	0.04	40	0.04
<i>Linum salsoloides</i>	100	1.93	42	0.04	50	0.05	42	0.04	20	0.02
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	75	0.68	28	0.02	35	0.38	42	2.52	0	0
<i>Teucrium aureum</i>	50	0.66	71	1.47	42	0.04	14	0.01	0	0
<i>Teucrium pyrenaicum</i>	12	0.01	0	0	14	0.01	14	0.01	0	0
<i>Thesium divaricatum</i>	12	0.01	14	0.01	0	0	0	0	0	0
Plantes de les pastures mesofiles										
<i>Bromus erectus</i>	25	0.63	0	0	0	0	14	0.01	0	0
<i>Carlina vulgaris</i>	25	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphrasia salisburgensis</i>	0	0	0	0	14	0.01	0	0	20	0.02
<i>Koeleria pyramidata</i>	0	0	0	0	7	0.00	14	0.01	20	0.02
<i>Onobrychis supina</i>	87	1.92	71	0.77	35	0.73	28	2.51	0	0
<i>Sesleria caerulea</i>	0	0	100	16.40	28	0.72	28	5.00	40	0.04
Plantes termofiles										
<i>Coris monspeliensis</i>	62	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dorycnium hirsutum</i>	0	0	28	0.72	0	0	0	0	0	0
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	75	1.91	0	0	14	0.01	0	0	0	0
<i>Fumana ericoides</i>	62	0.06	14	0.01	14	0.01	14	0.01	0	0
<i>Lithodora fruticosa</i>	0	0	14	0.71	14	0.71	0	0	0	0
<i>Sideritis hirsuta</i>	12	0.01	0	0	21	0.02	0	0	0	0
<i>Thymus vulgaris</i>	87	2.53	28	0.02	21	0.02	0	0	0	0
Plantes de sols argilosos i humits										
<i>Carex flacca</i>	12	0.01	0	0	14	0.01	57	6.80	0	0
<i>Chlora perfoliata</i>	37	0.03	0	0	0	0	14	0.01	0	0
<i>Molinia caerulea</i>	0	0	28	0.72	0	0	28	3.21	20	0.02
<i>Jasonia tuberosa</i>	12	0.01	42	0.04	14	0.01	71	2.55	20	0.02
<i>Plantago serpentina</i>	25	0.63	57	1.45	57	1.10	85	1.48	40	0.04
<i>Tussilago farfara</i>	0	0	0	0	35	1.08	42	0.74	100	15.00
Plantes de tarteres i pedrusques										
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	0	0	42	3.92	7	0.00	57	3.94	20	0.02
<i>Ptychotis saxifraga</i>	25	0.02	14	0.01	14	1.25	28	0.02	40	1.02

Taula 4.4

GRUPS	V		VI		VII		VIII		IX	
	%	CR	%	CR	%	CR	%	CR	%	CR
Altres										
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	75	7.82	28	0.72	21	0.02	57	12.80	0	0
<i>Brachypodium retusum</i>	62	14.00	0	0	7	0.00	0	0	0	0
<i>Buxus sempervirens</i>	0	0	28	0.02	0	0	14	0.01	0	0
<i>Campanula hispanica</i>	25	0.02	0	0	0	0	0	0	20	0.02
<i>Campanula speciosa</i>	37	0.03	42	0.74	50	1.10	14	0.71	40	1.02
<i>Centaurea scabiosa</i>	50	0.05	14	0.01	42	1.63	28	0.02	0	0
<i>Cirsium vulgare</i>	62	0.06	14	0.71	7	0.00	28	0.02	0	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	37	0.65	0	0	50	3.58	14	0.01	60	0.06
<i>Dactylis glomerata</i>	37	1.26	28	0.02	14	0.01	42	2.52	20	0.02
<i>Daucus carota</i>	0	0	0	0	0	0	28	0.02	0	0
<i>Erucastrum nasturtifolium</i>	12	0.01	0	0	21	0.37	0	0	0	0
<i>Eryngium nastrestre</i>	37	0.03	0	0	7	0.00	14	0.01	0	0
<i>Festuca grovina</i>	50	0.66	0	0	14	0.01	0	0	20	1.00
<i>Festuca sp</i>	0	0	14	0.71	0	0	14	0.01	0	0
<i>Galium pumilum</i>	37	1.26	0	0	7	0.00	14	0.01	0	0
<i>Genista scorpius</i>	100	15.30	71	4.65	78	0.42	85	0.08	40	0.04
<i>Hieracium cerinthoides</i>	0	0	28	0.72	7	0.00	28	0.02	0	0
<i>Hieracium piliferum</i>	25	0.02	0	0	0	0	0	0	20	0.02
<i>Hieracium pilosella</i>	12	0.01	28	0.02	7	0.00	14	0.01	0	0
<i>Hieracium sp</i>	0	0	28	2.51	14	0.01	0	0	20	0.02
<i>Hypochoeris radicata</i>	25	0.02	14	0.01	14	0.01	14	0.71	0	0
<i>Juniperus communis</i>	25	0.02	14	0.01	0	0	0	0	20	0.02
<i>Knautia catalaunica</i>	25	0.02	28	0.02	35	0.73	57	0.75	20	0.02
<i>Leontodon hispidus</i>	0	0	14	0.01	0	0	14	0.01	0	0
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0	0	0	0	7	0.00	42	0.04	0	0
<i>Linum catharticum</i>	0	0	14	0.01	0	0	14	0.01	0	0
<i>Lotus corniculatus</i>	25	0.02	28	0.72	21	0.02	28	0.02	0	0
<i>Ononis natrix</i>	12	0.01	0	0	0	0	14	0.01	0	0
<i>Orchis sp</i>	0	0	28	0.72	0	0	14	0.01	0	0
<i>Pinus sylvestris</i>	37	1.26	100	3.98	50	0.40	85	2.18	80	0.08
<i>Plantago lanceolata</i>	0	0	0	0	7	0.00	14	0.01	0	0
<i>Platanthera sp</i>	0	0	14	0.01	0	0	14	0.01	20	0.02
<i>Potentilla verna</i>	12	0.01	28	0.02	0	0	14	0.01	0	0
<i>Prunella vulgaris</i>	12	0.01	0	0	7	0.00	14	0.01	0	0
<i>Prunus mahaleb</i>	12	0.01	0	0	7	0.00	0	0	0	0
<i>Quercus pubescens</i>	12	0.01	0	0	7	0.00	14	2.50	0	0
<i>Reseda phyteuma</i>	0	0	0	0	14	0.01	0	0	0	0
<i>Rosa sp</i>	12	0.01	0	0	0	0	14	0.01	20	0.02
<i>Sanguisorba minor</i>	25	0.02	42	0.04	71	0.07	85	0.08	20	0.02
<i>Taraxacum officinale</i>	12	0.01	0	0	7	0.00	14	0.01	20	0.02
<i>Tetragonolobus maritimus</i>	0	0	0	0	0	0	28	0.02	0	0
<i>Teucrium chamaedrys</i>	25	2.20	0	0	7	0.00	0	0	0	0
<i>Thymelaea nivalis</i>	0	0	42	1.44	0	0	14	0.01	0	0
<i>Trifolium pratense</i>	0	0	0	0	7	0.00	14	0.01	0	0

Taula 4.4 (cont.) Taula sintètica dels inventaris realitzats als badlands argilosos del Garumnià segons els 4 grups definits. S'indica per cada grup la freqüència (percentatge d'ocurrència) i el percentatge de recobriment de les espècies ordenades segons el seu significat ecològic.

pendent (vegeu al capítol 2 la figura 2.6).

Grup 7

El recobriment més baix als badlands del Garumnià es troba, sens dubte, als vessants (24 %), on pràcticament només s'hi fan peus aïllats de plantes diverses. En relació amb els 2 grups anteriors han desaparegut moltes espècies (només 13 per inventari de mitjana, però poden ser només 5 o 6). L'exposició, que a la part superior del badland ens diferenciava dos grups, deixa de ser un factor discriminant, ja que aquí el factor més limitant per a les plantes passa a ser la forta pertorbació i l'estrés a que estan sotmeses.

Predomina l'estrat herbaci, però perden importància les plantes graminoides en favor de les rosulades i les bulboses. La composició florística entre inventaris és força variable, amb algunes espècies en comú, les de recobriments més alts (*Plantago serpentina*, *Campanula speciosa*, *Ptychotis saxifraga*, etc.), però amb una llarga llista de plantes que només surten en un o dos inventaris.

Cal remarcar la presència gairebé constant de *Genista scorpius* (al 78 % dels inventaris), encara que gairebé sempre amb recobriments baixos. Molt sovint es troben plantes d'aquesta espècie amb modificacions molt aparents del seu creixement: rebrots molt abundants a la base, tiges reptants, etc (figura 4.8).

Una altra espècie molt freqüent (71 % dels inventaris), que també es fa als prats, és *Sanguisorba minor*, però sempre hi té un recobriment insignificant. Destaca la presència de *Convolvulus arvensis*, típicament una mala herba dels camps llaurats, però que també colonitza hàbitats pertorbats. Weaver and Riley (1982) destaquen la gran capacitat de regeneració d'aquesta planta a partir d'un potent sistema radical rizomatós, que s'ha vist que pot arribar fins a uns quants metres de profunditat.

Grup 8

Com ja hem comentat anteriorment, la morfologia dels badlands del Garumnià no sempre presenta un tàlveg ben diferenciat, especialment quan la longitud dels vessants no és gaire gran, i l'escolament superficial no arriba a canalitzar-se i flueix directament cap al torrent basal. De vegades, però, a la part central del badland hi ha una zona més incidida, per la qual circula preferentment l'aigua.

Els inventaris corresponents als tàlvegs se situen a l'AFC principalment entre els dels grups 5 i 6, pel fet que tenen en comú bastantes de les espècies característiques d'*Aphyllanthion*, com per exemple *Aphyllanthes monspeliensis*, *Avenula iberica*, *Carex humilis*, etc.

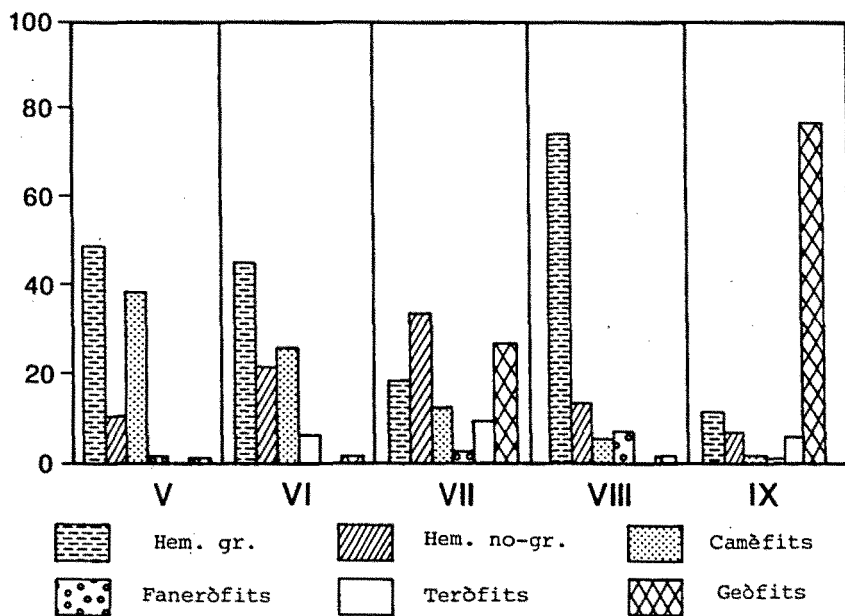
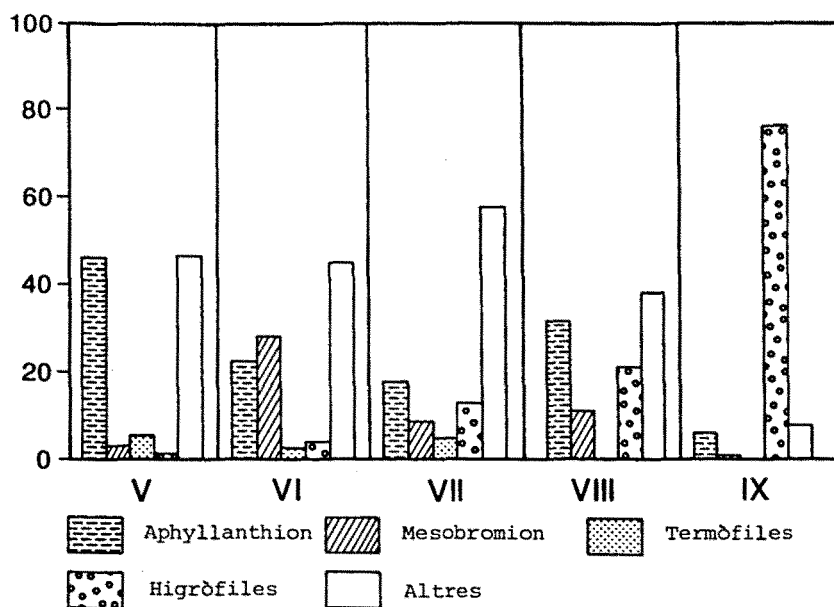


Figura 4.6 Percentatge de recobriments de les espècies segons el seu significat ecològic (gràfic superior) i segons la seva forma vital (gràfic inferior) a partir dels inventaris dels badlands argilosos del Garumnà.

Creiem que sovint la presència d'aquestes espècies s'explica per aports de blocs sencers de prat que s'han esllavisat des de les parts més altes per moviments en massa. Aquest fenomen s'ha descrit com un dels processos que es produeix als badlands (Clotet, 1984), i s'ha observat personalment en algun cas.

La presència de *Pinus sylvestris* i de *Quercus humilis* és gairebé sempre en forma de plançons, i per tant, en aquest cas sí que es pot parlar de colonització de nou. Altres espècies que envaeixen aquests indrets són *Carex flacca*, *Molinia caerulea*, *Jasonia tuberosa*, *Plantago serpentina*, totes elles típiques de sòls argilosos i humits.

El recobriment mitjà és relativament alt (61 %), amb un domini de les plantes gramínoides. Entre aquestes, a més de les ja citades, destaquen *Brachypodium phoenicoides* i *Achnatherum calamagrostis*.

Grup 9

A la part baixa dels vessants orientats al nord, quan estan en contacte directe amb un torrent, es desenvolupa una vegetació molt pobra en espècies i amb un recobriment bastant baix (25 %), en la qual domina absolutament *Tussilago farfara*. De fet es tracta d'una forma empobrida del *Jasonio-Tussilaginetum*, descrita de sòls argilosos més o menys remoguts.

La distribució d'aquests grups en un perfil hipotètic d'un terreny argilós es fa a la figura 4.4.

4.4 DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

Com a característica general la vegetació dels badlands és bastant dispersa i heterogènia. Els processos erosius que porten a la formació d'aquestes àrees degradades generen un procés de successió regressiva des de les comunitats inicials fins a la manca gairebé completa de vegetació.

Ha estat demostrat empíricament repetides vegades i en ambients ben diversos, que la vegetació redueix l'erosió del sòl (Brandt, 1988; Hofmann et al., 1983; Romero Diaz et al., 1988, etc.). Aquest efecte protector es produeix a dos nivells. En primer lloc directament, per intercepció de l'aigua de pluja, que arriba al sòl amb menys energia, i per tant, amb menys poder erosiu. En segon lloc, a través del seu sistema radical, que modifica físicament i química les propietats del sòl (estructura, textura, fertilitat, etc.), i el fan menys susceptible a l'erosió. Morgan et al. (1990) remarquen especialment el paper de la vegetació en la protecció del sòl; els autors descriuen com els processos erosius poden desencadenar un procés de retroalimentació negatiu de disminució de la fertilitat del sòl i de la cobertura vegetal. La pèrdua de sòl comporta la pèrdua de cobertura vegetal, de manera que cada vegada queda més desprotegit el sistema contra els processos erosius.

Per altra banda, disminueix la fertilitat per manca d'aports de matèria orgànica. A més, es modifiquen les propietats físiques del sòl, bàsicament l'estructura, amb la qual cosa augmenta la seva erodibilitat (Solè et al., 1992).

La distribució de la vegetació als badlands del Garumnià i als de l'Eocè segueix aproximadament el mateix patró, amb petites puntualitzacions. La composició de la vegetació està bàsicament determinada per les característiques topogràfiques, reflex de la dinàmica dels processos erosius. Els mecanismes que actuen durant el desenvolupament dels badlands són diversos: impacte de les gotes de pluja, escolament superficial laminar i concentrat, moviments en massa, etc. (vegeu capítol 2). La importància relativa d'aquests processos varia segons la orientació i la posició topogràfica dins del badland.

Com que segons l'orientació dels vessants, canvia el tipus de prat que s'hi fa, aquest és el primer factor determinant en l'evolució posterior del sistema. Per altra banda, l'exposició també condiona la dinàmica dels processos erosius. Els vessants meridionals sempre són més vegetats. De fet als badlands de l'Eocè no hem trobat cap cas amb aquesta orientació i amb un grau de degradació elevat (grup III). Als badlands argilosos, tot i que n'hi ha en totes les orientacions, els més erosionats es troben sobretot en orientació Nord.

Els inventaris dels badlands s'ordenen segons una seqüència que va des d'aquells amb una composició molt similar a la d'un prat, com els que podem trobar a qualsevol vessant proper no degradat, fins a superfícies pràcticament desprovistes de plantes. Així, a la part superior dels badlands, on l'acció dels processos erosius és relativament més recent, la composició florística de la vegetació és força propera a la dels prats circumdants. Com que el tipus de prat canvia segons l'orientació del vessant, paral·lelament, podem distingir en els badlands dos grups diferents segons aquest factors (grups I i II, als badlands margosos i grup V i VI als garumnians). En la resta del vessant, força més erosionat, les diferències segons l'orientació es perden; les plantes que s'hi fan són o bé les més resistents de les dels prats, o les de nova colonització.

En els tàlvegs, especialment als dels badlands margosos, les condicions solen ser més favorables. Com que és on s'acumulen els materials transportats des dels vessants, hi sol haver un paquet de sediments que afavoreix l'establiment de les plantes, les quals, a partir d'un procés de retroalimentació, alhora afavoreixen la nova acumulació de sediments. També és la zona amb una humitat del sòl més alta, ja que és per on circula finalment canalitzada l'aigua de pluja. Això fa que siguin els indrets més vegetats, i amb una diversitat més gran d'espècies, ja que hi ha plantes dels prats i plantes poc restrictives ecològicament. De manera similar, en la descripció del procés de formació d'un badland, Zachar (1982) explica com, després de la pèrdua del mantell vegetal, el procés de recolonització s'inicia al peu dels vessants, on s'hi acumulen els materials transportats per erosió. Als terrers garumnians els tàlvegs no solen estar tan incidits. La composició florística



Figura 4.7 Part superior d'un badland argilós on s'observa que el contacte amb la zona vegetada es produeix per un esglaó originat per moviments en massa de fragments de mida variable.

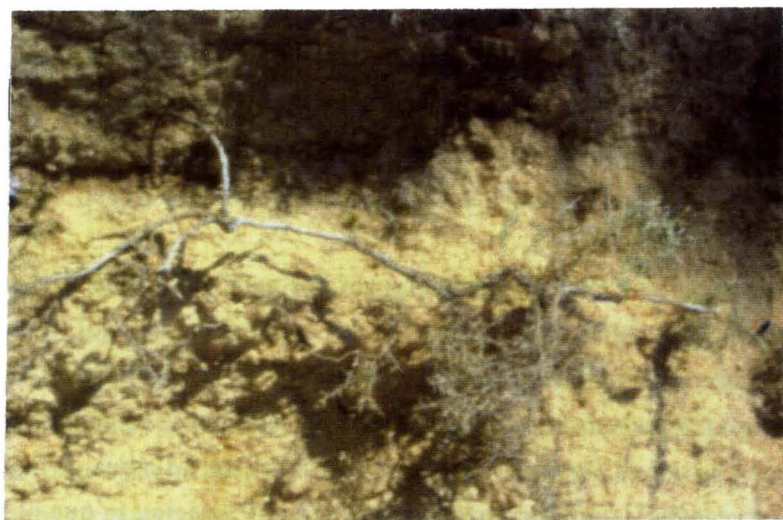


Figura 4.8 Planta de *Genista scorpius* en un vessant d'un badland a Cal Carot. S'observa que bona part del seu sistema radical ha quedat desenterrat i que presenta un creixement anòmal.

és més afí amb la dels prats superiors, probablement perquè hi queden retinguts blocs esllavissats desde les parts més altes del vessant.

La topografia, doncs, apareix com un dels principals factors que determina la distribució de la vegetació als badlands. Semblantment, Brown (1971) relaciona la distribució de 7 comunitats vegetals als badlands de Montana amb les característiques topogràfiques i edàfiques pel fet que aquestes condicionen el règim hídric del sòl. Per altra banda, Butler et al. (1986), en els badlands de North Dakota, correlacionen la composició de la vegetació i la seva producció amb les característiques del sòl, bàsicament la humitat.

Respecte a la distribució de la vegetació a altres zones de badlands de la conca mediterrània, tot i que encara s'han de completar els estudis, es coneixen ja alguns dels factors més determinants. A la zona d'Almeria, on ja s'han elaborat part dels resultats (Lázaro, en premsa), la diferència més remarcable entre la vegetació que colonitza els badlands i la dels de la nostra àrea, és el seu caràcter predominantment terofític. Per altra banda, al contrari del que s'ha observat a la conca de l'Alt Llobregat, els vessants que porten una cobertura vegetal més alta, tot i que bastant incipient, són els orientats al nord. Això es relaciona directament amb el fet que sota les condicions climàtiques semiàrides de la zona, els vessants Sud representen hàbitats més desfavorables respecte al principal factor limitant en aquest cas, que és la manca d'aigua.

Encara que a la zona d'estudi les àrees pertorbades (esllavissades, escombreres, talussos de camins i carreteres, etc..) són colonitzades per plantes oportunistes, aquestes no tenen un paper destacable als badlands. La causa d'aquesta manca de colonització serà analitzada posteriorment a través de l'estudi del banc de llavors del sòl, i de la dinàmica de la germinació natural en aquestes àrees. Cal remarcar la importància de *Pinus sylvestris* com a colonitzador d'aquests indrets, però generalment no passa de fases juvenils.

Els grups descrits es basen en un mostreig exhaustiu, però no els trobem sempre tots en una conca de badlands. Segons el grau d'evolució geomorfològica de cada badland, ocupen més o menys extensió cadascun d'ells. En els badlands més evolucionats pràcticament no hi ha vegetació; com a molt s'hi observen algunes de les espècies més resistents de les del grup III (als margosos) o dels grups VII i IX (als argilosos).

Les diferències entre els dos tipus de substrats analitzats es relacionen bàsicament amb les diferències de comportament dels materials. Els badlands margosos tenen taxes d'erosió més baixes i són ambients relativament més favorables per a l'establiment de la vegetació. En primer lloc la meteorització de la roca mare dona principalment graves, material més solt i que facilita la infiltració. En segon lloc, els tàlvegs solen ser més amples, i els materials que s'hi acumulen poden constituir paquets semipermanents de sediments, indrets més adients per a la instal·lació de la

vegetació.

Als badlands del Garumnià les taxes d'erosió són més altes, i els processos que hi predominen incideixen molt directament sobre el creixement de les plantes. El desenterrament dels centímetres superiors del seu sistema radical que es produeix afecta molt clarament el seu creixement, de manera que són freqüents les plantes amb mala vitalitat o amb anomalies en la seva arquitectura. Per altra banda, la meteorització de la roca mare dóna lloc a materials fins, de manera que en els períodes secs es forma una crosta superficial de gruix variable, la qual pot dificultar seriosament l'establiment de la vegetació. A més, són freqüents els moviments en massa, els quals també alteren el creixement de les plantes, si és que no les fragmenten o desenterren completament.

5 CARACTERÍSTIQUES FENOMORFOLÒGIQUES DE LES ESPÈCIES DELS BADLANDS

5.1 INTRODUCCIÓ

La capacitat d'una espècie de persistir en un determinat ambient depèn de la seva habilitat en aprofitar els recursos que hi té disponibles. Com que aquests són limitats, la resposta dels organismes a les condicions ambientals representa un compromís en l'assignació dels recursos entre les diferents funcions associades al seu cicle vital (Begon et al., 1986). L'optimització d'una funció (creixement, reproducció,...), porta inevitablement a la pèrdua de competitivitat en una altra.

Sota unes mateixes condicions ambientals, independentment de la localització geogràfica i de la filogènia de les espècies, s'ha observat repetidament una convergència en els patrons de desenvolupament de les plantes que hi viuen, tant pel que fa a la seva morfologia com a la seva biologia (Orshan, 1989; Di Castri & Mooney, 1973). Igualment, en ambients ben diferents, molts dels estudis sobre successió han posat de manifest que les espècies dominants en fases equivalents del procés tenen característiques vitals similars (Connel & Slatyer, 1977). La majoria d'estudis en aquesta línia comparen grans àrees biogeogràfiques entre sí, i són pocs els treballs a més petita escala, sota les mateixes condicions climàtiques generals, com per exemple el de Sebastià (1991) que compara els prats subalpins pre-pirinencs, o bé el de Floret et al. (1987) que compara diferents alzinars del sud de França.

L'anàlisi de les característiques morfològiques i funcionals de les espècies que colonitzen els terrers és especialment interessant pel tipus d'hàbitat que aquests representen. Per una banda les plantes que hi viuen estan sotmeses a una forta pertorbació, que ve donada per les elevades taxes d'erosió que s'hi han detectat. Per altra banda, són ambients poc fèrtils i molt exposats a les inclemències ambientals. Són per tant condicions molt extremes, i tanmateix algunes plantes són capaces d'instaurar-s'hi.

Altres ambients comparteixen, almenys parcialment, aquestes característiques, com per exemple les dunes, els talussos, les escombreres de les mines, etc,... L'anàlisi dels atributs vitals de les plantes permet la comparació dels resultats entre àrees o ambients encara que no comparteixin els mateixos tàxons (Orloci & Orloci, 1986), a la llum de possibles estratègies comunes.

Com hem vist en el capítol anterior, la vegetació d'aquestes àrees degradades representa l'última fase de la successió regressiva dels prats que normalment es desenvolupen part amunt del vessant. L'objectiu d'aquest capítol és la comparació dels atributs vitals de les espècies dels badlands respecte a les dels prats inicials, per tal de detectar possibles estratègies de les plantes que viuen en aquests ambients.

5.2 METODOLOGIA

5.2.1 Els atributs vitals

En aquest capítol només s'analitzen els badlands d'argiles de fàcies garumniana, ja que les diferències que com hem vist anteriorment existeixen entre els dos substrats, podrien afegir altres variables a tenir en compte que complicarien la interpretació dels resultats.

Es comparen les característiques fenomorfològiques de les espècies dels prats amb les de les plantes dels badlands. La selecció dels tàxons a considerar s'ha basat en les seves freqüències als inventaris fitocenològics realitzats als badlands i als prats de la part superior del vessant (vegeu capítol 4). Dels inventaris corresponents a les àrees degradades, s'han descartat els que tenien recobriments superiors al 60 %, els quals són per una banda els dels tàlvegs més vegetats i per l'altra els de les parts menys erosionades dels badlands, a la part culminal. En ambdòs casos la presència d'espècies dels prats pot ser deguda al lliscament de blocs directament des de la part superior del badland, i per tant, la presència i recobriment d'aquestes plantes podria ser simplement accidental i transitòria. S'ha treballat amb les espècies més freqüents als terrers, a partir d'un 20 % de freqüència, i amb les que com a mínim són presents a la quarta part dels inventaris dels prats.

La selecció dels atributs vitals que calia analitzar s'ha basat en altres treballs realitzats en ambients diversos (Grime et al., 1987; Orshan, 1989; Halloy, 1990; Orloci & Orloci, 1986) i s'ha ajustat als nostres propòsits. A la taula 5.1 es recullen els atributs, 29 en total, i les classes considerades en cada cas. Val a dir que inicialment es va analitzar una llista més completa de característiques, però com que la majoria de les plantes que tractem provenen d'un ambient molt concret, molts d'aquests caràcters presentaven molt poca variabilitat dins del nostre conjunt, i finalment es van descartar (per exemple: nombre de períodes reproductius al llarg d'un any, heterofília, etc...).

Per a cada espècie s'ha elaborat una fitxa de tots els atributs indicats. La recol·lecció d'individus en el camp en diferents períodes del seu cicle fenològic i el posterior estudi al laboratori han permès completar bona part de les dades. D'altres provenen de l'estudi d'exemplars de l'herbari de Ciències de la Universitat de Barcelona (BCC) i de literatura específica (Van der Pijl, 1972; Grime et al., 1988).

5.2.2 Anàlisi de les dades

En primer lloc s'han realitzat un anàlisi d'agrupament (Cluster) sobre la matriu de presències o absències de les espècies als inventaris (distància euclídia i mètode de Ward).

En segon lloc s'ha sotmés la matriu dels inventaris respecte a la freqüència de les característiques

Atributs generals de la planta

Alçada (cm)	1. 10-25 2. 25-50 3. > 50
Forma vital	4. Biennial 5. Hemicriptòfit 6. Camèfit 7. Faneròfit 8. Geòfit
Òrgans de renovació	9. Tot 10. Branques superiors 11. Fulles
Tipus tròfic	12. Autòtrofa 13. Fixadora de N,

Fenologia

Floració	14. II-IV 15. V-VI 16. VII 17. VIII
Dispersió	18. IX-X 19. V-VI 20. VII 21. VIII

Reproducció vegetativa

Tipus	22. Aèria 23. Subterrània 24. No
Sociabilitat	25. Individus aïllats 26. Cespitosa 27. Individus agrupats

Òrgans subterrànics

Tipus d'arrel	28. Axonomorfa 29. Fasciculada
Tija subterrània	30. Rizoma 31. Soca 32. Estoló 33. Sense 34. Bulb

Tija

Consistència	35. Lignificada 36. Lignificada a la base 37. Herbàcia
Funció	38. Regular 39. Floral
Ramificació	40. Desde la base 41. Superior 42. No ramificada
Disposició	43. Erecta 44. Prostrada 45. Ascendent

Fulles

Tomentositat	46. Anvers 47. Revers 48. Ambdues 49. Glabra
Consistència	50. Malacofil·la 51. Esclerofil·la 52. Semiesclerofil·la 53. Semisuculenta 54. Mesofil·la
Localització	55. Roseta basal 56. Tija
Llargada (cm)	57. < 1 58. 1-3 59. 3-5 60. 5-10 61. > 10
Amplada (mm)	62. < 3 63. 3-5 64. 5-10 65. 10-20 66. > 20
Durada	67. Perennes 68. Caduques
Forma	69. Planifolia 70. Acicular 71. Ericoide 72. Linear

Reproducció sexual

Inflorescència	73. Flor solitària 74. I. vertical 75. I. horitzontal 76. I. aglomerada
Periant	77. Colorejat 78. No colorejat
Sistema reproductiu	79. Monoica 80. Hermafrodita 81. Polígama
Nº llavors per fruit	82. 1 83. 2-5 84. 6-25 85. > 25
Longitud de la llavor (mm)	86. < 3 87. 3-5 88. > 5
Disseminació	89. Anemòcora 90. Altres
Longitud del fruit (cm)	91. < 1 92. > 2 cm
Diàspores	93. Amb apèndixs 94. Llises

Taula 5.1 Atributs vitals i classes considerades en cada cas. El número que precedeix cada classe és amb el que s'han representat els resultats de l'AFC, figura 5.3.

a un anàlisi factorial de correspondències (AFC). Per a cada inventari s'ha calculat el percentatge d'espècies que presenten una determinada categoria d'un atribut concret, respecte al total d'espècies de la mostra. Totes les categories d'un atribut juntes totalitzen sempre el 100 % de freqüències. Cada categoria és una columna de la matriu, i cada fila un inventari.

5.3 RESULTATS

5.3.1 Grups d'espècies

El dendograma resultant de l'anàlisi d'agrupament de les espècies segons la seva presència als inventaris s'ha representat a la figura 5.1. A la taula 5.2 s'indica per a cada planta el percentatge de freqüència per cadascun dels hàbitats prospectats, badlands i prats (número d'inventaris en els quals és present la planta respecte al total d'inventaris per hàbitat).

L'anàlisi d'agrupament ens separa a un primer nivell dos grans grups d'espècies: les que es fan als badlands o als 2 llocs (grup I) i les que es fan principalment només als prats (grup II).

Dins de cada grup l'anàlisi ens separa noves subunitats. En el primer grup se'ns diferencien dos subgrups: el de les espècies que són o bé només als terrers o bé a tots dos ambients, i en aquest últim cas amb un percentatge de freqüència similar (subgrup I-A); i el de les espècies que tot i trobar-se als dos llocs tenen freqüències més altes als prats (subgrup I-B).

De les 54 espècies només 5 es fan exclusivament als badlands: *Achnatherum calamagrostis*, *Convolvulus arvensis*, *Campanula speciosa*, *Ptychotis saxifraga* i *Tussilago farfara*. No són plantes que es trobin associades en un mateix ambient concret del badland, sinó que més aviat s'alternen segons les condicions particulars de cada cas. Les freqüències relativament baixes que presenten posen de manifest aquesta distribució.

Una de les espècies que més freqüentment es troba als badlands és *Pinus sylvestris* (72 % dels inventaris). És també una planta molt sovint present als prats, però mentre que aquí es presenta en forma d'individus adults, en el badlands només s'hi solen trobar plàntules o individus joves. Una altra espècie remarcable com a bona colonitzadora de les àrees degradades és *Genista scorpius*, planta que també es troba esporàdicament als prats, però hi juga sempre un paper secundari.

De les espècies que només es troben als prats (grup II), el nivell següent de l'anàlisi d'agrupament discerneix entre les que hi són molt freqüents (subgrup II-A: *Anthyllis montana*, *Potentilla neumanniana*, *Thesium divaricatum*, etc...) i les que hi són menys constants (subgrup II-B: *Viola rupestris*, *Pimpinella saxifraga*, *Helianthemum numularium*, *Plantago media*, etc...). No ha de sorprendre el fet que *Carex flacca* formi part d'aquest grup, ja que encara que és una espècie que

podem trobar als badlands, només és als tàlvegs més vegetats, els inventaris dels quals no s'han inclòs a l'anàlisi. Per altra banda han quedat també incloses en aquest grup plantes que tot i fer-se predominantment als prats, poden tenir una certa presència als badlands, com per exemple *Helianthemum oelandicum ssp. italicum* i *Thymelaea nivalis*, però generalment només es troben a la part culminal, on l'actuació dels fenòmens erosius és relativament recent.

5.3.2 Atributs vitals

L'ordenació dels inventaris segons els dos primers eixos de coordenades de l'AFC (els quals absorbeixen un 46 % de la variança) s'ha representat a la figura 5.2. El primer eix de l'anàlisi ens separa els inventaris dels prats, a la part inferior, dels corresponents als badlands. El segon eix ordena els inventaris bàsicament en funció de l'exposició, de manera que els d'orientació sud se situen a l'esquerra del gràfic.

Cal tenir present en l'interpretació d'aquests resultats en primer lloc que s'ha fet l'anàlisi a partir de la presència o absència de les espècies als inventaris i no dels seus recobriments. Pel que fa als terrenys els resultats obtinguts treballant amb els recobriments haurien estat poc diferents, però no es pot dir el mateix per als prats. En aquestes comunitats sol haver-hi una o dues espècies amb una forta dominància i la resta amb recobriments intermitjos o baixos. En un treball similar realitzat amb comunitats de prats subalpins, Sebastià (1991), realitza els dos tipus d'anàlisis, amb recobriments i amb presències, i observa que les diferències observades amb les cobertures no queden tan paleses quan es tracten les dades a nivell de presències. Nosaltres hem preferit treballar amb les dades no ponderades, per tal d'esmoreir l'efecte de les diferències de recobriment entre els prats i badlands, que són bastant grans.

Destaca també en la distribució dels inventaris l'afinitat que presenten els corresponents als dels prats entre sí, en contrast amb la dispersió més gran entre els dels badlands.

Al representar en el mateix espai la distribució dels atributs respecte als inventaris (figura 5.3), podem analitzar quines característiques de les plantes són les que més influeixen en aquesta ordenació, i com es relacionen entre sí. Les classes que més discriminen en l'eix vertical són els geòfits, tija prostrada, flors solitàries, floració estival i dispersió a la tardor; totes elles queden situades a la part superior del gràfic, és a dir, en la mateixa regió que els inventaris dels badlands. A l'extrem oposat hi trobem els camèfits o hemicriptòfits, amb bulbs o estolons, amb renovació parcial de la part aèria, amb fulles amples o molt estretes i amb inflorescències horitzontals.

Respecte del segon eix, el que segons la distribució dels inventaris relacionavem amb l'orientació, al costat dret se situen les tiges lignificades, les fulles ericoides, la ramificació des de la base i l'absència de reproducció vegetativa. Per contra, a l'extrem esquerre d'aquest eix hi trobem les

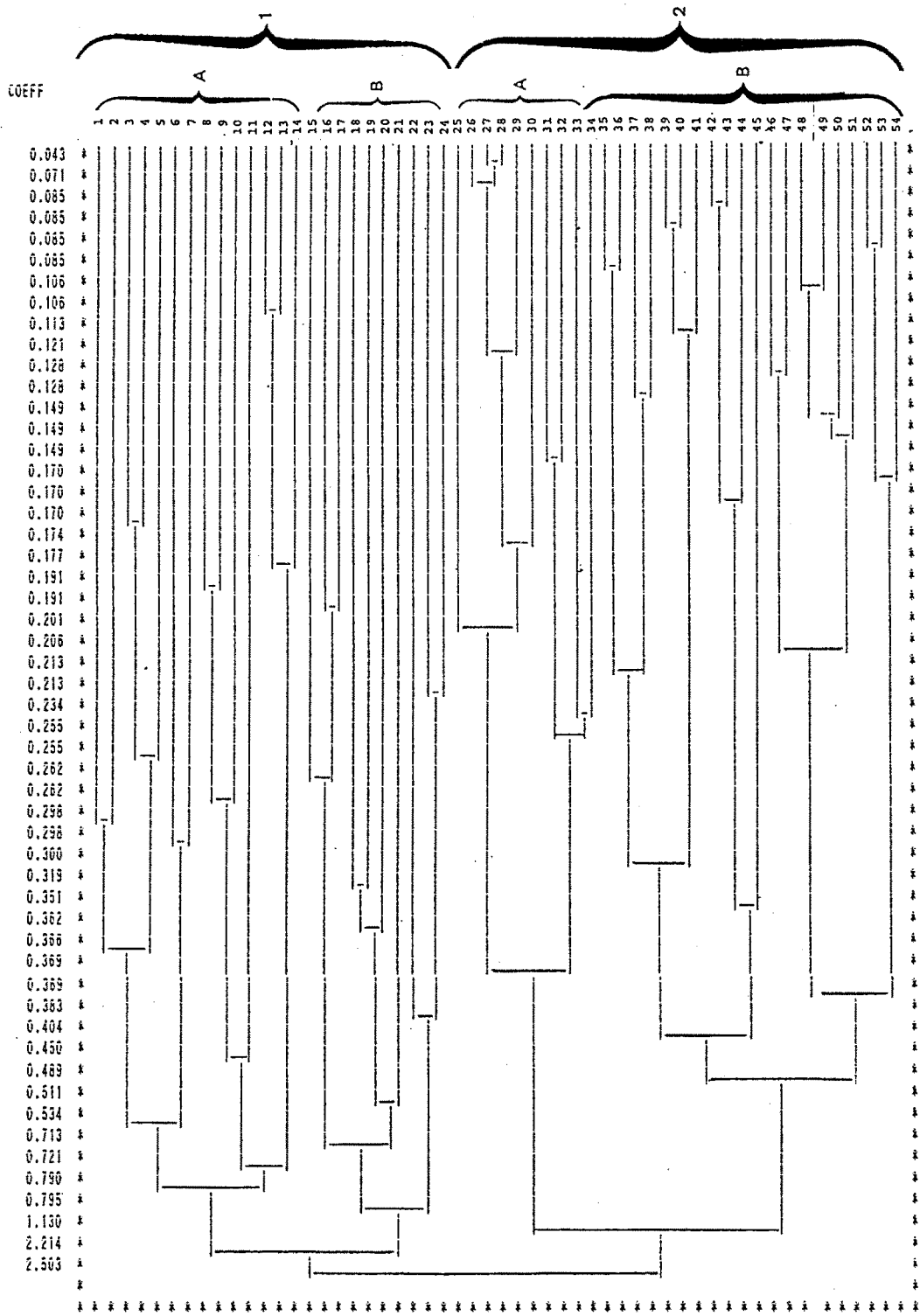


Figura 5.1 Resultats de l'anàlisi d'agrupament dels inventaris dels prats i els badlands en base a les espècies.

	Prats	Badlands
1. <i>Achnatherum calamagrostis</i>	00.0	31.0
2. <i>Convolvulus arvensis</i>	00.0	37.0
3. <i>Campanula speciosa</i>	00.0	41.0
4. <i>Ptychotis saxifraga</i>	00.0	25.0
5. <i>Tussilago farfara</i>	00.0	48.0
6. <i>Centaurea scabiosa</i>	33.0	24.0
7. <i>Knautia dipsacifolia</i>	22.0	31.0
8. <i>Asperula cinanchyca</i>	22.0	24.0
9. <i>Jasonia tuberosa</i>	22.0	27.0
10. <i>Teucrium aureum</i>	27.0	31.0
11. <i>Lavandula angustifolia</i>	44.0	41.0
12. <i>Brachypodium retusum</i>	33.0	20.0
13. <i>Santolina chamaecyparissus</i>	11.0	24.0
14. <i>Thymus vulgaris</i>	22.0	13.0
15. <i>Avena iberica</i>	100.0	48.0
16. <i>Lotus corniculatus</i>	88.0	20.0
17. <i>Onobrychis supina</i>	94.0	41.0
18. <i>Pinus sylvestris</i>	61.0	72.0
19. <i>Sesleria caerulea</i>	88.0	37.0
20. <i>Plantago serpentina</i>	61.0	51.0
21. <i>Sanguisorba minor</i>	44.0	51.0
22. <i>Genista scorpius</i>	61.0	58.0
23. <i>Koeleria vallesiana</i>	77.0	51.0
24. <i>Linum salsoloides</i>	66.0	37.0
25. <i>Anthyllis montana</i>	77.0	10.0
26. <i>Carex flacca</i>	94.0	00.0
27. <i>Carex humilis</i>	94.0	03.4
28. <i>Potentilla neumanniana</i>	94.0	00.0
29. <i>Coronilla minima</i>	88.0	10.0
30. <i>Thesium divaricatum</i>	72.0	00.0
31. <i>Aphyllantes monspeliensis</i>	66.0	10.0
32. <i>Bromus erectus</i>	66.0	00.0
33. <i>Carduncellus monspeliacus</i>	61.0	17.0
34. <i>Globularia cordifolia</i>	66.0	10.0
35. <i>Carlina vulgaris</i>	27.0	00.0
36. <i>Viola rupestris</i>	27.0	00.0
37. <i>Hippocrepis comosa</i>	55.0	00.0
38. <i>Leontodon hispidus</i>	38.0	03.4
39. <i>Cruciata glabra</i>	32.5	00.0
40. <i>Pimpinella saxifraga</i>	38.0	00.0
41. <i>Prunella grandiflora</i>	38.0	00.0
42. <i>Festuca rubra</i>	33.0	00.0
43. <i>Gymnadenia conopsea</i>	33.0	00.0
44. <i>Thymelaea nivalis</i>	27.0	06.0
45. <i>Helianthemum italicum</i>	50.0	17.0
46. <i>Centaurea jacea</i>	27.0	00.0
47. <i>Hieracium pilosella</i>	27.0	00.0
48. <i>Helianthemum nummularium</i>	27.0	00.0
49. <i>Leucanthemum vulgare</i>	27.0	03.4
50. <i>Scabiosa columbaria</i>	55.0	00.0
51. <i>Teucrium pyrenaicum</i>	50.0	00.0
52. <i>Galium pumilum</i>	66.0	00.0
53. <i>Plantago media</i>	55.0	00.0
54. <i>Polygala calcarea</i>	50.0	00.0

Taula 5.2 Percentage de presència de les espècies considerades a l'anàlisi d'agrupament als inventaris dels prats i dels badlands.

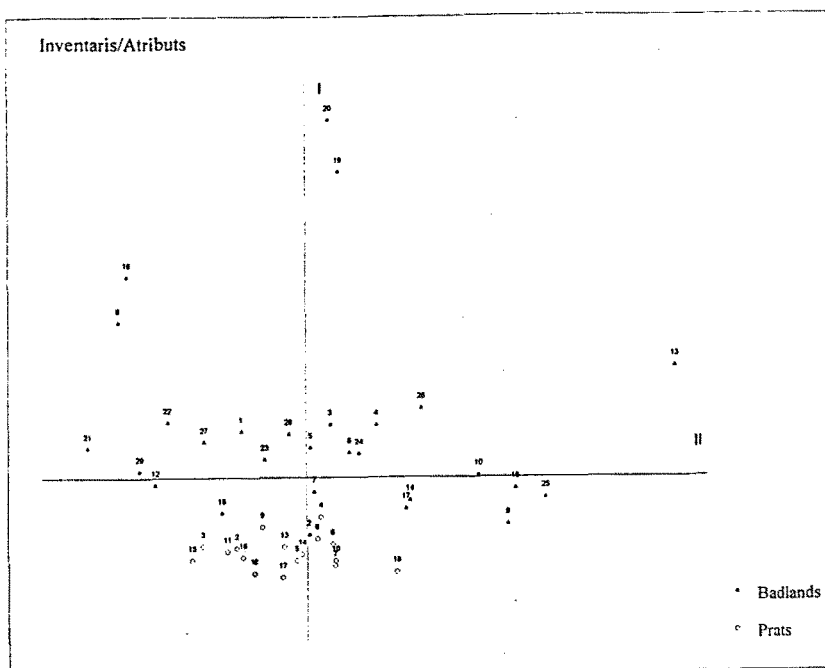


Figura 5.2 Distribució dels inventaris segons els dos primers eixos de l'AFC realitzat en funció dels atributs vitals.

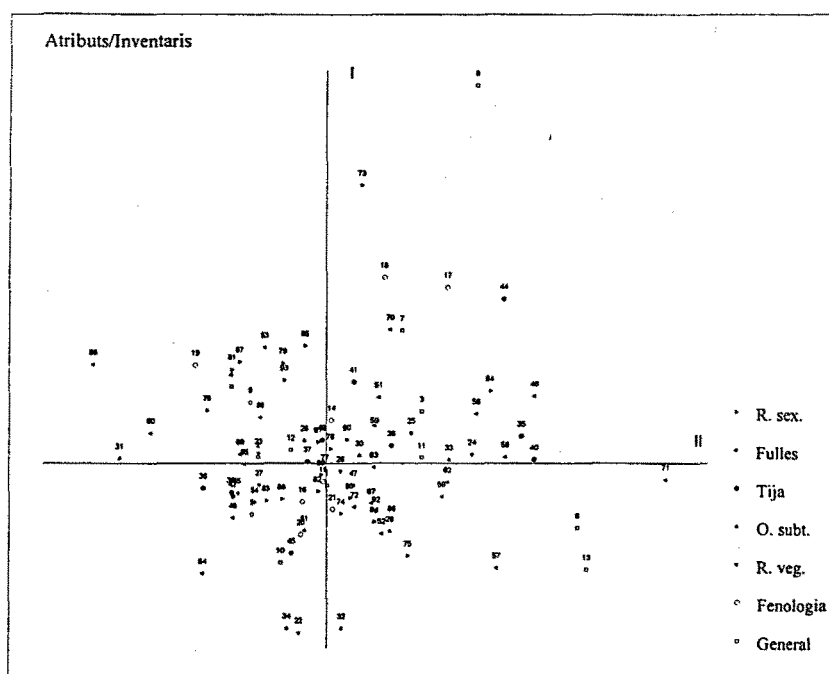


Figura 5.3 Distribució de les classes dels atributs vitals segons els dos primers eixos de l'AFC realitzat sobre els percentatges de freqüència d'aquestes classes als inventaris.

plantes amb soca a la base, les tiges només portadores de flors, les fulles grans i les inflorescències aglomerades.

Les categories que se situen pròximes a l'origen, correspondrien a les que comparteixen les espècies dels prats i dels badlands, independentment de l'orientació que es consideri. Entre aquestes classes hi trobem les plantes de 10 a 25 cm d'alçada, les tiges herbàcies, els rizomes, les flors hermafrodites, les plantes de floració primaveral, etc.

S'ha comparat gràficament el percentatge de freqüència als badlands i als prats de cada classe dels atributs considerats a les figures de la 5.4 a la 5.10; no s'han inclòs als gràfics els atributs que pràcticament no presentaven diferències entre els dos hàbitats. Pel que fa als atributs generals (figura 5.4), les plantes de poca alçada són les més abundants en tots dos ambients, però la dominància d'aquest caràcter és molt més patent als prats que no als badlands. La distribució de freqüències de les diferents formes vitals és més dispersa als badlands, en els quals els faneròfits, geòfits i les plantes biennals hi són més freqüents que als prats. Aquestes diferències serien encara més manifestes si es tingués en compte el recobriment de les espècies.

Pel que fa als òrgans renovats periòdicament, als badlands destaquen dos tipus d'estratègies oposades: o bé es renova tota la biomassa aèria anualment, o bé es conserva tot excepte les fulles. En el primer cas s'hi troben les plantes biennals i els geòfits (com per exemple *Ptychotis saxifraga*, *Campanula speciosa*, *Convolvulus arvensis*, *Tussilago farfara*, etc.) i en el segon espècies com per exemple *Pinus sylvestris*, *Thymelaea nivalis*, *Helianthemum oelandicum ssp. italicum*, etc.

Pel que fa a la sociabilitat, curiosament les plantes cespitoses són les menys abundants en els dos ambients, però aquí cal tenir en compte que estem tractant amb el nombre d'espècies, no amb els seus recobriments, i que, lògicament, aquest tipus de planta, tot i que dominant als prats, només està representada per unes poques espècies.

Respecte a la fenologia (figura 5.5), mentre que als prats predominen molt clarament les floracions entre el maig i el juliol, als badlands hi ha força més dispersió, amb més espècies de floració primerenca i de finals d'estiu. Similarment la dispersió de les llavors segueix el mateix patró. Pel que fa a l'estacionalitat dels òrgans vegetatius, als terrers hi ha una proporció més gran de plantes caducifòlies que no als prats.

Les arrels axonomorfes predominen amplament sobre les fasciculades a tots dos ambients (figura 5.6), però mentre que als prats les plantes amb aquest últim tipus de sistema radical hi són les dominants en recobriment, als badlands ho són les d'arrels pivotants. Pel que fa als tipus de tija subterrània cal destacar la manca absoluta als badlands de plantes amb estolons o bulbs.

Atributs generals

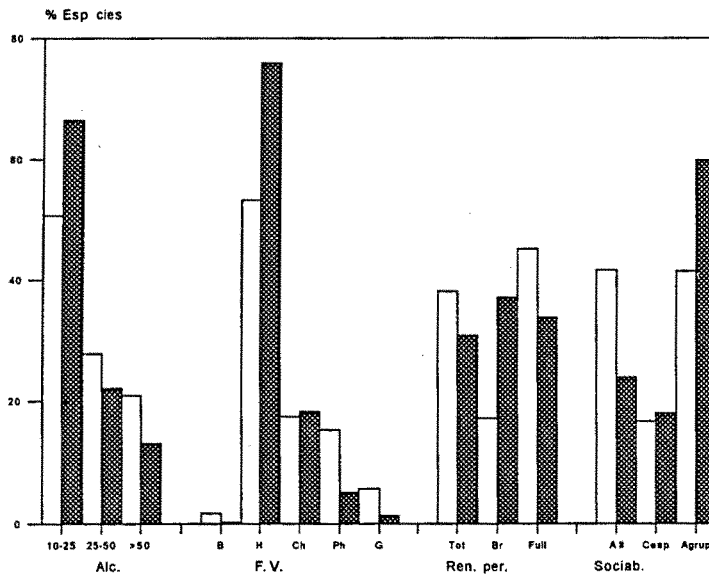


Figura 5.4 Percentatge de freqüència de les classes dels atributs vitals generals als inventaris dels prats (barres amb trama reticulada) i dels badlands (barres en blanc).

Fenologia i renovació foliar

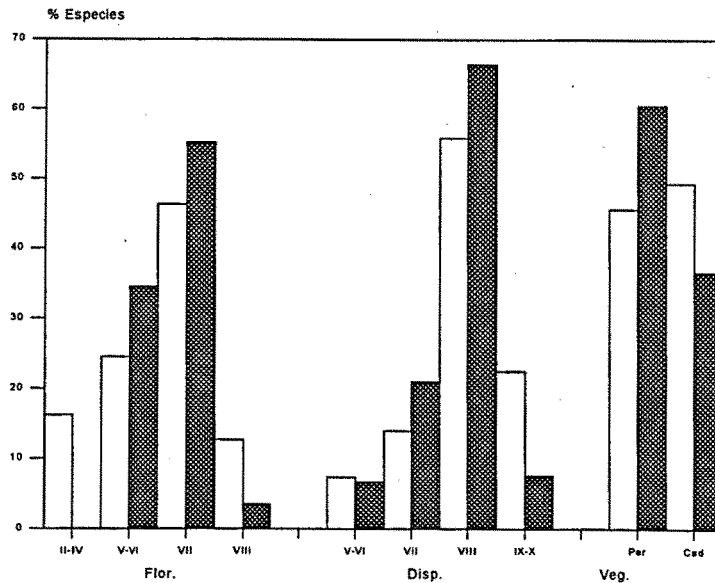


Figura 5.5 Percentatge de freqüència de les classes considerades en els atributs que fan referència a la fenologia, als inventaris dels prats (barres amb trama reticulada) i dels badlands (barres en blanc).

Quant a les característiques de la tija (figura 5.7), als badlands són més abundants les lignificades que no als prats; predominen també les tiges erectes, amb funció regular (portadores de fulles).

Les fulles de les plantes dels terrers presenten una més gran diversitat d'adaptacions a la retenció d'aigua: malacofil.les, esclerofil.les, semisuculentas (figura 5.8). Als prats, en canvi, predominen les plantes mesofil.les; normalment són plantes amb roseta de fulles basal.

Pel que fa als atributs florals (figura 5.9), les inflorescències verticals són les més abundants tant als prats com als badlands, però en aquests últims, són també importants les flors solitàries o en glomèruls. El sistema reproductiu per excel·lència correspon a les plantes hermafrodites a tots dos ambients. Cal tenir present que la informació sobre aquest aspecte s'ha basat principalment en la bibliografia; sovint les dades no són del tot fiables, i a més aquest caràcter pot variar d'un lloc a l'altre.

Finalment, pel que fa a les diàspores (figura 5.10), als badlands les espècies amb fruits que contenen un nombre alt de llavors són més freqüents que als prats; també les que tenen llavors de mida mitjana, i les que les seves diàspores tenen algun tipus d'apèndixs.

5.4 DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

La majoria d'espècies que viuen als badlands formen part també de les comunitats de prats que es desenvolupen just per sobre d'aquestes àrees degradades. De fet, la vegetació dels badlands representa l'última fase de degradació d'aquestes comunitats (Guàrdia & Ninot, 1992). De les 54 espècies analitzades, només 5 es poden considerar veritables pioneres, ja que realment només apareixen als terrers: *Achnatherum calamagrostis*, *Convolvulus arvensis*, *Campanula speciosa*, *Ptychotis saxifraga* i *Tussilago farfara*. Són plantes que a la zona d'estudi es troben en llocs remoguts o amb substrats inestables: tarteres, pedruscalls, talussos (Soriano, 1990). És de destacar la presència de *Convolvulus arvensis*, planta principalment de caràcter ruderal o arvense, l'única d'aquest tipus que s'instal·la als badlands.

La resta d'espècies són totes presents als prats, amb constància i recobriment variables. Gairebé la meitat de les plantes dels prats són eliminades amb l'actuació dels fenòmens erosius. De la resta algunes són força freqüents als badlands, i d'altres només s'hi troben esporàdicament.

Cal tenir presents les característiques estructurals d'aquests tipus de prats que estem considerant: normalment constituïts per 2 o 3 espècies molt clarament dominants (*Sesleria caerulea*, *Aphyllanthes monspeliensis*, *Bromus erectus*, *Brachypodium retusum*, ...) i la resta de plantes amb recobriments mitjans o baixos, menys del 25 % (Font, 1993). Aquest tipus d'estructura és comú a moltes altres pastures i s'ha associat a la presència d'espècies ben adaptades a les condicions ambientals i que són molt competitives, i que per tant són les dominants, i espècies que es

Organs subterrànis

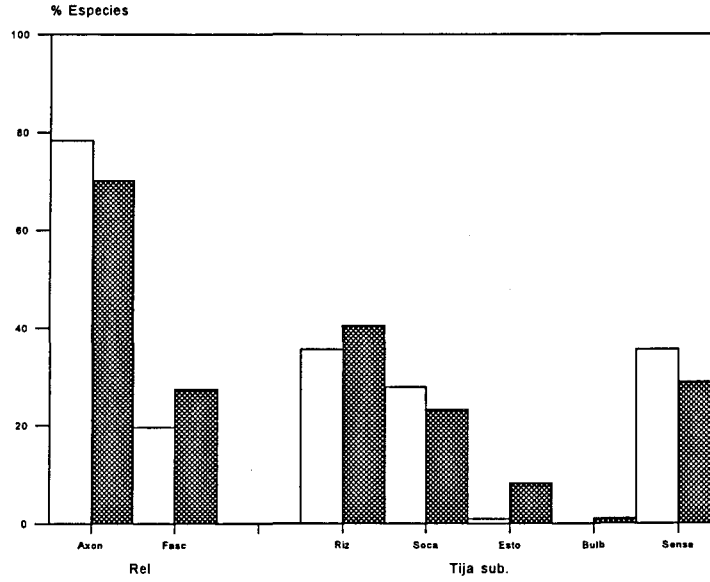


Figura 5.6 Percentatge de freqüència de les diferents classes dels atributs relatius als òrgans subterrànis, als inventaris dels prats (barres amb trama reticulada) i dels badlands (barres en blanc).

Tija

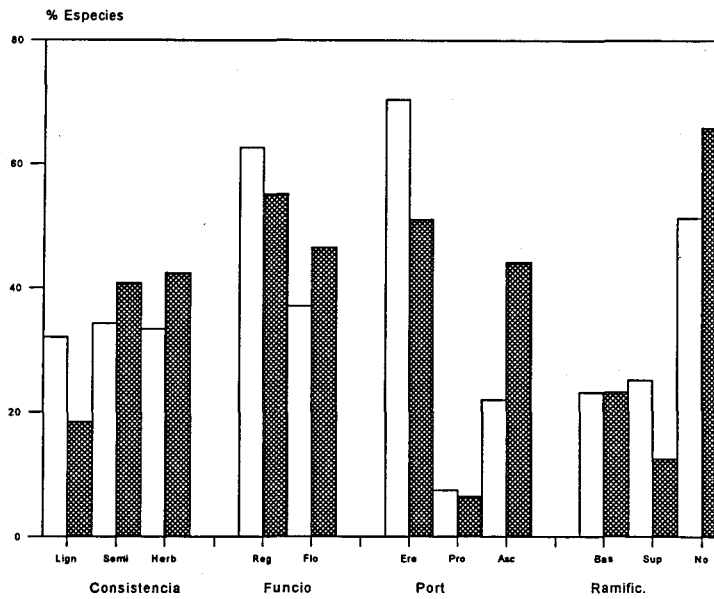


Figura 5.7 Percentatge de freqüència de les classes dels atributs de la tija, als inventaris dels prats (barres amb trama reticulada) i dels badlands (barres en blanc).

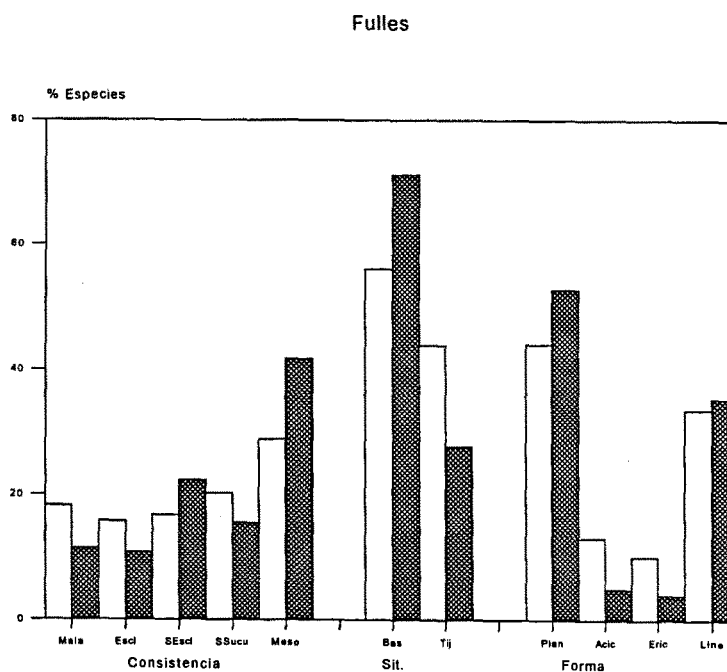


Figura 5.8 Percentatge de freqüència de les diferents classes dels atributs de les fulles, als inventaris dels prats (barres amb trama reticulada) i dels badlands (barres en blanc).

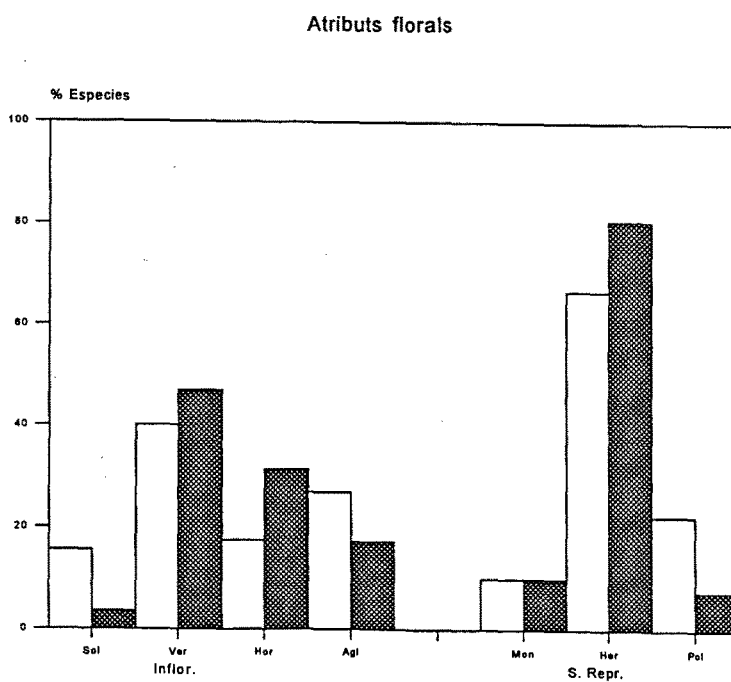


Figura 5.9 Percentatge de freqüència dels diferents atributs que fan referència al sistema reproductiu, als inventaris dels prats (barres amb trama reticulada) i dels badlands (barres en blanc).

Diaspores

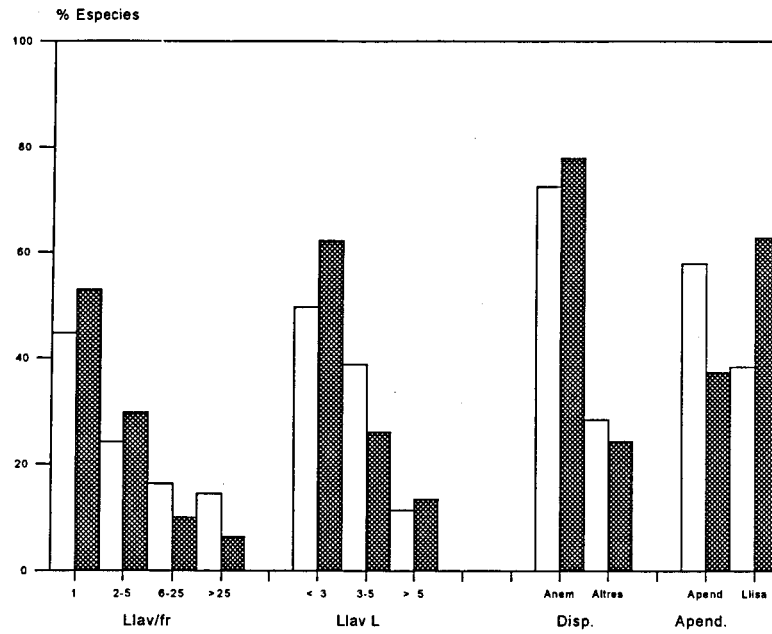


Figura 5.10 Percentatge de freqüència de les diferents classes dels atributs relatius a les diàspores, als inventaris dels prats (barres amb trama reticulada) i dels badlands (barres en blanc).

restringeixen als espais desocupats perquè no són capaces de competir amb les primeres. Quan, per qualsevol mecanisme extern, es produeix una regressió de les plantes dominants, les secundàries poden expandir-se ràpidament (Van Andel, 1991). En la successió regressiva que comporten els fenòmens erosius, les plantes més sensibles i que són ràpidament seleccionades són precisament les dominants als prats, mentre que les que hi juguen un paper secundari són les més freqüents als badlands.

La consideració dels atributs vitals de les espècies en la comparació dels 2 hàbitats prospectats ha posat de manifest una distribució diferencial d'aquestes variables, la qual sembla estar en relació amb les particularitats microambientals. Els inventaris corresponents als prats se'ns agrupen en l'AFC basat en les característiques fenomorfològiques de les espècies, tot i que només s'ha considerat la presència o absència en cada cas, i no s'ha ponderat segons els recobriments. Els inventaris dels badlands, en canvi, tot i que se separen dels dels prats, manifesten una gran dispersió entre ells segons l'AFC. Un dels factors amb els que es pot relacionar aquesta variabilitat és amb l'orientació dels vessants. Les plantes llenyoses, arbusts o mates, amb fulles amb adaptacions diverses per evitar la pèrdua d'aigua són més freqüents als vessants meridionals. Les plantes herbàcies amb roseta basal i fulles més amples, en canvi, són les que predominen als vessants obacs. Aquestes divergències es manifesten entre els inventaris dels prats i els dels badlands.

L'espectre de formes vitals als badlands és més equilibrat que no als prats, en els quals són molt més marcadament dominants els hemcriptòfits. Les plantes de cicle curt només són presents als badlands; dos d'elles són precisament de les poques plantes pioneres que colonitzen aquests hàbitats: *Ptychotis saxifraga* i *Campanula speciosa*. Sorpren, però, la baixa freqüència d'aquest tipus d'espècies, ja que s'han descrit com les més abundants en ambients amb una forta pertorbació, com són els badlands. S'ha vist, però, que aquest tipus de plantes són colonitzadores eficients quan els medis són fèrtils, mentre que en ambients pobres en recursos les espècies pioneres són típicament plantes de cicle llarg (Borgerard, 1990; Grubb, 1987).

Les formes vitals s'han reconegut com a bones indicadores de les condicions ambientals des de la seva definició (Raunkiaer, 1937). A més, Floret et al. (op. cit.), constata que és un dels atributs que més correlacions presenta amb els altres caràcters típicament analitzats en aquest tipus d'estudis. Altres autors han analitzat aquestes interrelacions, i han definit estratègies o síndromes de les plantes relacionades amb els factors ambientals (Herrera, 1984).

En el nostre cas s'ha observat també que molts dels atributs analitzats es presenten associats entre ells. Així, als badlands es poden definir dues estratègies diferents, que agrupen atributs de l'aparell vegetatiu que s'ha observat que es presenten amb una freqüència més alta que no als prats. Per una banda hi trobem plantes perennes, amb arrels axonomorfes i sense capacitat de multiplicació vegetativa, amb tiges lignificades, erectes, ramificades, fulles petites i amb adaptacions diverses a

la pèrdua d'aigua (malacofil.lia, esclerofil.lia, semi-suculència). Presenten aquestes característiques per exemple *Genista scorpius*, *Pinus sylvestris*, *Lavandula angustifolia*, *Thymelaea nivalis*, *Teucrium aureum*, *Santolina chamaecyparissus*, *Thymus vulgaris*, etc.

Per altra banda trobem plantes que limiten el seu període actiu a l'època de l'any que els es més favorable; són plantes herbàcies que renoven anualment tota la biomassa aèria, tenen arrels axonomorfes o rizomes, capacitat de multiplicació vegetativa, tiges herbàcies erectes o prostrades, poc o gens ramificades, fulles comparativament més grans i localitzades a la base de la planta. Són d'aquest tipus plantes com *Campanula speciosa*, *Ptychotis saxifraga*, *Plantago serpentina*, *Jasonia tuberosa*, *Convolvulus arvensis*, *Centaurea scabiosa*, *Knautia dipsacifolia*, etc. Aquestes espècies són les que comparteixen més característiques amb les dels prats (rizomatoses, tiges herbàcies, fulles més grans, etc.).

Voldriem remarcar que ambdòs grups d'espècies comparteixen el mateix tipus de sistema radical: rels axonomorfes. El desenterrament d'alguns exemplars al camp ens ha permès observar que sovint es tracta d'arrels d'una gran longitud però de no gaire profunditat, ja que queden disposades més o menys obliquament respecte a la superfície. El periòdic descolgament i enterrament a que es veuen sotmeses les plantes comporta un desplaçament de la planta cap a la part baixa del vessant, d'una manera similar a la que s'ha descrit en relació amb el procés de solifluxió.

Hi ha un grup d'espècies, com per exemple *Achnatherum calamagrostis*, *Avenula iberica*, *Koeleria vallesiana*, *Onobrychis supina* o *Lotus corniculatus*, que no responen a cap d'aquestes dues estratègies, encara que presenten algunes de les característiques que les defineixen. En el cas d'*Achnatherum calamagrostis*, que és la planta que s'ha tractat amb més profunditat, sabem, per exemple, que la seva capacitat de sobreviure en aquests ambients és explicable per una combinació de característiques que no s'ha pogut tenir en compte per a la resta de plantes, perquè requereixen una informació que no es tenia disponible: sistema radical amb rizomes verticals i horitzontals, sobreposició de generacions de tiges en una mateixa tofa, elevada acumulació de matèria orgànica, etc. Ben segur que existeixen aquests i altres mecanismes, potser més subtils, en algunes de les plantes analitzades, sobretot a un nivell funcional que pràcticament no hem analitzat, però si més no hem pogut detectar certes tendències que ens serviran de base per a estudis posteriors.

Respecte a la fenologia floral de les plantes es constata un desplaçament cap als extrems del període actiu a les plantes dels badlands, és a dir, disminueixen les plantes de floracions entre el maig i el juliol i augmenten en contrapartida les de floracions primerenques o de finals d'estiu. El mateix desplaçament cap als extrems es constata en el període de dispersió. En principi podríem pensar que és lògic que sigui així, ja que, per una banda si les llavors són dispersades abans de l'estiu i són capaces de germinar immediatament, quan es produeixin les pluges torrencials de finals d'estiu ja poden haver desenvolupat un mínim de sistema radical que eviti que siguin arrossegades per l'aigua.

Per altra banda, les plantes de floració més tardana dispersen les llavors cap al setembre o l'octubre, i és més probable que es mantinguin *in situ* fins a la primavera següent.

De manera similar, altres autors vinculen la localització en el temps del pic de floració d'algunes espècies amb la disminució del risc de pèrdua de les llavors per predació (Augspeurger, 1981). Cal tenir en compte, però, la relació amb la resta de fases fenològiques de la planta, perquè el moment de floració està íntimament relacionat amb el període d'activitat vegetativa, i que l'optimització de la fase de creixement repercuteix directament sobre el període reproductiu (Herrera, 1985).

Això ens alerta sobre el perill d'interpretar com a respostes adaptatives determinats caràcters, només pel fet que semblen adequats a unes condicions concretes. Cal tenir en compte que existeixen relacions espúries que de vegades poden portar a conclusions errònies. Insistim, doncs, en que els resultats del nostre anàlisi apunten cap a l'existència de combinacions d'atributs vitals de les plantes en resposta a unes condicions ambientals concretes, però que tal com han remarcat altres autors (Grime et al., 1987), l'experimentació en condicions controlades és un pas complementari necessari per a establir clarament una relació entre forma, funció i adaptació.

L'esforç dedicat per una planta a la producció de diàspores i les seves característiques constitueixen dos dels factors més determinants de la seva capacitat de colonització, en primer lloc per què condicionen les possibilitats d'arribada a un indret determinat, i en segon lloc per què han d'assegurar la persistència de la població un cop instaurada. La font de llavors als badlands està assegurada per la proximitat de comunitats vegetals no pertorbades, que són els prats. Per altra banda, s'ha vist que apareixen altres espècies que no es fan als prats, i que forçosament impliquen algun vector capaç de transportar les diàspores a distàncies més grans (el vent o els animals). Malauradament disposen de poca informació sobre els mecanismes de dispersió de moltes de les plantes analitzades, la qual cosa només ens ha permès distingir entre plantes anemòcores en front de les que tenen altres mecanismes. Respecte a aquest atribut pràcticament no s'han observat diferències entre els dos hàbitats.

Sí que es constaten diferències, en canvi, respecte a les característiques de les diàspores. Als terrers hi ha més plantes que contenen un nombre gran de llavors per fruit, són més freqüents les llavors de mida intermitja i hi predominen les que tenen algun tipus d'apèndixs. Aquesta última característica s'interpreta com un mecanisme que disminueix la pèrdua de llavors pels fenòmens erosius relacionats amb les pluges torrencials. La presència d'una aresta a la gluma d'algunes gramínies s'ha descrit com un mecanisme que facilita la fixació de la llavor al sòl, per moviments higroscòpics d'aquesta aresta (Martinovski, 1970).

En conclusió, la forta dinàmica dels processos erosius que porten a la formació dels badlands desencadena una successió regressiva de les comunitats inicials, de manera que se seleccionen

determinades espècies i n'apareixen altres de noves capaces de colonitzar aquests indrets.

La forta pertorbació que significa la taxa anual d'erosió que s'hi produeix afavoreix determinats atributs relacionats, per una banda, amb la producció de llavors i la seva dispersió, i per altra banda amb les característiques dels sistema radical. La escassetat de nutrients i la manca d'aigua que caracteritza els badlands limita l'expansió de les plantes que aconsegueixen instaurar-s'hi, les quals presenten moltes de les característiques de les estratègies tolerants a les restriccions (Grime,1979).

6 EL BANC DE LLAVORS DEL SÒL

6.1 INTRODUCCIÓ

El banc de llavors d'un sòl es defineix com el conjunt de llavors viables que conté. Les seves dimensions són variables en el temps i en l'espai. Dins d'una comunitat l'aport de llavors al sòl prové bàsicament de la pluja de granes produïdes per les mateixes plantes que la constitueixen, però també hi pot haver entrades d'altres fonts de llavors més llunyanes. Les pèrdues al banc de llavors es poden produir per diverses causes: predació, infecció per microorganismes patògens, mort fisiològica de les granes, exportació per agents físics (aigua, vent, etc...). La combinació d'entrades i sortides que es produeixen en un moment donat en un ambient concret determina la densitat de llavors en el banc.

La importància del coneixement del banc de llavors d'un ecosistema, com una eina de predicció de la seva capacitat de regeneració després d'una pertorbació, s'ha posat de manifest en diversos treballs (Thompson & Grime, 1979; Roberts & Ricketts, 1981; Marlette & Anderson, 1986). En el marc de la restauració de la vegetació natural d'àrees degradades s'ha proposat, i s'ha arribat a executar en alguns casos, l'explotació del banc de llavors a partir de l'alteració expressa de les condicions ambientals per a afavorir determinades espècies que en formen part (van der Valk & Pederson, 1989).

Si bé ja es coneix la dimensió del banc de llavors d'ambients ben diversos (Leck et al., 1989), pràcticament no es tenen dades sobre el banc de llavors d'àrees degradades. Només tenim coneixement de l'estudi de Garcia-Fayos & Recatala (1992) als badlands del País Valencià, on detecten l'existència d'un banc de llavors, encara que molt minso.

L'exigüitat del mantell vegetal als badlands s'atribueix a la forta erosió que es produeix en aquestes àrees, però es desconeixen els mecanismes concrets que ho determinen. Sabem que a tocar dels terrers s'hi desenvolupa una vegetació prou densa com per a subministrat una bona quantitat de llavors. Una de les causes que podria explicar la baixa colonització dels badlands seria la manca de llavors disponibles, ja sigui perquè no hi arriben, o perquè són exportades pels fenòmens erosius.

En aquest capítol ens plantegem concretament les qüestions següents: Existeix un banc de llavors als badlands? Quines són les espècies que el constitueixen? Fins a quin punt la composició del banc de llavors reflecteix la composició de la vegetació que colonitza els badlands?

6.2 METODOLOGIA

Per al mostratge del banc de llavors del sòl se seleccionaren dos microconques contigües, a l'àrea de badlands argilosos de Cal Carot (Vallcebre), molt a prop de les parcel·les on es realitzen seguiments diversos (establiment de plàntules, fenologia de les espècies, etc.). L'orientació general

de les dues conques és NNW, i els pendents són força alts, amb valors que arriben als 35-40°. La vegetació que s'hi desenvolupa correspon al grup VII descrit al capítol 4, que és la que típicament es troba als vessants obacs més erosionats; a la taula 6.1 s'adjunta la llista d'espècies presents a cadascuna de les conques prospectades.

Espècies	Badland 1	Badland 2
<i>Genista scorpius</i>	1	1
<i>Avenula iberica</i>	1	1
<i>Ptychotis saxifraga</i>	1	1
<i>Laserpitium gallicum</i>	1	1
<i>Campanula speciosa</i>	1	1
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	1	0
<i>Linum salsoloides</i>	1	0
<i>Tussilago farfara</i>	1	1
<i>Sanguisorba minor</i>	1	0
<i>Hieracium sp</i>	1	0
<i>Lavandula pyrenaica</i>	1	1
<i>Teucrium aureum</i>	1	0
<i>Thymelaea nivalis</i>	1	0
<i>Carex humilis</i>	1	0
<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	0
<i>Picris hieracioides</i>	1	0
<i>Pinus sylvestris</i>	1	0
<i>Helianthemum italicum</i>	1	0
<i>Cruciata glabra</i>	1	1
<i>Koeleria vallesiana</i>	1	1
<i>Asperula cynanchica</i>	1	0
<i>Plantago serpentina</i>	0	1
<i>Sesleria caerulea</i>	0	1
<i>Globularia cordifolia</i>	0	1
<i>Pastinaca sativa</i>	0	1
<i>Potentilla neumaniiana</i>	0	1
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	0	1
<i>Carlina corymbosa</i>	0	1

Taula 6.1 Espècies presents als dos badlands en que s'ha mostregat el banc de llavors. 1, present; 0, absent.

A cada badland es delimitaren 3 transectes perpendiculars a la línia de màxim pendent, localitzats a la part superior, intermitja i inferior de la conca. Cada transecte travessa el badland des d'un dels interfluvis que el delimita fins a l'altre, de manera que la seva longitud és variable segons l'amplada del badland en cada zona.

Les mostres es van prendre amb una sonda cilíndrica metàl·lica de 5 cm de diàmetre i 10 cm de profunditat. Al llarg de cada transecte es va extreure una mostra cada 50 cm, fins a cobrir tota la seva longitud. El mínim de mostres per transecte va ser de 14 i el màxim de 23. En total es van extreure 48 mostres en una de les conques i 57 mostres a l'altra, valors que entren dins del nombre de mostres recomanat per diversos autors (Gross, 1990; Hutchings & Russell, 1989; Thompson, 1986).

Les mostres s'assecaren a temperatura ambient al laboratori i es guardaren fins al moment de processar-les.

El mostreig es realitzà un sol cop a finals d'octubre del 1991. En principi ens interessava la quantificació del banc de llavors del sòl, sota la incertesa de si realment existia o no, més que no pas la seva dinàmica anual; per això es realitzà el mostreig a la tardor. En primer lloc per què en aquesta estació ja s'ha produït la pluja de llavors de la major part de les espècies; en segon lloc perquè ja han tingut lloc les pluges torrencials de finals d'estiu i tardor. Així, doncs, podem quantificar les llavors que presumiblement poden germinar a la primavera següent.

Dels diferents mètodes per a la valoració del banc de llavors es va escollir el de separació sota la lupa binocular, que és el que més s'adequava a les nostres disponibilitats de temps i d'espai. Segons Hutchings (op. cit.), aquest mètode és més fidedigne que el de valoració de les llavors a partir de la germinació en condicions controlades, perquè no depèn de l'estat de les llavors ni dels seus requeriments germinatius. Presenta l'inconvenient de que només detecta la quantitat de llavors en el sòl, però no la seva viabilitat. En el nostre cas no ha estat possible determinar la viabilitat de les llavors detectades, i per tant s'ha de tenir en compte en la interpretació dels resultats, que el nombre de llavors comptabilitzades segurament és més alt que la quantitat de llavors que realment poden arribar a germinar.

Les mostres es passaven a través d'una bateria de tamissos d'1, 0.5 i 0.2 mm de llum, i es netejaven amb aigua sota l'aixeta. El contingut dels tamissos es deixava assecar i després es procedia a l'observació i separació de les llavors sota la lupa binocular de 40 augments.

Per a la identificació de les espècies es disposava d'una col·lecció de llavors elaborada per nosaltres mateixos a partir d'exemplars de la pròpia zona de treball. També s'han consultat els herbaris i les col·leccions de llavors de la Facultat de Biologia i de l'Institut Botànic de Barcelona. Tot i això, no sempre ha estat possible la identificació de les llavors fins a nivell d'espècie, sinó que en algun cas

només s'ha pogut determinar el gènere o la família. Les llavors que no s'han pogut associar a cap tàxon s'han sumariat com a indeterminades.

6.3 RESULTATS

A la taula 6.2 es recullen els valors mitjans del nombre de llavors per unitat de superfície per cada transecte de cadascun dels dos badlands prospectats. La densitat mitjana de llavors al sòl per al conjunt de les mostres és de 1403.8 llavors.m⁻². Els valors al badland 2 són més baixos que al badland 1, per tots tres transectes, però en ambdues conques el patró de distribució segons la posició topogràfica és el mateix. A la zona intermitja del vessant és on s'ha detectat una densitat de llavors més gran, però les diferències no són estadísticament significatives.

	Badland 1	Badland 2	Mitjana
Z. superior	1783.0 ± 341.3	836.5 ± 121.8	1309.7 ± 334.6
Z. intermitja	2387.7 ± 597.1	1426.4 ± 427.4	1907.0 ± 339.9
Z. inferior	1103.4 ± 410.6	885.9 ± 208.4	994.7 ± 76.9
Mitjana total	1758.0 ± 302.9	1049.6 ± 154.3	1403.8 ± 250.5

Taula 6.2 Densitat mitjana de llavors (nombre de llavors per m⁻² ± error standard), en mostres de 10 cm de profunditat, per cadascun dels transectes realitzats en les diferents posicions topogràfiques a cadascun dels badlands prospectats.

La distribució de les llavors en el sòl no és gens uniforme, fins i tot dins d'una mateixa posició topogràfica. A la figura 6.1 s'ha representat el percentatge de mostres que contenen un determinat nombre de llavors respecte al total de mostres extretes. S'observa que hi ha una part considerable de mostres que no tenen cap llavor, gairebé un 30 %. De la resta de mostres, tot i que les més abundants són clarament les que només en tenen 1 o 2, s'ha constatat una gran variabilitat en el nombre de llavors per mostra. La màxima quantitat de granes per mostra és de 12.

La composició florística del banc de llavors a les dues zones prospectades es recull a la taula 6.3, per una banda com a percentatge de llavors d'un tàxon determinat respecte al total de llavors, i per l'altra com a tant per cent de mostres en que s'ha trobat un tàxon en concret referit al total de mostres de cada badland. No s'inclouen a la taula les llavors que no s'ha pogut identificar, les quals representen un 9.5 % al badland 1 i un 10.2 % al badland 2.

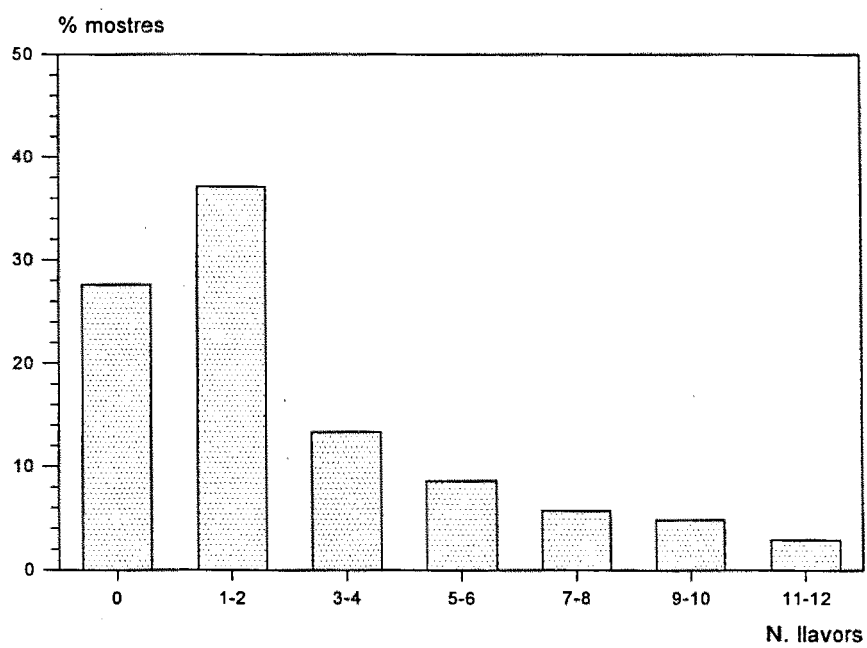


Figura 6.1 Percentatge de mostres amb un nombre determinat de llavors respecte al nombre de mostres total.

La diversitat florística del banc de llavors als dos badlands és alta: 34 i 29 tàxons en cada cas. Una de les espècies més abundants al banc de llavors del sòl és *Ptychotis saxifraga*, que representa un 15 i un 29 % de les llavors totals a la conca 1 i a la conca 2 respectivament. Una altra planta força freqüent és *Thymus vulgaris* (12 i 28 % de les llavors). La resta de tàxons tenen una distribució variable segons la conca que es consideri, i presenten tots percentatges inferiors al 10 %.

	Badland 1		Badland 2	
	% LL	% Fr	% Ll	% Fr
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	1.2	4.2	3.4	7.0
Asteràcies	2.4	8.4	1.7	3.5
<i>Avenula iberica</i>	0.6	2.1	-	-
<i>Campanula speciosa</i>	3.1	8.3	5.9	10.5
Cariofil·làcies	9.2	12.5	1.7	3.5
<i>cf Leontodon</i>	-	-	0.8	1.8
Fabàcies	0.6	2.1	-	-
<i>Genista scorpius</i>	-	-	0.8	1.8
<i>Globularia cordifolia</i>	-	-	1.7	1.8
<i>Hieracium sp</i>	1.2	2.1	0.8	1.8
<i>Jasonia tuberosa</i>	0.6	2.1	-	-
<i>Laserpitium gallicum</i>	3.7	10.4	5.0	8.8
<i>Odontites sp</i>	-	-	0.8	1.8
<i>Onobrychis supina</i>	0.6	2.1	-	-
<i>Pastinaca sativa</i>	-	-	5.0	8.8
<i>Plantago serpentina</i>	-	-	6.7	12.3
Poàcies	2.5	4.2	-	-
<i>Potentilla sp</i>	-	-	0.8	1.8
<i>Ptychotis saxifraga</i>	15.3	18.8	28.6	26.3
Quenopodiàcies	1.2	4.2	-	-
<i>Rumex sp</i>	4.9	8.3	-	-
<i>Sanguisorba minor</i>	1.8	4.2	-	-
<i>Sedum sediforme</i>	-	-	0.8	1.8
<i>Sesleria caerulea</i>	0.6	2.1	3.4	5.3
<i>Silene sp</i>	6.7	14.6	3.4	5.3
<i>Taraxacum officinale</i>	2.5	8.3	-	-
<i>Teucrium aureum</i>	1.8	6.3	1.7	3.5
<i>Thymelaea nivalis</i>	1.8	6.3	0.8	1.8
<i>Thymus vulgaris</i>	27.6	37.5	11.8	10.5
<i>Tussilago farfara</i>	0.6	2.1	4.2	3.5

Taula 6.3 Composició específica del banc de llavors del sòl: percentatge de llavors d'un tàxon determinat respecte al nombre total de llavors (% LL) i percentatge de freqüència (% Fr), és a dir, nombre de mostres en que s'ha trobat un tàxon respecte al total de mostres extretes en cada conca.

S'observa que hi ha una bona coincidència entre les espècies del banc de llavors de cada badland i la respectiva vegetació. Així per exemple, *Plantago serpentina*, *Potentilla neumaniana*, *Globularia cordifolia* i *Genista scorpius* només presenten llavors a les mostres de la segona conca, que és precisament on s'havien observat com a components de la vegetació.

La distribució de les llavors sol ser bastant contagiosa, de manera que cada tàxon apareix a poques mostres (per tant amb percentatges de freqüència força baixos) i generalment localitzades en un mateix indret (en un mateix transecte, o només en una de les conques).

La majoria de les espècies que constitueixen el banc de llavors són també de les que són més freqüents en aquestes àrees degradades. A la taula 6.4 s'indica quines de les plantes que s'han trobat més freqüentment als badlands (en funció de la seva freqüència als inventaris que s'hi han realitzat, vegeu capítol 4) formen part del banc de llavors o no. D'un total de 31 tàxons, només 6 són abundants als terrers i en canvi no són presents al banc de llavors: *Pinus sylvestris*, *Linum salsoloides*, *Koeleria vallesiana*, *Knautia dipsacifolia*, *Centaurea scabiosa* i *Convolvulus arvensis*.

Per altra banda, hi ha un petit nombre de tàxons, algun dels quals no s'ha pogut identificar més que a nivell de família, que s'han detectat al banc de llavors del sòl i que en canvi no corresponen a cap de les plantes que es coneix que es fan als badlands. Per exemple, s'ha constatat amb una freqüència considerable la presència de llavors d'alguna espècie de *Silene*, sense que s'hagi pogut relacionar amb cap de les plantes que es fan als badlands, ni tan sols amb cap de les que constitueixen les pastures contigües.

6.4 DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

L'anàlisi del banc de llavors als badlands de Vallcebre ha posat de manifest l'existència d'una reserva de granes en aquests ambients, de l'ordre de 1400 llavors.m⁻². Aquesta quantitat és quasi 6 vegades més gran que la que s'ha detectat als badlands del País Valencià (Garcia-Fayos & Recatala, 1992); s'ha de tenir en compte, però, que en aquest treball només es mostrejaven els 5 cm superiors de sòl, la meitat de la profunditat analitzada en el nostre cas. Els valors de densitat que hem constatat són força més baixos que els d'altres ambients comparables pel que fa al baix recobriment vegetal, com per exemple a les dunes de la platja (Symonides, 1978), amb valors entre 2000 i 3000 llavors.m⁻². Són en canvi més alts que als prats efimers del desert (Kemp, 1989), amb mitjanes de 400 llavors.m⁻², però amb oscil·lacions anuals des de 124 a 39000 llavors.m⁻².

Cal tenir present que no coneixem la viabilitat d'aquestes granes, i que per tant, probablement hem sobrestimat el valor real del banc de llavors. El seguiment de l'establiment de plàntules que es produeix al llarg de l'any en aquests badlands, la qual serà analitzada en el capítol següent, ens donarà una idea de la veritable contribució del banc de llavors a la colonització d'aquestes àrees.

Espècies dels badlands	Banc de llavors
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	1
<i>Avenula iberica</i>	1
<i>Campanula speciosa</i>	1
<i>Centaurea scabiosa</i>	1
<i>Convolvulus arvensis</i>	0
<i>Genista scorpius</i>	0
<i>Globularia cordifolia</i>	0
<i>Hieracium sp</i>	1
<i>Jasonia tuberosa</i>	0
<i>Knautia dipsacifolia</i>	0
<i>Koeleria vallesiana</i>	1
<i>Laserpitium gallicum</i>	1
<i>Lavandula angustifolia</i>	0
<i>Leontodon sp</i>	1
<i>Linum salsoloides</i>	1
<i>Odontites sp</i>	1
<i>Onobrychis supina</i>	1
<i>Pastinaca sativa</i>	1
<i>Pinus sylvestris</i>	1
<i>Plantago serpentina</i>	1
<i>Ptychotis saxifraga</i>	1
<i>Rumex sp</i>	1
<i>Sanguisorba minor</i>	1
<i>Sanguisorba minor</i>	1
<i>Sedum sediforme</i>	1
<i>Sesleria caerulea</i>	1
<i>Taraxacum officinale</i>	1
<i>Teucrium aureum</i>	1
<i>Thymelaea nivalis</i>	1
<i>Thymus vulgaris</i>	1
<i>Tussilago farfara</i>	1

Taula 6.4 Llista de les espècies més freqüents als badlands (en base als inventaris del capítol 4), amb indicació de la seva presència (1) o absència (0) al banc de llavors del sòl.

La gran variabilitat detectada en la distribució de les llavors en el sòl, constatada també en molts altres estudis del banc de llavors (Barralis et al., 1986), no ens ha permès analitzar l'efecte de la topografia en la redistribució de les llavors en el sòl. En els dos badlands prospectats s'observa el mateix patró de distribució de les llavors segons la posició topogràfica, però les diferències no són significatives precisament per aquesta gran variabilitat espacial.

Les espècies que més contribueixen al banc de llavors del sòl dels terrers són també les més abundants en aquests indrets. L'aport de llavors d'altres comunitats properes (principalment pastures vivaces), si és que existeix, no té cap valor efectiu, perquè a la tardor ja han desaparegut. Això podria ser atribuïble a una poca capacitat de dispersió de les granes a distància per part de les espècies de fora dels badlands, fenomen que s'ha constatat a molts tipus de plantes (Weller, 1989; Peart, 1989), però com a mínim les plantes dels prats superiors dels badlands estan prou properes com perquè puguin aportar les seves llavors. Si tenim en compte que moltes de les espècies dels prats dispersen les llavors a l'agost (vegeu el capítol 5), no és d'estranyar que encara que les seves granes siguin transportades fins als badlands, la majoria es perdin vessant avall amb les pluges torrencials de finals d'estiu. Per altra banda, moltes de les granes de les plantes dels badlands solen tenir algun tipus d'apèndix a les diàspores (vegeu també el capítol 5), la qual cosa podria contribuir a evitar el seu arrossegament per l'escolament superficial.

La concomitància entre la vegetació de cada conca i el banc de llavors pertinent posa de manifest la forta dependència entre un i altre. Aquesta mateixa relació s'ha observat en altres estudis, generalment d'ambients afectats per algun tipus de pertorbació (Marlette & Anderson, 1986; Hutchings & Russell, 1989; Henderson et al., 1988). Segons Fenner (1985), això és degut a que aquests sistemes es mantenen sempre en un estadi inicial de desenvolupament, sense que hi hagi un reemplaçament d'espècies cap a fases més evolucionades, i per tant, no es crea una divergència entre la composició del banc de llavors del sòl, que s'hauria anat enriquint al llarg de la successió, i la composició de la vegetació final.

Cal remarcar, per altra banda, la baixa contribució o total absència de llavors d'algunes espècies que es troben freqüentment als badlands, com per exemple *Pinus sylvestris*, *Centaurea scabiosa*, *Linum salsoloides*, *Genista scorpius*, etc. Les causes poden ser diverses segons l'espècie que considerem. En alguns casos són espècies que formen poques llavors de manera natural. A més en els badlands s'ha constatat que algunes espècies (com per exemple *Pinus sylvestris*, *Genista scorpius*, *Thymelaea nivalis*, etc.), presenten mala vitalitat, la qual cosa comporta una producció de flors i fruits més baixa. Però això no és cert per altres plantes, en les quals s'ha observat una producció aparentment normal de fruits. Aquest mateix fenomen s'ha observat amb *Carex flacca* a les pastures d'Anglaterra; aquesta és una planta que se sap que produeix força llavors i en canvi no s'ha detectat la seva presència en el banc de llavors del sòl (Thompson & Grime, 1979). Aquests autors atribueixen aquest fenomen a la depredació de les llavors per rossegadors. En el nostre cas,

probablement les pèrdues causades per l'acció dels processos erosius, hi juguen un paper important. Tampoc s'ha de descartar, però que es tracti de plantes que mantinguin una fracció més o menys important de les granes produïdes sobre la mateixa planta, de manera que poden conservar-se fins a l'estació favorable següent en aquesta situació. L'existència d'aquest fenomen s'ha constatat en algunes espècies (Vogl, 1973), però encara no es coneix la veritable importància que pot tenir en la capacitat de persistència d'una planta ja instaurada en un determinat indret.

La concordància entre vegetació local i banc de llavors per una banda, i les taxes erosives característiques dels badlands per altra, fan pensar que es tracta d'un banc de llavors transient del tipus II descrit per Thompson & Grime (op. cit.). Són llavors que són dispersades principalment a finals d'estiu o a la tardor i que no germinen fins a la primavera següent perquè el fred ho impedeix.

Per concloure aquest capítol voldríem remarcar que, malgrat les fortes taxes d'erosió que es donen als badlands, es pot arribar a acumular un cert nombre de llavors en el sòl. Ara caldria esbrinar si la baixa colonització que es produeix d'aquestes àrees és deguda a altres factors, com per exemple la incapacitat de germinar de les granes en aquestes condicions físiques, una elevada mortalitat de les plàntules, etc.

7 L'ESTABLIMENT DE PLÀNTULES ALS BADLANDS

7.1 INTRODUCCIÓ

La importància de les pertorbacions com a font de variació espacial i temporal de les comunitats vegetals ha estat àmpliament reconeguda en la teoria ecològica (Margalef, 1974; Grubb, 1977). Sigui quin sigui el seu origen, una pertorbació modifica les condicions ambientals de tal manera que s'obre la possibilitat de nova colonització per altres espècies, o bé de reorganització de la distribució de l'espai entre les ja existents.

L'efecte dels fenòmens erosius sobre un ecosistema establert poden ser diversos, en funció de la seva freqüència i intensitat, així com també de la resiliència de l'ecosistema en front d'aquesta pertorbació. Als badlands del Berguedà es coneixen les taxes d'erosió que s'hi produeixen i la dinàmica d'aquests processos al llarg de l'any (Clotet, 1988; Balasch, 1986), però falta conèixer els mecanismes concrets que determinen la seva baixa cobertura vegetal.

Els primers estadis del cicle biològic de les espècies solen ser els més decisoris en l'èxit de la colonització d'un nou ambient. En el capítol anterior hem analitzat si una de les causes de la baixa colonització dels badlands era la manca de llavors. Un cop detectada l'existència d'un banc de llavors al sòl, encara que sigui de caràcter transient, ens plantejem la qüestió següent: quin paper real representa aquest volum de llavors en la dinàmica de la vegetació d'aquestes àrees degradades? És a dir, volem saber si aquestes llavors arriben a germinar i, si és que ho fan, quina és la mortalitat de les plàntules i quina relació té amb la dinàmica dels processos erosius.

7.2 METODOLOGIA

El seguiment de la germinació que es produeix als badlands es va realitzar en dues parcel·les localitzades dins d'un mateix badland a la zona de Vallcebre. El vessant en que s'han ubicat les parcel·les està orientat al Nord i té uns pendents força elevats, que en algunes zones arriben a 40°.

Per tal de detectar algun possible efecte de la topografia, es va instal·lar una de les parcel·les a la part superior del badland, just a tocar del prat, formant una banda entre els dos interfluvis laterals, i l'altra tot al llarg del vessant, de manera que eren aproximadament perpendiculars entre elles. En cada cas es va establir un transecte permanent, de 50 cm d'amplada, amb 4 estagues fixades als extrems. Per a facilitar el comptatge i el reconeixement de les plàntules en cada transecte es delimitaren amb fil plastificat dues files paralel·les de quadrats de 25 cm de costat. El nombre de quadrats totals de la parcel·la de la zona superior fou de 40 i el de la parcel·la del vessant fou de 50.

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 al terra. En les posteriors visites a les parcel·les es marcaven les plàntules aparegudes de nou i s'enregistrava i enretirava la marca de les que havien mort. Els mesos d'agost i setembre del 1991, en base al baix reclutament 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 tampoc 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, amb un sentit pràctic es considera 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 realitzat, s'ha comptabilitzat com a plàntula qualsevol individu no observat anteriorment al mateix quadrat, sempre i quan 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 estriba en les plàntules detectades en el primer mostreig, ja que no coneixem 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 factor d'indeterminació en la interpretació dels resultats.

En l'elaboració de les dades s'ha hagut de limitar l'anàlisi al conjunt de plàntules enregistrades, sense poder tractar les espècies per separat, ja que només en alguns casos el nombre d'individus d'un determinat tàxon era suficient com per a considerar-lo representatiu.

7.3 RESULTATS

A la taula 7.1 es recull la densitat de plàntules per a les 2 parcel·les prospectades. S'observa que a la part superior del badland la germinació és de l'ordre de dues vegades l'observada al vessant (diferència significativa amb una probabilitat del 0.02).

S'ha calculat per a cadascun dels tàxons observats el percentatge de plàntules respecte al total reclutat en tot el període d'estudi (taula 7.2). 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).

L'espècie de la qual s'han observat més plàntules és, amb diferència, *Pythotis saxifraga*.

Segueixen, amb freqüències aproximadament de la meitat d'aquesta, *Helianthemum oelandicum ssp. italicum* al transecte de la part superior del vessant i *Laserpitium gallicum* al del vessant. El gènere *Sonchus* constitueix també un volum important de l'emergència detectada a totes dues parcel·les, sobretot el primer any; la resta de tàxons no presenten en cap cas freqüències superiors al 10 %.

Densitat	Plàntules.m ⁻²
Z. Superior	48.86 ± 8.60
Vessant	24.73 ± 3.80

Taula 7.1 Densitat mitjana de plàntules (± error estàndart) al transecte de la zona superior del badland i al situat al llarg del vessant. La diferència entre elles és significativa estadísticament ($p < 0.02$).

Tot i que la densitat total de la parcel·la del vessant és molt més baixa que a la part superior del badland, la diversitat florística hi és més alta. En el primer cas s'han enregistrat un total de 22 tàxons diferents, només 5 d'ells amb una freqüència més gran del 5 %. A la zona superior, en canvi, s'han comptabilitzat només 15 tàxons diferents, la meitat d'ells amb percentatges superiors al 5 %.

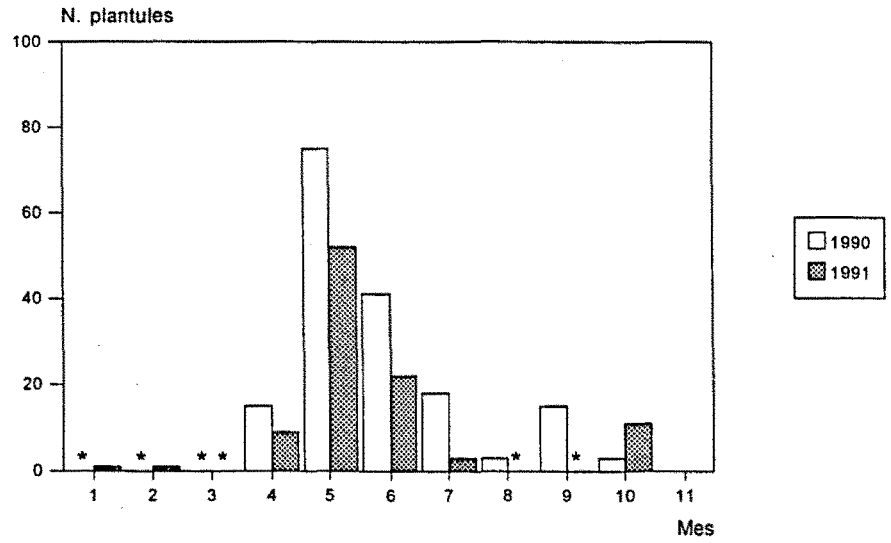
El nombre de plàntules reclutades a cada mostreig mensual durant tot el període d'estudi s'ha representat a la figura 7.1. La germinació es produeix sobretot del maig al juliol, amb certes diferències segons la posició topogràfica que considerem. A la part superior del badlands presenta un màxim clar de germinació el mes de maig, i després disminueix progressivament fins a l'agost. A la resta de mesos de l'any es donen germinacions només esporàdicament. Al transecte del vessant el nombre de plàntules aparegudes per mostreig augmenta des de l'abril fins al juny, que és quan s'assoleix el màxim volum de germinació. Al juliol encara es produeix una quantitat d'emergències important, però a la resta de mesos de l'estiu i a la tardor és força baixa. Cal aclarir 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. Per tant, les diferències constatades entre un any i l'altre pel que fa a l'octubre són molt probablement només degudes al mostreig. La diferència més remarcable entre els dos anys de mostreig es manifesta el mes de juliol, per l'aparició d'un nombre més baix de plàntules el segon any al transecte del vessant, de l'ordre de 4 vegades més petita que la que es va donar durant el primer.

El comportament diferencial respecte a la distribució del reclutament a les dues posicions topogràfiques considerades s'explica en part per la composició específica de cada parcel·la. A la figura 7.2 s'ha representat el número de plàntules aparegudes de nou en cada mostreig de les espècies més abundants. A la zona superior del badland, *Helianthemum oelandicum spp. italicum*,

	Z.S.	V.
<i>Avenula 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 sp</i>	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>Poàcia</i>	1.9	0.4
<i>Ptychotis saxifraga</i>	24.4	34.1
<i>Rosa sp</i>	1.1	0.2
<i>Sanguisorba minor</i>	0.4	0.4
<i>Sesleria coerulea</i>	-	0.2
<i>Sonchus sp</i>	15.2	10.6
<i>Tussilago farfara</i>	-	0.4

Taula 7.2 Percentatge de plàntules que s'han pogut identificar fins a nivell de família com a mínim. Els valors estan referits al total de plàntules emergides en tot el període d'estudi. Z.S., zona superior; V., vessant.

Z. superior



Vessant

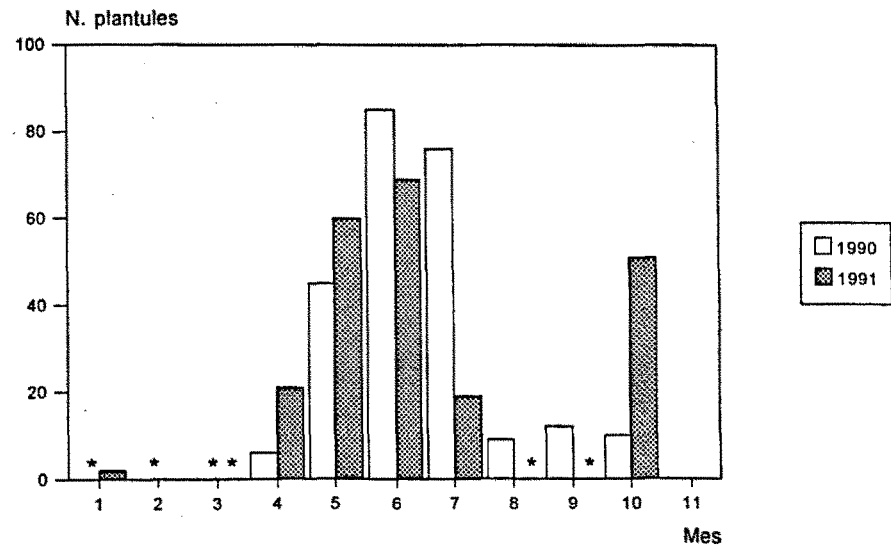
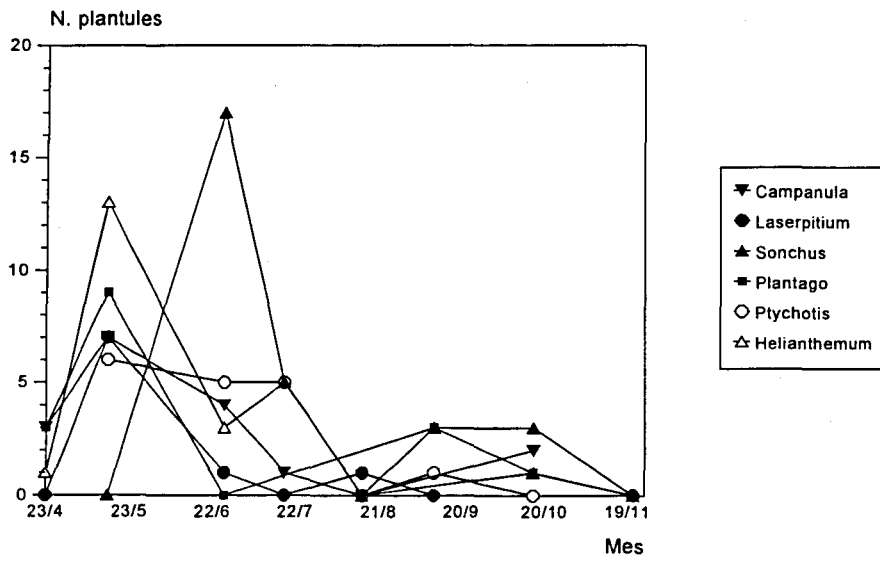


Figura 7.1 Nombre total de plàntules reclutades en cada mostreig mensual durant tot el període d'estudi. S'indiquen amb un asterisc els mesos dels quals no es disposa de dades, per tal de distingir-los dels que tenen un valor igual a 0.

Z. superior



Vessant

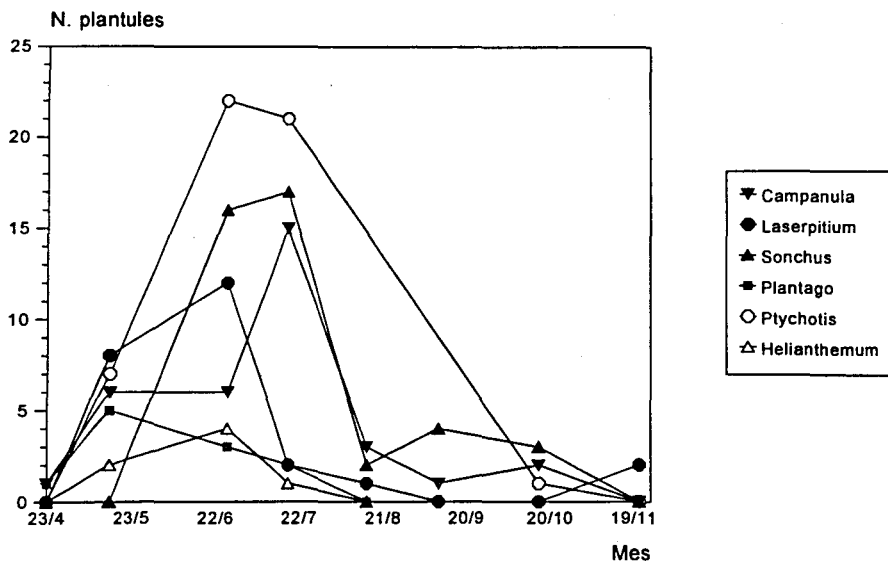


Figura 7.2 Nombre de plàntules reclutades a cada mostreig, entre l'abril i el novembre de 1990, els tàxons més abundants a les dues parcel·les.

la segona planta per ordre de freqüències decreixent, presenta el màxim de germinació al maig, i l'únic tàxon que germina majoritàriament al juny és *Sonchus*. Al transecte del vessant, en canvi, les plantes més abundants germinen entre el juny i el juliol (*Ptychotis saxifraga*, *Sonchus*, *Laserpitium gallicum*, *Campanula speciosa*, etc.).

Per altra banda, les mateixes espècies que al vessant han germinat majoritàriament entre el juny i el juliol, a la part superior del badland ho han fet entre el maig i el juny. El nombre d'individus en aquest segon cas, però, és massa baix per a poder treure conclusions d'aquestes diferències de comportament.

Pel que fa a la mortalitat (figura 7.3), s'observa que no hi ha cap màxim ben marcat, sinó que les plàntules es moren al llarg de tot l'any. 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.

Si s'analitza l'evolució del número de plàntules de cada cohort en el temps (figura 7.4) s'observa que es produeix mortalitat desde l'inici de l'emergència, amb corbes contínuament decreixents. En cap cas es produeix la mortalitat de tots els individus d'una cohort, ni tan sols a les menys nombroses.

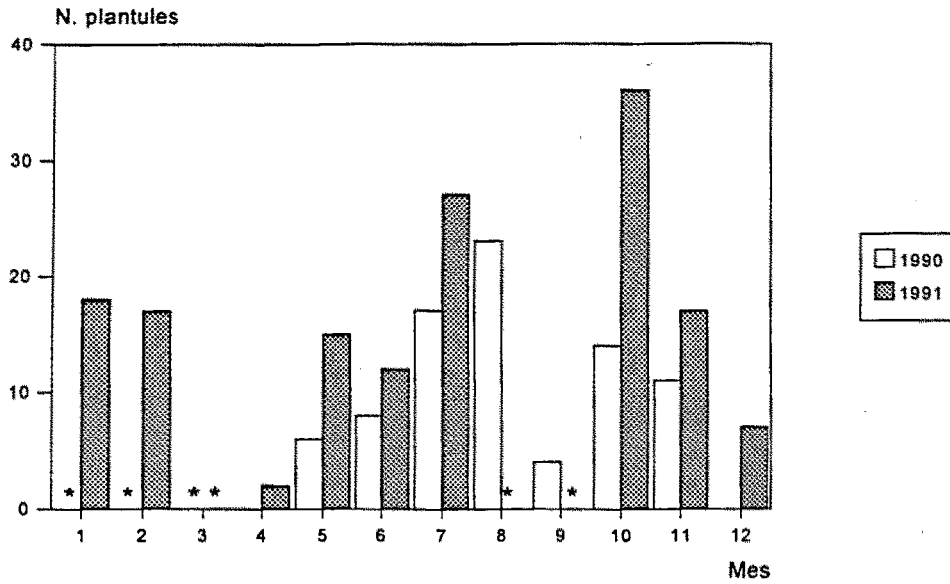
El percentatge de supervivència de les plàntules reclutades des de l'abril del 1990 a l'acabar l'any és relativament baix, de l'ordre del 50 %, i aproximadament igual a tots dos transectes (taula 7.3). El desembre següent, aquest valor s'ha reduït molt més, sobretot al transecte del vessant, on només queden un 16.5 % de les plàntules 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 transecte de la part superior que a la del vessant (29.3 i 46.4 % respectivament).

	Z. superior	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

Taula 7.3 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.

El nombre de reclutaments totals per a les espècies més freqüents als 2 transectes es recullen a les taules 7.4 i 7.5. La natalitat l'any 1991 és més baixa que al 1990 a totes les espècies, excepte a

Z. superior



Vessant

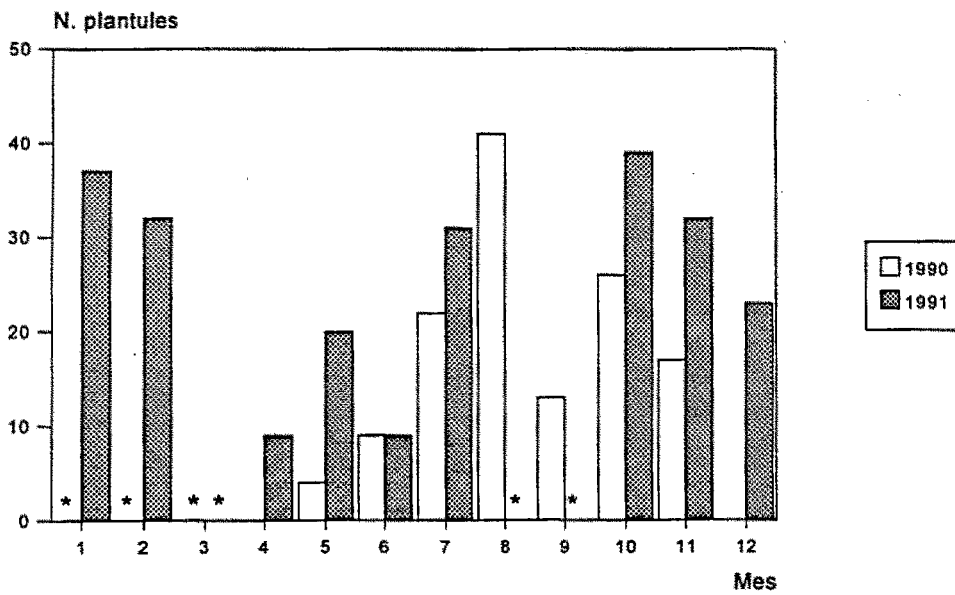
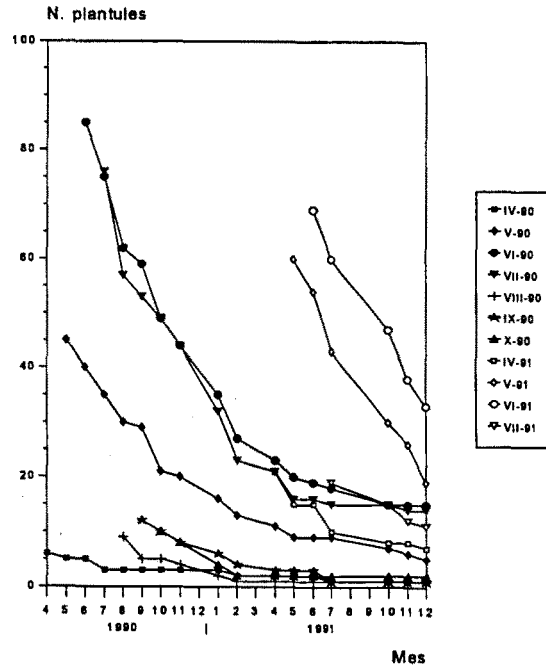


Figura 7.3 Nombre de plàntules mortes entre cada mostreig, durant tot el període d'estudi. S'indiquen amb un asterisc els mesos dels quals no es disposa de dades, per tal de distingir-los dels que tenen un valor igual a 0.

Z. superior



Vessant

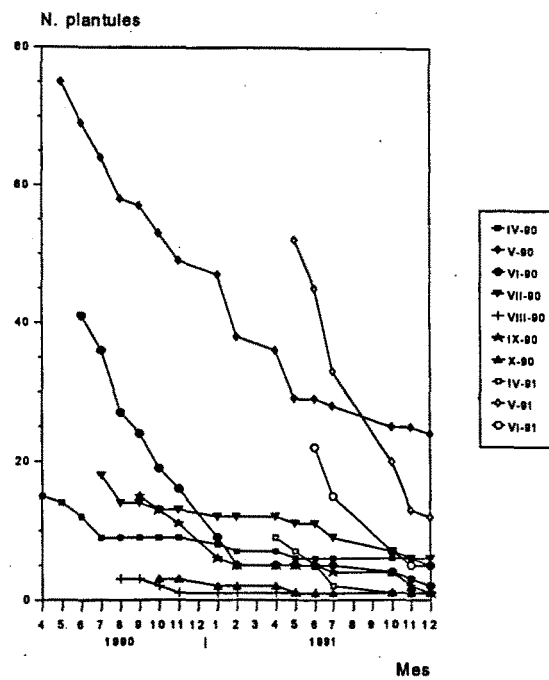


Figura 7.4 Evolució del nombre total de plàntules per cada cohort entre l'abril de 1990 i el desembre de 1991.

Ptychotis saxifraga, que és fins i tot més alta el segon any. Curiosament, l'altra espècie de les Apiàcies, *Laserpitium gallicum*, també va presentar més germinacions el segon any, però només al transecte del vessant. En les dues últimes columnes d'aquestes mateixes taules (7.4 i 7.5), també hi figuren els percentatges de supervivència de les plàntules dels 2 anys. De les plàntules emergides al 1990, tots els tàxons excepte *Laserpitium gallicum*, sobreviuen amb probabilitats relativament altes fins al desembre del mateix any. Ara bé, aquestes probabilitats disminueixen dràsticament un any més tard. En el cas de *Laserpitium*, concretament, no sobreviu cap individu a la zona superior, i només un 2 % al vessant. Si es compara un mateix tàxon per les dues posicions topogràfiques s'observa un comportament força similar en ambdós casos.

Z. superior	R 1990	R 1991	S 1990		S 1991
			1990	1991	
<i>Avenula iberica</i>	9	0	44.4	33.3	-
<i>Campanula speciosa</i>	15	3	60.0	20.0	-
<i>Genista scorpius</i>	1	5	-	-	-
<i>Helianthemum italicum</i>	23	12	91.3	52.2	16.7
<i>Laserpitium gallicum</i>	9	5	11.1	0.0	-
<i>Onobrychis supina</i>	-	-	-	-	-
<i>Plantago serpentina</i>	16	6	93.8	37.5	-
<i>Ptychotis saxifraga</i>	17	48	58.8	23.5	27.1
<i>Sonchus sp</i>	29	12	65.5	3.5	25.0

Taula 7.4 Número inicial de plàntules (R) i percentatge de supervivència (S) de les plàntules més abundants al transecte de la part superior del badland per als dos anys de l'estudi. La supervivència de les plàntules reclutades el 1990 s'ha calculat per al final del mateix any i per a l'any següent. Per aquells valors inicials inferiors a 8 individus no s'ha calculat el percentatge de supervivència (valors no representatius).

La comparació de la supervivència entre els reclutaments dels dos anys per a un període de temps equivalent (és a dir, la tercera i cinquena columna de les taules 7.4 i 7.5), 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 considerar una mostra significativa de la població. Per als 4 tàxons que hem pogut analitzar es constata un percentatge de supervivència més baix el 1991 que el 1990.

Vessant	R 1990	R 1991	S 1990		S 1991
			1990	1991	
<i>Avenula iberica</i>	12	7	75.0	33.3	-
<i>Campanula speciosa</i>	34	7	40.6	17.6	-
<i>Genista scorpius</i>	9	3	55.5	22.2	-
<i>Helianthemum italicum</i>	7	5	-	-	-
<i>Laserpitium gallicum</i>	24	39	8.3	2.4	-
<i>Onobrychis supina</i>	9	5	55.6	11.1	-
<i>Plantago serpentina</i>	11	13	81.8	27.3	46.2
<i>Ptychotis saxifraga</i>	51	107	76.5	25.5	64.5
<i>cf Sonchus</i>	42	7	45.2	0	-

Taula 7.5 Número inicial de plàntules (R) i percentatge de supervivència (S) de les plàntules més abundants al transecte del vessant per als dos anys de l'estudi. La supervivència de les plàntules reclutades el 1990 s'ha calculat per al final del mateix any i per a l'any següent. Per aquells valors inicials inferiors a 8 individus no s'ha calculat el percentatge de supervivència (valors no representatius).

7.4 DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

EL nombre de plàntules per unitat de superfície als badlands és relativament baix, amb 36.8 individus.m⁻² de mitjana. Si ho referim a la reserva de llavors detectada en aquestes àrees (1403.8 llavors.m⁻²), representa un volum molt baix de germinació. Ni que entre l'abril i el juliol, període de màxima emergència, haguessin aparegut cada mes una mitjana de plàntules equivalent a la densitat mitjana observada, (valor molt superior al real), només representarien un 10 % de les granes del banc. En comparació amb les densitats de germinació observades en altres ambients amb baixa cobertura vegetal, com per exemple a les dunes (Symonides, 1977), les nostres dades són de l'ordre de 100 vegades més baixes.

La distribució de les plàntules es relaciona amb la posició topogràfica al badland, de manera que a la part superior n'hi ha gairebé el doble que al vessant. En el capítol anterior hem vist que la reserva de llavors del sòl no era especialment més alta a la part de dalt del vessant que a la resta, per tant, aquesta densitat més gran es pot atribuir a unes condicions més favorables per a la germinació. 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 badland normalment hi ha un sòl més ben desenvolupat i el recobriment vegetal és més alt que al vessant, de manera que les condicions microambientals hi són probablement més favorables per a la germinació.

L'espècie de la qual s'ha observat un volum de germinació més alt és, amb diferència, *Ptychotis saxifraga*. És pràcticament l'única planta de cicle curt que es fa en aquests ambients. Al banc de llavors és també la més abundant. De fet és una de les poques plantes que, segons la teoria de Grime (1979), respon a l'estratègia regenerativa més eficaç en ambients pertorbats, la qual consisteix en produir una gran quantitat de llavors que germinin fàcilment.

La resta d'espècies dominants són bàsicament perennes, com per exemple *Helianthemum oelandicum ssp. italicum*, *Plantago serpentina*, *Campanula speciosa*, etc. Martinsen et al. (1990), destaquen el protagonisme d'aquest tipus de plantes, les dicotiledònies perennes, en front de les gramínies en ambients pertorbats freqüentment i amb intensitat. També Grubb (1987) reconeix 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 són les més efectives quan els sòls són més rics en nutrients.

El màxim de natalitats es produeix entre el maig i el juliol, que és també el període de màxima activitat per la majoria d'espècies dels badlands (vegeu el capítol 8). El reclutament a la tardor no és gaire important, com és d'esperar en un clima amb hiverns bastant rigorosos. També podria ser degut, però, a l'eliminació de les exigües reserves de llavors del sòl per les pluges torrencials que es donen a finals d'estiu. Malhauradament no coneixem la fenologia de la germinació de les mateixes espècies en ambients no afectats per aquesta pertorbació.

No hi ha una segregació temporal àmplia dels períodes de germinació entre els diferents tàxons enregistrats. La duresa de les condicions ambientals que es donen als badlands condiciona la centralització de la germinació en l'únic període de l'any que es reuneixen les condicions adequades de temperatura i humitat que requereix aquest procés. L'espai, en aquest cas, no és el 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. Al contrari del que passa quan el recobriment vegetal és molt dens, en ambients més oberts la concentració del període d'emergència en un mateix lapse de temps pot resultar fins i tot avantatjosa (Symonides, 1977), per les modificacions microclimàtiques que les mateixes espècies poden generar. A la part superior del badland el màxim de natalitat es produeix un mes abans que al vessant. Això s'explica en part per la fenologia de les espècies dominants, però també podria ser degut a l'efecte de les variacions microambientals.

La mortalitat es distribueix al llarg de tot l'any, sense que es pugui relacionar amb una causa concreta. Això 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. El que no hem pogut constatar, però, és si l'efecte de l'erosió impedeix que es produeixi un volum més gran de reclutaments del que s'ha observat. Això es podria produir de dues maneres, no excloients entre elles: per arrosegament de les llavors del sòl, o bé per eliminació de la part superior del regolit, la més favorable per a la germinació.

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 (1977) 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 capacitat de multiplicació vegetativa. Aquestes espècies mantenen les seves poblacions per altres mecanismes regeneratius, i l'establiment a partir de llavors es produeix només puntualment.

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 (vegeu el capítol 1), es relaciona amb la quantitat més petita de reclutaments totals a tots dos transectes. Pel que fa a la supervivència, també disminueix, sobretot a la part superior del badland, 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 és 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 cicle biennal.

Per a concloure aquest capítol, i en relació amb els resultats del precedent, podríem dir que, en principi, la pluja de llavors als badlands, independentment del seu origen, possibilita l'entrada de nous individus a la població. Encara que el volum d'emergències observat és baix respecte al nombre de granes detectades al sòl, anualment s'observa que es produeix l'establiment d'un cert nombre d'individus a partir de llavors. 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.

**8 FENOLOGIA DE LES ESPÈCIES MÉS ABUNDANTS
ALS BADLANDS**

8.1 INTRODUCCIÓ

La resposta dels organismes als canvis ambientals, quan aquests tenen una periodicitat, es manifesta en una sincronització de les seves activitats amb aquests canvis externs. La forma en que els períodes es reflecteixen en l'activitat dels organismes es relaciona amb la durada del seu cicle biològic i, per tant, varia d'espècie a espècie. Si la vida individual és curta en relació amb els canvis imposats per l'ambient, la influència d'aquests canvis es manifesta en forma de fluctuacions de la població. Si la durada del cicle biològic és més llarga, els seus efectes es reflecteixen al llarg de la vida individual, en forma de canvis d'activitat; és a dir, els ritmes climàtics s'internalitzen.

L'estudi de la fenologia de les espècies més abundants als badlands ens l'hem plantejat bàsicament per dos motius. En primer lloc, perquè és una informació que complementa l'obtinguda en l'anàlisi de les estratègies d'aquestes plantes (capítol 5). Es coneix que la fenologia d'una planta té un component ambiental i un de genètic (Beatley, 1974). Ens qüestionem si les condicions ambientals extremes que es donen als badlands determinen un model de comportament fenològic concret en les espècies que hi habiten, o bé si hi són possibles un rang ampli de comportaments. En segon lloc, perquè el fet que aquestes espècies siguin capaces de viure en ambients amb taxes d'erosió elevades, les fa interessants des del punt de vista de la restauració (talussos de carreteres, vessants pendents denudats, etc...). Sovint, la manca de coneixements sobre l'autocologia de les plantes autòctones fa que es descarti la seva possible utilització per aquesta finalitat.

Tot i que ja hi comença a haver una certa quantitat de coneixements sobre la fenologia de les espècies del nostre país (Bonet, 1991; Sans, 1987-88; Villegas, 1993; Sebastià, 1991; Cardona, 1980; Guàrdia & Ninot, 1991; Navarro et al, 1993), són moltes les plantes de les que encara es desconeix aquest aspecte. En altres territoris cal destacar els treballs sintètics de Orshan (1989) i de Grime et al. (1988).

8.2 METODOLOGIA

L'estudi s'ha realitzat a la zona del Carot. En total s'han seleccionat 3 badlands diferents, en funció de l'abundància de les espècies que es volia estudiar. Les característiques topogràfiques i les espècies que s'han estudiat a cada badland es detallen a la taula 8.1.

En total s'ha realitzat el seguiment fenològic de 14 sps, entre les quals trobem pràcticament tot el rang de formes vitals. Per a cada espècie s'han marcat un total de 30 individus (excepte de *Centaurea scabiosa* que han estat 25, de *Thymelaea nivalis* 36 i de *Genista scorpius* 32). Perquè la selecció d'individus no estigués influïda pel seu aspecte, es van escollir els 30 primers individus interceptats per una sèrie de transectes marcats perpendicularment a la línia de màxim pendent a cada badland.

Els mostrejos es van realitzar periòdicament, cada 15 o 30 dies segons l'estació de l'any, des del març de 1990 al desembre de 1991 (per a *Genista scorpius* des del gener de 1990 i per a *Tussilago farfara* des de l'agost de 1989). Si es produïa la mort o pèrdua d'alguns dels individus marcats es substituïa per un de altre de nou.

Espècie	Nº I.	Situac.	Orient.	Pendent
<i>Campanula speciosa</i>	30	B1	N	30-40
<i>Centaurea scabiosa</i>	25	B1		
<i>Helianthemum italicum</i>	30	B1		
<i>Koeleria vallesiana</i>	30	B1		
<i>Laserpitium gallicum</i>	30	B1		
<i>Lotus corniculatus</i>	30	B1		
<i>Onobrychis supina</i>	30	B1		
<i>Plantago serpentina</i>	30	B1		
<i>Sesleria albicans</i>	30	B1		
<i>Genista scorpius</i>	32	B2	S-SW	35
<i>Thymelaea nivalis</i>	36	B2		
<i>Lavandula angustifolia</i>	30	B2		
<i>Jasonia tuberosa</i>	30	B3	N-NE	15-20
<i>Tussilago farfara</i>	30	B4	N	30

Taula 8.1 Espècies que s'han estudiat i nombre total d'individus prospectats. S'han ordenat els tàxons segons el badiànd en que s'ha realitzat el seu seguiment (B1, B2, B3 i B4), del qual s'indica l'orientació i el pendent.

En el cicle anual de les espècies s'han distingit dos períodes: vegetatiu i reproductiu, sense que l'un exclogui a l'altre. Cada període inclou diverses fases, les quals es descriuen a continuació; les puntualitzacions necessàries per determinades espècies es concretaran posteriorment en cada cas.

Dins del període vegetatiu s'han distingit 5 fases:

Renovació foliar: Des de l'aparició dels borrons foliaris fins que no s'observa formació de fulles noves. Quan no es podia distingir fàcilment si realment s'estaven formant noves fulles es

marcava l'última fulla en cada mostratge. Generalment aquesta fase va lligada amb el creixement de la planta.

Marciment de les fulles i repòs: Quan no s'observa cap tipus de creixement ni activitat a la planta i a més es produeix una involució de la biomassa aèria: marciment de les fulles, assecament de les tiges anuals, etc...

Planta activa: Si no s'observa cap de les fases anteriors (no hi ha ni creixement ni involució de les parts aèries) i l'aparell vegetatiu és ben verd. Frequentment entre la fase de creixement d'una planta i l'inici del repòs hi ha un lapse de temps en el qual la planta és verda però no presenta aparentment cap tipus d'activitat, i per tant no es pot incloure ni a l'una ni a l'altra fase.

Repòs absolut: quan la planta només es manté subterràniament i no hi ha cap tipus d'estructura aèria. Aquesta fase només la presenten els geòfits; equival aproximadament a la de marciment de les fulles i repòs de les altres plantes.

Decrepitud i mort: a partir que es produeix l'assecament complet de la planta i fins que es mor.

En el **període reproductiu** s'han considerat també 5 fases:

Prefloració: Des que apareixen els primers borrons florals fins que comencen a distingir-se les poncelles. Aquesta fase per a les gramínies inclou des de l'aparició de la fulla bandera fins que es forma l'espiga. En les espècies rosulades correspon al lapse de temps entre que s'observen els borrons florals al centre de la roseta basal fins que s'allarguen completament les tiges florals i es mostren les poncelles.

Inici de la floració: quan apareixen les poncelles i fins que s'obren les flors.

Floració: Des que la majoria de les flors estan obertes fins que es comencen a formar els fruits.

Fructificació: quan els fruits estan completament formats.

Dispersió: des de la maduració dels fruits fins que s'han dispersat completament les diàspores, ja siguin les llavors o tot el fruit.

Quan en una mateixa planta no totes les branques es troben en la mateixa fase fenològica, especialment en els nanofaneròfits, s'ha enregistrat com a valor per a cada individu la fase fenològica majoritària. En les espècies que ha estat possible s'ha quantificat la producció de flors i de fruits per cada individu marcat.

Per a cada espècie es presenta una descripció elaborada bàsicament a partir de material recollit a la mateixa zona de treball; es recullen també totes les dades disponibles a la bibliografia com per exemple el tipus de pol.linització (Proctor & Yeo, 1973) de dispersió (van der Pijl, 1972), etc. La representació de les dades referents als censos periòdics realitzats es resumeixen en sengles fenogrames, un referent al període vegetatiu i un pel reproductiu. En el primer cas s'ha calculat el percentatge d'individus, respecte al total de la població, en cada fase fenològica. En canvi, els

percentatges del fenograma reproductiu estan referits al número d'individus en període reproductiu per cada cens.

S'ha calculat la durada mitjana de les fases de renovació foliar, repòs (inclou el marciment de les fulles i el repòs absolut), floració (s'ha inclòs des de la prefloració fins a la floració pròpiament dita) i fructificació (que inclou la fructificació i la dispersió) per a cada espècie, en base al comportament observat en els 30 individus de cada població. La unitat de càlcul ha estat el nombre de setmanes, però com que els mostrejos s'han realitzat amb un període de 15 a 30 dies, s'ha d'entendre aquests valors amb un marge d'error equivalent a aquest lapse de temps. Els resultats, doncs, no s'han d'entendre com una mesura exacta de la durada de cada fase; s'utilitzen només per comparar les espècies entre elles, i per detectar possibles diferències entre els dos anys d'estudi (només es consideren les que superen el valor de 4 setmanes, que és el marge d'error que ens dona l'interval de mostreig). Voldríem remarcar que en el text utilitzem utilitzem el mot durada d'una fase per fer referència al lapse de temps que s'estèn la fase per individu, mentre que la paraula extensió s'utilitza quant es fa referència al lapse de temps per tota la població.

La comparació dels comportament fenològic de les espècies entre els 2 anys de mostratge s'ha realitzat només per les fases de renovació foliar, floració i fructificació, ja que de fet la resta estan en part condicionades per aquestes i la seva anàlisi resultaria massa reiterativa.

8.3 RESULTATS

A continuació es presenten per cadascuna de les 14 espècies estudiades els resultats del seguiment fenològic realitzat. A la taula 8.2 es recull el percentatge d'individus florits i fructificats pels dos anys d'estudi, calculats respecte al total de plantes estudiades de cada espècie; a l'última columna d'aquesta taula s'indica el percentatge d'individus que s'han mort durant el període de mostreig. A la taula 8.3 es presenta per a cada espècie la durada mitjana de les fases de renovació foliar, repòs, floració i fructificació.

8.3.1 *Campanula speciosa* Pourr. subsp. *speciosa*

Descripció

Hemicriptòfit rosulat de 15 a 30 cm d'alçada. Biennal o perennant. Els individus creixen aïlladament. El sistema radical és clarament axonomorf, amb una rel principal molt engruixida, lignificada, que pot arribar a ser força profunda. Generalment forma una sola roseta de fulles basals, però en pot arribar a portar 2 o 3 (de les 30 plantes marcades, 22 tenien una roseta, 5 en tenien 2 i 3 en tenien 3). Les fulles basals són linear-lanceolades, de 5 a 8 cm de llargada, més o menys crenades, hispides. L'allargament de la tija precedeix a la floració. És una tija fistulosa i porta

poques fulles, generalment més petites que les basals. La floració no es produeix fins que l'individu té almenys dos anys, i després generalment l'individu mor.

	Fl - 90	Fr - 90	Fl - 91	Fr - 91
<i>Campanula speciosa</i>	20.0	20.0	26.1	26.1
<i>Centaurea scabiosa</i>	32.0	20.0	51.6	3.0
<i>Genista scorpius</i>	90.6	71.9	67.7	64.5
<i>Helianthum italicum</i>	80.0	61.3	64.3	64.3
<i>Jasonia tuberosa</i>	76.7	63.3	65.5	65.5
<i>Koeleria vallesiana</i>	56.7	53.3	63.3	56.7
<i>Laserpitium gallicum</i>	60.0	53.3	17.2	17.2
<i>Lavandula angustifolia</i>	90.0	83.3	96.6	93.1
<i>Lotus corniculatus</i>	72.4	65.5	65.5	58.6
<i>Onobrychis supina</i>	73.3	56.7	80.0	40.0
<i>Plantago serpentina</i>	71.0	71.0	76.0	76.0
<i>Sesleria albicans</i>	80.0	76.7	73.3	63.0
<i>Thymelaea nivalis</i> ♂ / ♀	100.0 / 100.0	92.9	100.0 / 100.0	100.0

Taula 8.2 Percentatge d'individus que van florir (Fl) i fructificar (Fr) el 1990 i el 1991. Els percentatges s'han calculat respecte al total d'individus de la població.

Les flors es disposen en raïm, en nombre variable (de 5 a 23; mitjana de 13.9 ± 6.8). Són flors hermafrodites, proteràndriques, amb possible autogàmia al final de l'antesi per presentació secundària del pol.len (Van der Pijl, 1972). Calze gamosèpal, corol.la blava, cilíndrico-acampanada, de 4-5 cm. 5 estams amb filaments lliures i eixamplats a la base formant una esquama; anteres lliures. Ovari trilocular, estil solitari amb 3 estigmes. Nectaris a la base dels estams. Pol.linització per himenòpters, però també visitat per lepidòpters. Càpsula pèndula, amb 3 lòculs. Dehiscència per 3 porus basals. Llavors molt nombroses, elíptiques, planes, llises, estretament alades, de 2 mm. Sovint s'observa depredació de les llavors per coleòpters (Morris, 1973).

	R.F.	Fl.	Fr.	R.
<i>Campanula speciosa</i>	22.1 ± 5.2 20.1 ± 5.8	4.3 ± 1.3 3.7 ± 1.5	3.3 ± 0.9 3.0 ± 0.6	16.9 ± 4.7
<i>Centaurea scabiosa</i>	- 10.2 ± 3.7	8.25 ± 1.3 7.40 ± 2.1	8.6 ± 2.3 -	20.6 ± 6.4
<i>Genista scorpius</i>	- 30.7 ± 6.9	10.7 ± 2.7 6.6 ± 2.1	9.8 ± 3.6 9.2 ± 2.0	7.1 ± 4.6
<i>Helianthum oelandicum</i>	- 23.7 ± 8.1	10.8 ± 1.0 5.3 ± 1.5	3.5 ± 1.9 2.6 ± 0.5	4.6 ± 6.4
<i>Jasonia tuberosa</i>	4.3 ± 2.5 6.9 ± 3.1	8.3 ± 1.4 7.2 ± 2.5	4.8 ± 1.5 6.5 ± 1.8	24.8 ± 1.9
<i>Koeleria vallesiana</i>	10.7 ± 3.2 8.3 ± 3.2	7.6 ± 1.0 8.8 ± 1.7	2.0 ± 0.0 4.0 ± 0.0	16.4 ± 3.1
<i>Laserpitium gallicum</i>	3.5 ± 2.9 2.9 ± 0.4	8 ± 1.2 6 ± 0.0	7.3 ± 3.6 6.0 ± 2.0	27.7 ± 1.5
<i>Lavandula angustifolia</i>	19.3 ± 5.0 16.9 ± 1.2	8.9 ± 3.3 7.1 ± 2.0	4.0 ± 1.8 4.9 ± 1.9	27.1 ± 2.4
<i>Lotus corniculatus</i>	- 7.2 ± 3.8	6.0 ± 2.1 5.3 ± 2.4	9.3 ± 4.0 7.1 ± 3.5	20.3 ± 4.7
<i>Onobrychis supina</i>	- 39.6 ± 8.2	4.9 ± 1.7 4.5 ± 1.8	3.1 ± 0.9 6.8 ± 2.9	0.8 ± 2.8
<i>Plantago serpentina</i>	13.3 ± 2.4 13.0 ± 0.0	5.8 ± 2.1 4.5 ± 1.7	5.9 ± 2.8 5.3 ± 2.1	18.2 ± 3.4
<i>Sesleria albicans</i>	14.3 ± 2.7 16.7 ± 4.0	- 8.0 ± 1.4	9.1 ± 3.1 4.6 ± 1.8	11.1 ± 6.1
<i>Thymelaea nivalis</i> ♂	20.4 ± 5.8 19.5 ± 2.9	- 30.5 ± 2.4	- -	2.0 ± 2.0
<i>Thymelaea nivalis</i> ♀	17.9 ± 7.4 19.5 ± 3.2	- 21.4 ± 8.5	7.9 ± 3.5 7.0 ± 2.1	
<i>Tussilago farfara</i>	17.2 ± 3.5 10.2 ± 2.7	- 6.6 ± 1.8	- 3.3 ± 0.5	29.1 ± 3.1

Taula 8.3 Durada mitjana (en setmanes) de les fases de renovació foliar (R.F.), repòs (R., inclou el marciment de les fulles i el repòs absolut), floració (Fl., des de la prefloració fins a la floració pròpiament dita) i fructificació (Fr., inclou la fructificació i la dispersió) per a cada espècie, en base al comportament observat en els 30 individus de cada població. Per a cada espècie la primera fila correspon a l'any 1990 i la segona al 1991.

Hàbitat: Roques, clapers, relleixos terrosos. Calcícola. De les contrades mediterrànies plujoses a l'estatge subalpi.

Distribució: Pluriregional (Alp.- Med. munt.).

Cicle biològic

L'inici de l'activitat vegetativa es produeix pel març, i consisteix en la renovació foliar a la roseta basal (figura 8.1). Aquesta renovació es va produint amb més o menys intensitat durant tota la primavera i l'estiu. Des del juliol comencen a assecar-se les fulles, especialment en els individus florits. Cap al novembre la planta està pràcticament seca, excepte el brot central de la roseta, que es mantindrà així fins a la primavera següent. Les plantes que han completat el seu cicle vital moren bàsicament durant l'hivern.

La floració comença al maig, amb l'aparició del borro floral al centre de la roseta basal. Ràpidament l'allargament d'aquest eix comporta l'aparició de les poncelles i d'algunes fulles caulinars. L'obertura de les flors es produeix bastant escalonadament en una mateixa planta, de manera que quan les primeres ja han format el fruit encara poden aparèixer noves poncelles. Durant tot el juliol poden trobar-se individus amb flors obertes. Cap a l'agost la corolla comença a assecar-se, cargolant-se al voltant del que serà la càpsula.

La maduració del fruit i la dispersió de les llavors es produeix a l'agost i al setembre, de manera que a l'octubre ja s'ha assecat completament l'eix floral i les llavors han estat dispersades.

S'ha observat en algun individu, una segona floració més tardana, inclús estant la planta ja pràcticament seca, a partir d'un nou eix floral des de la base, però en aquest cas porta només una o dues flors i no s'ha vist que arribi a formar fruit.

La proporció d'individus florits tant el primer com el segon any de mostratge és baixa (Taula 8.2). Cal remarcar que dels 6 individus que van florir al 90, 5 van morir al completar el període reproductiu; l'altre era un individu de 3 rosetes i es va mantenir fins a la temporada següent, en la qual va tornar a florir.

Bona part dels individus estudiats han manifestat un hàbit perennant i no biennal. A l'iniciar el primer mostreig tots els individus seleccionats tenien almenys un any. Excepte els que van florir durant l'any i després moriren, que realment podrien ser biennals, i 2 més que van morir durant el primer any sense haver florit, la resta són plantes d'almenys 3 anys. És a dir, un 63 % de la població s'ha mantingut en estadi de roseta durant almenys 3 anys. En un parell de casos s'ha observat creixement de la planta per increment del número de rosetes.

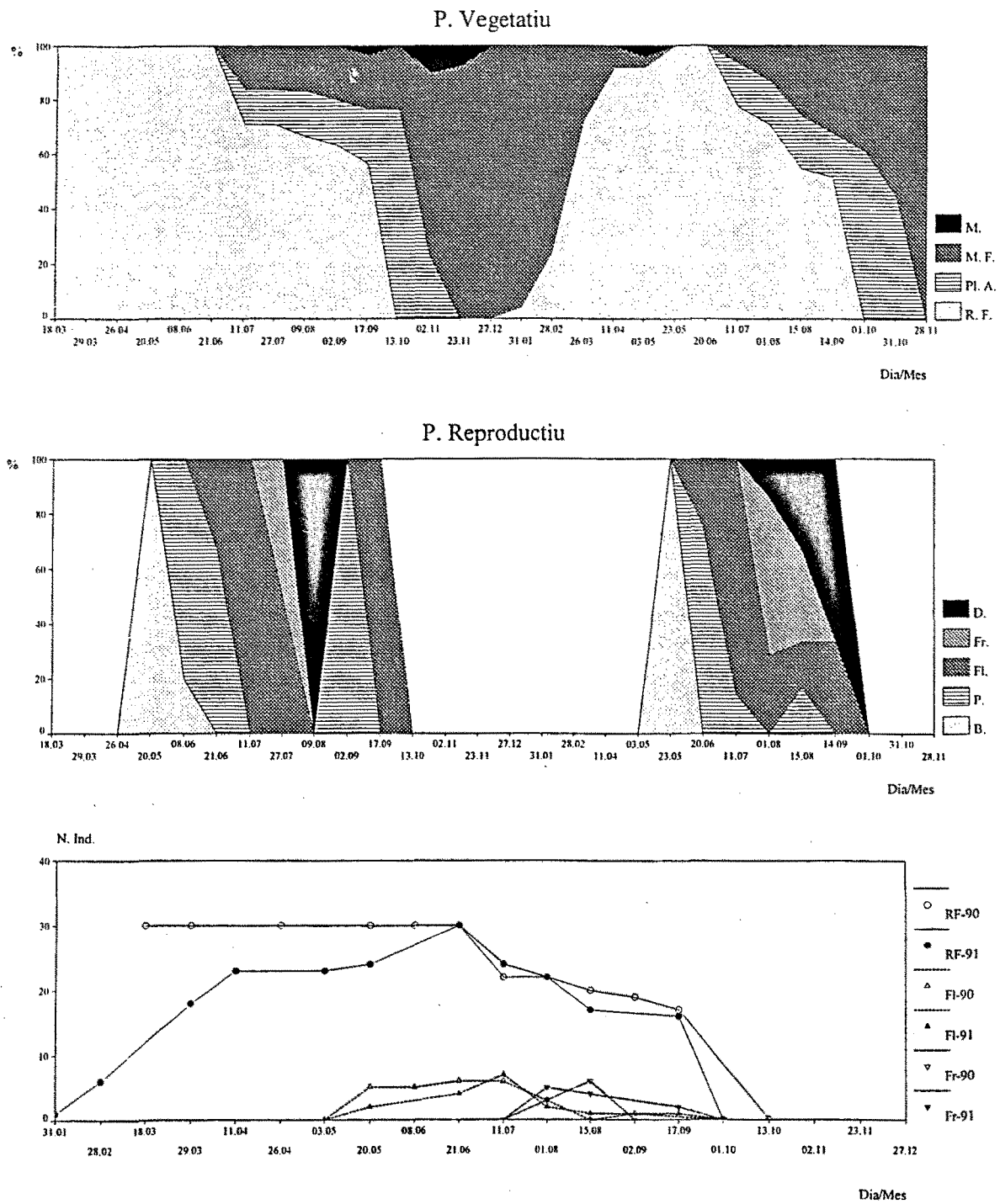


Figura 8.1 Percentatge d'individus en les diferents fases fenològiques del període vegetatiu (gràfic superior) i del període reproductiu (gràfic intermig) de *Campanula speciosa*, des de mitjans d'abril de 1990 fins a finals del novembre de 1991. Al gràfic inferior es compara el nombre d'individus en fase de renovació foliar (RF), de floració (FI) i de fructificació (Fr) en cada mostreig durant els dos anys d'estudi.

Variacions interanuals

Les diferències entre els dos anys de mostreig són poques; només cal remarcar que al 1991, tot i que la majoria de peus entraren en fase de renovació foliar al mes de març, el màxim de la corba corresponent no es donà fins al mes de juny, pel retard d'uns pocs individus en reiniciar el creixement. (figura 8.1, taula 8.3)

8.3.2 *Centaurea scabiosa* L. subsp. *scabiosa*

Descripció

Hemicriptòfit semi-rosulat, policàrpic, de 20 a 80 cm d'alçada, amb la base lignificada i engruixida. Rel principal també lignificada, generalment força profunda. Les plantes creixen aïlladament, bastant disperses. Tija erecta, poc ramificada, amb poques fulles, bàsicament portadora dels capítols. Fulles de morfologia diverses, pinnatífides o pinnatisectes, de 6-13 x 4-5 cm.

Capítols poc nombrosos (des d'1 a 4, mitjana de 2.1 ± 1.0), generalment un de terminal, de 20-35 mm de diàmetre, molt vistós. Flors exteriors més grans que les centrals i usualment estèrils; les interiors tubuloses, hermafrodites. Pol.linització per insectes; hi ha autoincompatibilitat (Lack, 1982). Aquenis grossos, de 3-6 x 2 mm, de color marró fosc, lluints, puberulents. Papis gairebé tan llarg com el fruit, poc efectiu per a la dispersió a distàncies llargues.

Hàbitat: Pastures seques, messes. Estatge montà i contrades mediterrànies.

Distribució: Late-eurosiberiana.

Cicle biològic

Cap a finals de març i bàsicament a l'abril, s'inicia l'activitat vegetativa amb l'aparició de les primeres fulles a la roseta basal (figura 8.2). Als individus que floreixen aquesta renovació foliar continua amb l'aparició de les fulles caulinars. Al juny tota la població es troba en plenitud vegetativa. A l'agost comencen a assecar-se les fulles basals, fase que s'estèn fins al novembre, quan les plantes ja estan completament seques. Durant l'hivern no es conserva cap part aèria verda, només queden les fulles seques que de vegades encara són presents quan a la primavera següent es reinicia la renovació foliar.

La floració comença al juny amb l'allargament de la tija, la qual generalment ja porta una poncella a l'extrem. L'antesi es produeix majoritàriament a l'agost. Es poden trobar flors obertes fins al mes de setembre, però la fase majoritària en aquest mes és la fructificació. Al novembre els fruits ja

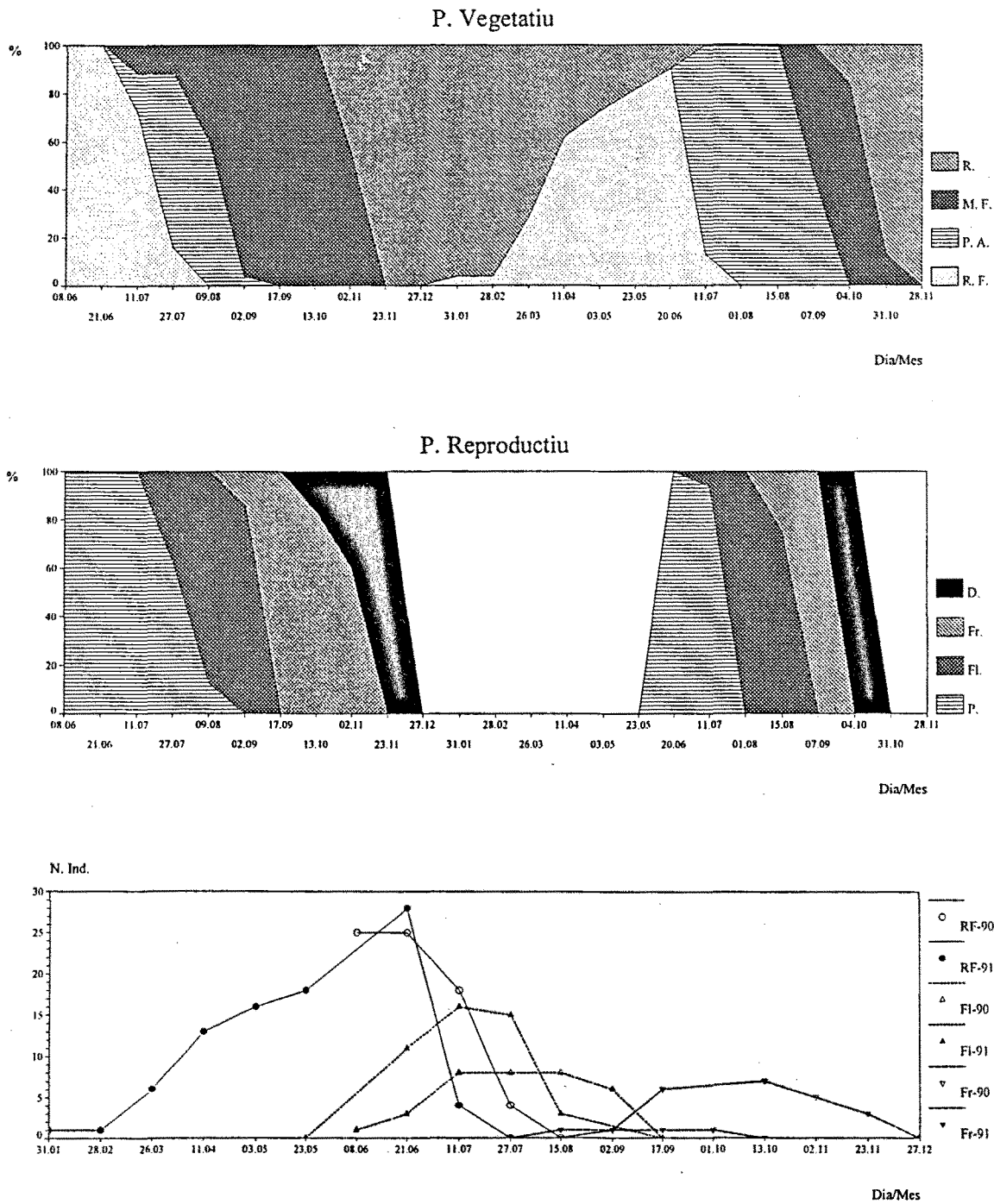


Figura 8.2 Percentage d'individus en les diferents fases fenològiques del període vegetatiu (gràfic superior) i del període reproductiu (gràfic intermig) de *Centaurea scabiosa*, des de principis de juny de 1990 fins a finals del novembre de 1991. Al gràfic inferior es compara el nombre d'individus en fase de renovació foliar (RF), de floració (FI) i de fructificació (Fr) en cada mostreig durant els dos anys d'estudi.

s'han dispersat i només queden les restes del capítol.

Cal comentar que en els 2 anys del mostreig, però principalment el segon, no s'ha arribat a produir sempre la formació del fruit. En el mostratge posterior a la formació i eclosió de la flor es van trobar els individus amb l'eix floral seccionat per sota de la flor. No en sabem les causes però creiem que podria ser degut a herbivòria.

La proporció d'individus florits va ser baixa el primer any (32 %, taula 8.2), però gairebé tots van arribar a fructificar (63 %). El 1991 floriren un 52 % de les plantes, però només una va arribar a formar fruit. En tot el període de mostreig no s'ha constatat la mort de cap individu.

Variacions interanuals

Les 3 fases fenològiques que es comparen (figura 8.2) tenen una més gran extensió el 1990 que el 1991, allargada per la cua, però les diferències són poc rellevants i no es reflexeixen en la durada mitjana per individu. En relació amb la floració, varia el número d'individus, tal com s'ha remarcat anteriorment. Pel que fa a la fructificació cal recordar que el segon any només va arribar a formar fruit un individu i que, per tant, no es pot fer cap comparació.

8.3.3 *Genista scorpius* (L.) DC. subsp. *scorpius*

Descripció

Nanofaneròfit espinós de 50 a 150 cm d'alçada. Creix aïlladament però pot arribar a formar masses denses. Sistema radical laxament ramificat des del coll de la rel; pot estendre's bastant en sentit horitzontal. Tiges assimiladores, molt ramificades en branques de diferent ordre i llargada. Els dolicoblasts, les branques més llargues, poden fer fins a 20 cm; aquests són els portadors dels mesoblasts, de 3-5 cm, que són les branques portadores de fulles; aquestes solen ser de dimensions reduïdes i bastant escasses. Finalment d'aquests surten els braquiblasts, portadors de les flors. El nombre de rangs de dolicoblasts és un bon estimador de l'edat d'un individu. Anualment una part de la planta pot assecar-se, però es manté en peu durant molt de temps de manera que es va acumulant biomassa seca principalment a la base i centre de la planta. Fulles escasses, disposades alternament en les branques de 1er i 2on ordre; sèssils, simples, el·líptiques, de 6-12 x 2-4 mm, cuspidades, pubescents.

Flors solitàries o en grups de 2 o 3, amb bractéoles i pedicelades. Calze amb el tub més llarg que els llavis; corol·la papilionada, groga, de 7-10 mm. Estams monadelfs. Pol·linització bàsicament per àfids. El fruit és un llegum de 15 a 30 mm de llargada, estretament oblong, comprimit. La dehiscència es produeix per l'obertura sobtada del llegum, la qual cosa expulsa les llavors; les

valves queden cargolades i es mantenen a la planta durant molt de temps. Cada fruit porta de 2 a 7 llavors (mitjana de 1.8 ± 1.0). Sovint es produeix depredació de les granes per insectes. Llavors reniformes, de 2-3 mm, comprimides, de color verd oliva, algunes negroses.

En les poblacions dels badlands s'han observat individus amb formes reptants, per desenterrament continuat i pèrdua de suport per erosió del substrat; en aquestes formes es pot distingir un eix principal en posició horitzontal i seguint la línia del pendent, del qual surten diversos rebrots a distàncies variables. El descolgament de l'individu fa que la tija principal quedi ajeguda i llavors es produeix un arrelament secundari de la tija i la formació d'un nou rebrot; la planta va morint per la part superior i renovant-se en sentint descendent del pendent. En aquestes plantes la producció de flors és baixa i moltes d'elles no arriben a formar cap fruit.

S'ha comptabilitzat la producció de flors i de fruits en la població en estudi els dos anys de mostreig. A la taula 8.4 es recullen els valors mitjans del nombre de flors i de fruits per individu, el màxim nombre de flors per individu, i el màxim nombre de fruits pels dos anys d'estudi. Hi ha una variabilitat molt gran en el nombre de flors que produeix cada individu; en general els més grans són els que produeixen més flors. La proporció de flors que passen a fruits és bastant baixa i no estar directament relacionada amb la quantitat total de flors formades. Caldria saber si aquesta proporció tan alta d'aborció floral es un efecte més de les característiques limitants de l'ambient o bé també es dona en altres condicions més normals.

	Nº flors	Màxim	Mínim	Nº fruits	Nº indiv
1990	65.1 ± 131.8	693	1	4.0 ± 7.3	29
1991	79.4 ± 102.0	432	6	19.9 ± 26.6	29

Taula 8.4 Nombre mitjà de flors, màxim i mínim nombre de flors per individu i nombre mitjà de fruits de la població de la població en estudi de *Genista scorpius*. Els valors s'han obtingut a partir del comptatge del nombre d'individus que figura a l'última columna de la taula.

El segon any la producció de flors i de fruits és més alta (encara que no significativament per la gran variança intramostral) i també el percentatge de flors que donen fruit.

Habitat: Pastures seques, brolles, conreus abandonats. De la terra baixa a l'estatge montà submediterrani.

Distribució: Mediterrània occidental.

Cicle biològic

Planta activa gairebé tot l'any (figura 8.3). Al novembre comencen a aparèixer els borrons foliars. Durant tot l'hivern es mantenen en aquest estadi fins que cap al març es formen les noves fulles. El creixement de les branques s'inicia també en aquesta època i s'estèn fins a l'estiu. Cap al juliol es marceixen les fulles i cauen. Al setembre es comencen a lignificar les branques de l'any, quan ja han perdut completament les fulles. La formació de rebrots a la base de la planta es produeix al llarg de tot l'any. Aquests normalment presenten un període vegetatiu actiu més llarg que la resta de la planta, mantenen les fulles més temps i les tiges no es lignifiquen fins la temporada següent. Es va observar l'asseccament complet de 4 dels individus en estudi, però 3 d'ells després d'alguns mesos van rebrotar des de la base.

L'inici de la floració es produeix a finals d'hivern, amb l'aparició dels borrons (figura 8.3). Les poncelles es formen immediatament i a finals d'abril es produeix l'antesi. El màxim de flors obertes es dona cap a finals de maig o al juny. Durant tot aquest mes i el següent es formen els fruits, i a l'agost es dispersen les llavors. Aquesta fase es produeix molt gradualment, de manera que es poden trobar fruits tancats fins a l'octubre.

La proporció d'individus florits és de les més altes de totes les espècies estudiades (taula 8.2); el primer any aquest percentatge va ser bastant més alt (90.6 %) que el del següent (67.8 %), però el nombre d'individus que arribaren a formar fruit fou similar per tots 2 (23 i 20 respectivament sobre un total de 29). Gairebé tots els individus que van florir el 1991 ho havien fet també el 1990 (excepte 2).

Variacions interanuals

L'argelaga és una de les 4 espècies en les quals les variacions interanuals observades han estat més acusades (figura 8.3). Pel que fa a l'activitat vegetativa no s'observen, però, diferències remarcables. Aquestes es donen sobretot en la floració. Els primers individus amb borrons florals apareixen un mes abans el 1990 que el 1991. El mes de maig del primer any pràcticament totes les plantes havien florit, mentre que el mateix mes del segon any la majoria encara estaven en poncella. A la fructificació el desplaçament entre les dos corbes és més petit.

8.3.4 *Helianthemum oelandicum* (L.) DC. subsp. *italicum* (L.) F.Q. et Rothm.

Descripció

Camèfit de 10-20 cm d'alçada que creix en mates disperses aquí i allà. Tija engruixida a la base, d'on surten nombroses branques, primer aplicades al terra i finalment ascendents. Sistema radical

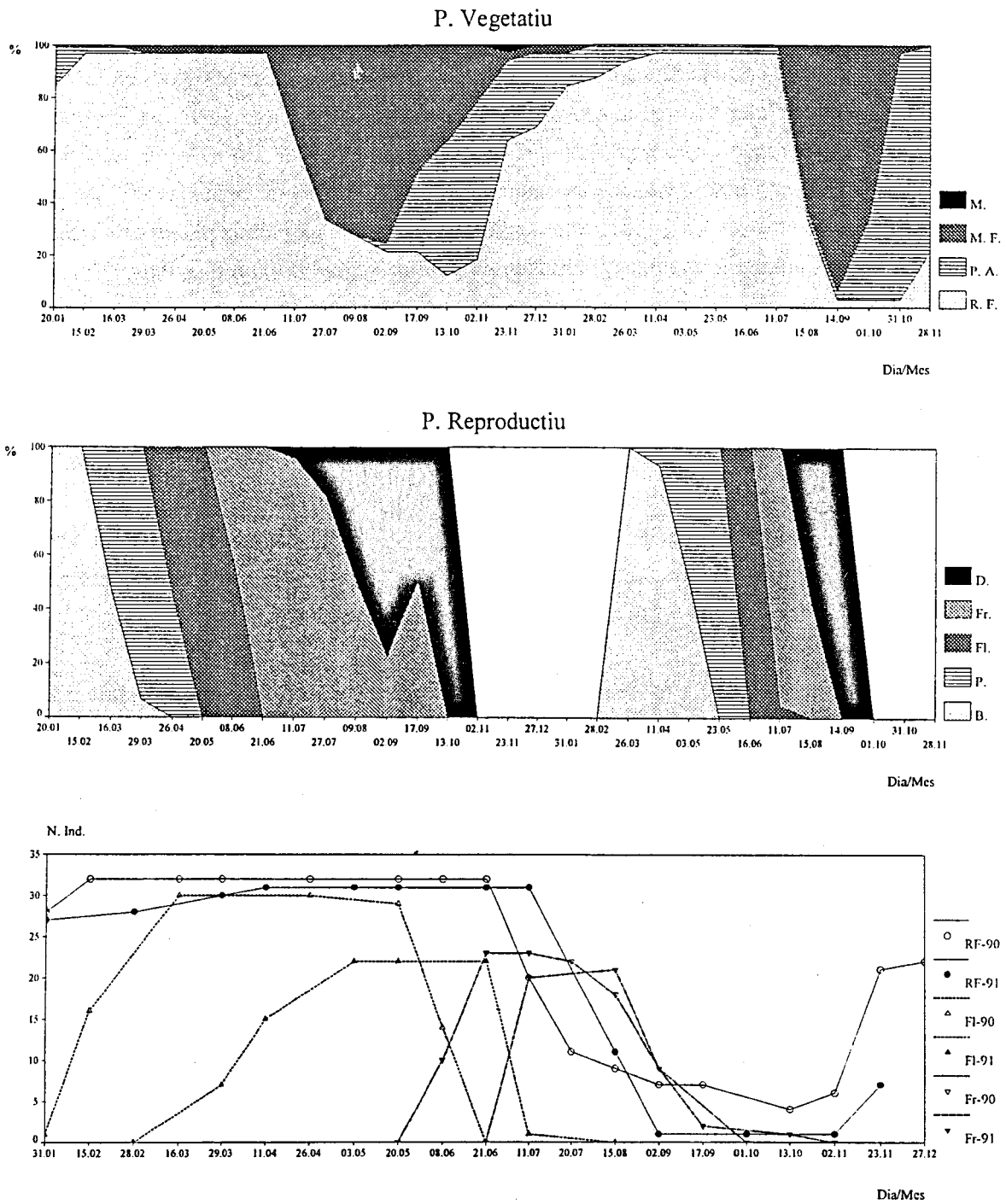


Figura 8.3 Percentage d'individus en les diferents fases fenològiques del període vegetatiu (gràfic superior) i del període reproductiu (gràfic intermig) de *Genista scorpius*, des del gener de 1990 fins a finals del novembre de 1991. Al gràfic inferior es compara el nombre d'individus en fase de renovació foliar (RF), de floració (FI) i de fructificació (Fr) en cada mostreig durant els dos anys d'estudi.

relativament superficial, amb una rel principal poc diferenciada, amb abundants ramificacions de primer i segon ordres que s'estenen sobretot horitzontalment. Fulles oposades, distribuïdes principalment al tram superior de les tiges. Limbe el·líptic, esparsament pilós al revers, revolut, de 9-15 x 3-5 mm.

Inflorescències cimoses amb 4 a 15 flors. Calze amb 5 sèpals lliures, els 2 més externs més petits que els interns, persistents en la fructificació. Corol·la groga, amb 5 pètals lliures, de 3-5 mm, caducs ràpidament després de l'antesi. Ovari súper amb 3 carpels, unilocular, amb estigma trilobat. Estams nombrosos. Pol·linització per insectes però també es pot donar anemofília. El fruit és una càpsula dehiscent per 3 valves. Llavors globulars, brunes, llises, d'1-2 mm, 2 o 3 per càpsula.

Hàbitat: Brolles i pastures seques. De les contrades mediterrànies fins a l'alta muntanya.

Distribució: Latemediterrània.

Cicle biològic

L'activitat vegetativa d'aquesta espècie s'estèn gairebé al llarg de tot l'any (figura 8.4). L'elongació de la tija i la renovació foliar es produeixen des del març fins a l'octubre, de manera continua o bé amb alguna interrupció els mesos d'estiu, segons les condicions climàtiques. A l'hivern algunes plantes perden gairebé completament les fulles i només en conserven unes poques a l'extrem de les tiges, protegint les gemes foliars; també s'ha constatat una certa malacofília en algunes plantes. En els gairebé 2 anys de mostreig s'ha produït la mort de dos individus, un a l'abril i l'altre a l'octubre.

La floració s'inicia al mes d'abril i s'estèn fins al juliol, amb el màxim de flors obertes al mes de juny (figura 8.4). Ara bé, la durada d'una flor oberta o bé de la fase de floració per a un individu és bastant curta; el que allarga l'extensió de la fase per al conjunt de la població és el comportament divers dels seus individus. Els fruits es formen durant l'agost i la dispersió de les llavors es pot allargar fins al setembre. En el 20 % dels individus estudiats el primer any del mostreig es va observar que després de la formació i obertura de les flors, aquestes quedaven completament seques i no es va arribar a formar cap fruit.

El percentatge d'individus en flor va ser força alt, més el primer any que el segon (taula 8.2); el nombre dels que van arribar a fructificar fou pràcticament igual per a tots 2.

El nombre mitjà de flors que arriba a formar un individu és molt variable (mitjana de 33.64 ± 45.9), igual com el nombre de fruits (19.77 ± 30.6). La proporció de flors que formen fruit és alta, però també canvia molt entre individus (mitjana de 64.0 ± 23.67); les plantes que fan menys flors són les que arriben a produir fruits en un percentatge més alt.

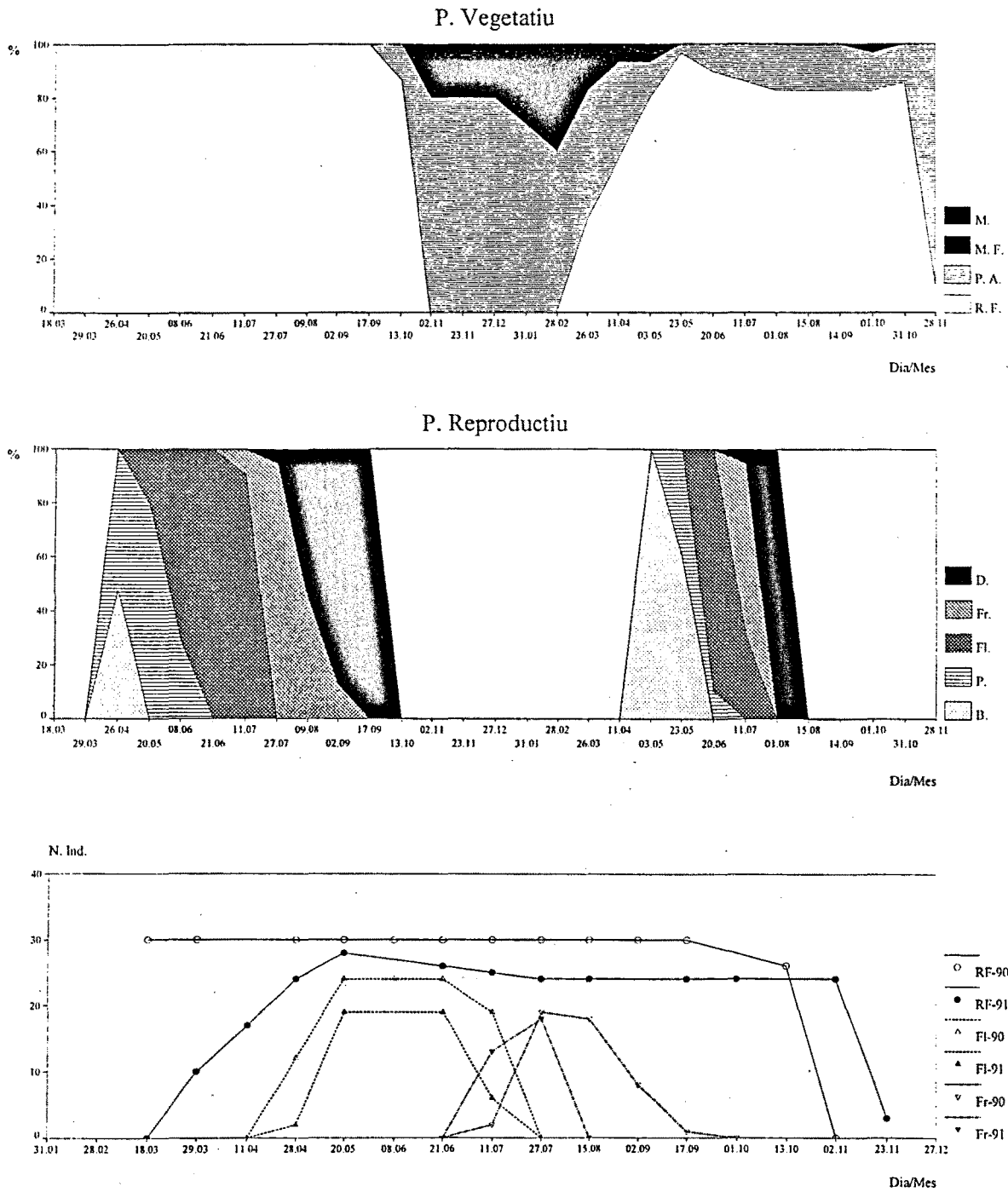


Figura 8.4 Percentatge d'individus en les diferents fases fenològiques del període vegetatiu (gràfic superior) i del període reproductiu (gràfic intermig) de *Helianthemum italicum*, des del març de 1990 fins a finals del novembre de 1991. Al gràfic inferior es compara el nombre d'individus en fase de renovació foliar (RF), de floració (FI) i de fructificació (Fr) en cada mostreig durant els dos anys d'estudi.

Variacions interanuals

L'activitat vegetativa va ser més generalitzada el primer any de mostreig que no el segon any: el 1991 els individus de la població van iniciar la renovació foliar esglaonadament, i no es va donar majoritàriament fins el mes de maig (figura 8.4). La durada de la floració va ser un mes més curta el 1991, encara que l'extensió de la fase per a tota la població va ser pràcticament igual els dos anys. La fructificació també va ser més curta el segon any, però només pel que fa a l'extensió pel conjunt de la població.

8.3.5 *Jasonia tuberosa* (L.) DC.

Descripció

Hemicriptòfit de 14 a 30 cm d'alçada. S'estèn vegetativament formant un tapís més o menys lax. Sistema radical format per rizomes tuberosos de 15 a 20 cm de llargada o més. Tiges anuals herbàcies, poc o gens ramificades, normalment només a la summitat. Fulles linears, lleugerament eixamplades a l'àpex, de 45-60 x 3-5 mm les inferiors, més curtes les superiors, puberulent-glanduloses i amb pèls pluricel·lulars eglandulars.

Inflorescència racemosa, portadora d'1 a 4 capítols (mitjana de 2.0 ± 1.2), de 7-12 mm de diàmetre. Flors externes semiligulades i femenines, les internes flosculoses i hermafrodites. Anteres amb 3 apèndixs filiformes a la base. Aquenis fusiformes, pubescents, de 2-2.5 mm, amb papus biseriats; setes breument serrades, 2 a 3 vegades més llargues que el fruit.

Hàbitat: Sòls margosos o argilosos temporalment inundats. Contrades mediterrànies plujoses i estatge montà submediterrani.

Distribució: Latemediterrània occidental.

Cicle biològic

El període actiu d'aquesta espècie és relativament curt: la renovació foliar no s'inicia fins ben avançat el mes de juny (figura 8.5). Les primeres fulles que apareixen tenen una morfologia peculiar, són completament glabres, de color verd, més amples que la resta i amb el nervi central molt marcat. Inicialment només apareixen fulles a la base, fins que formen una roseta ben densa. Al juliol comença a allargar-se la tija, en alguns casos amb algun borró floral a l'extrem. La fase de renovació foliar sol ser bastant curta (un mes o un mes i mig, taula 8.3), excepte en els individus que no arriben a florir, que s'estèn fins a principis de setembre. Cap aquesta època comença el marciment de les fulles fins que la planta queda completament seca, que sol ser al mes de

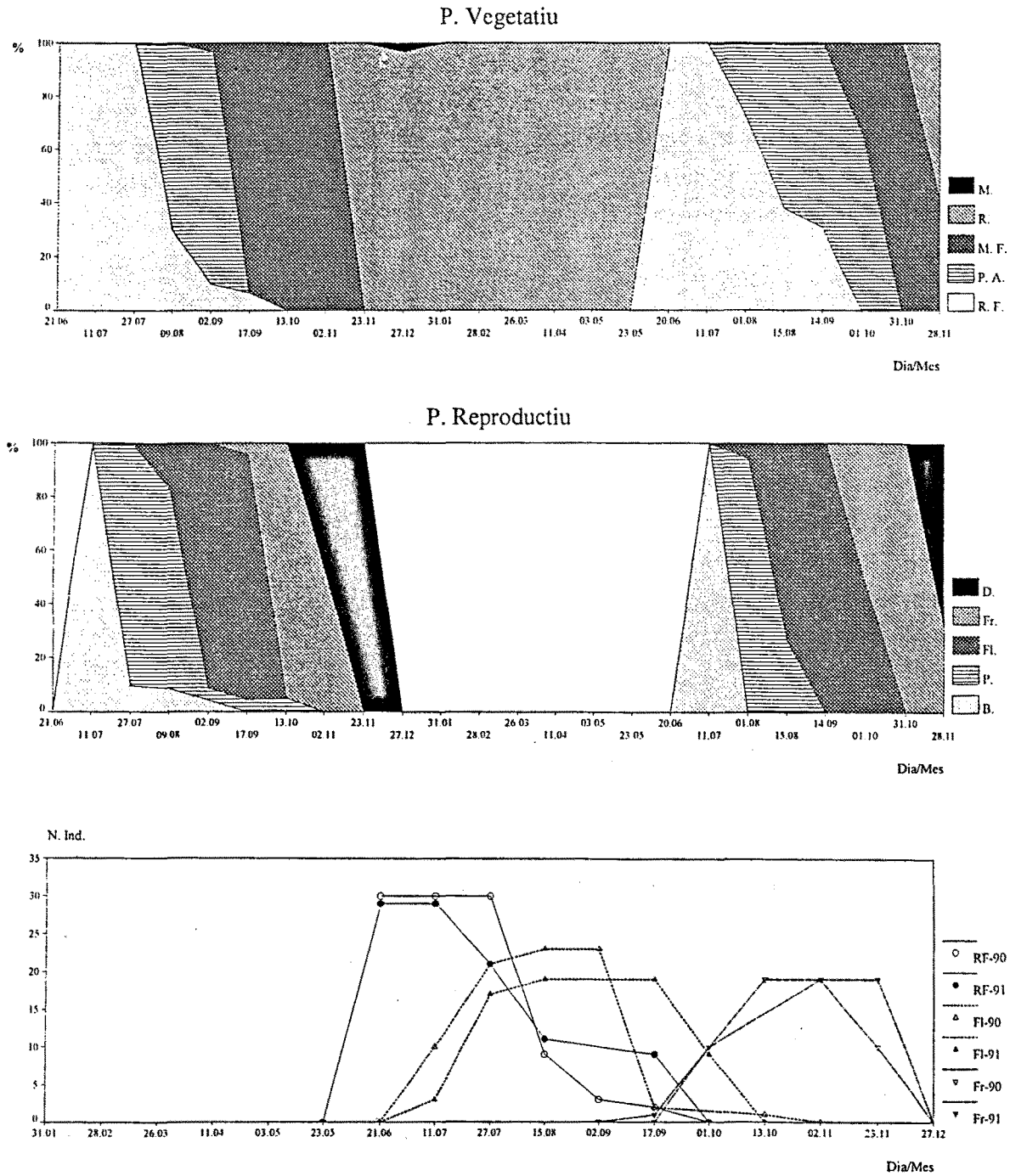


Figura 8.5 Percentatge d'individus en les diferents fases fenològiques del període vegetatiu (gràfic superior) i del període reproductiu (gràfic intermig) de *Jasonia tuberosa*, des del juny de 1990 fins a finals del novembre de 1991. Al gràfic inferior es compara el nombre d'individus en fase de renovació foliar (RF), de floració (FI) i de fructificació (Fr) en cada mostreig durant els dos anys d'estudi.

novembre. Fins a principis d'estiu de l'any següent, quan es reinicia l'activitat vegetativa, només es troben aquestes restes seques de la planta. Únicament s'ha constatat la mort d'un dels individus marcats, al mes de desembre.

La floració s'inicia el mes de juliol. Durant tot aquest mes i el següent es formen noves flors i es produeix la seva eclosió. A l'octubre comencen a observar-se els fruits formats. La dispersió dels aquenis es dona durant el novembre i es pot allargar fins al desembre.

La proporció d'individus florits fou lleugerament superior l'any 1990 que el 1991 (taula 8.2), però els que arribaren a formar fruit foren el mateix percentatge pels 2 anys. La meitat dels individus que no floriren el segon any tampoc ho havien fet el primer.

Variacions interanuals

Al gràfic inferior de la figura 8.5, on es compara el comportament fenològic de l'espècie pels dos anys d'estudi, es constata que les 3 fases que es consideren presenten corbes amb un perfil molt similar els 2 anys. En quant a la durada mitjana per individu de cadascuna d'elles tampoc presenta diferències significatives (taula 8.3).

8.3.6 *Koeleria vallesiana* (Hoenckeny) Gaud.

Descripció

Hemicriptòfit rosulat que creix formant petites tofes de 5 a 10 cm de diàmetre, més o menys disperses entre elles. Sistema radical fasciculat, distès. La base de la planta és lignificada, conspicuament tuberosa, coberta per una xarxa de fibres entrecruades provinents de les beines foliars mortes. Tija de 15 a 50 cm d'alçada, que creix únicament en relació amb la floració i és portadora només de la fulla bandera. La resta de fulles són totes basals, de 3 a 8 cm de llarg i fins a 3 mm d'amplada, convolutes, setàcies, generalment plegades, amb marges minutament serrulats.

Panícula densa, oblongo, de 2-4 x 0.5-0.8 cm. Espiguetes de 15 a 65 mm, generalment amb 2 flors. Glumes pràcticament iguals, argentades amb la zona central verdosa, pubescents al nervi. Glumel·la inferior acuminada, blanc verdosa, pubescent, la superior blanca, bidentada, glabra. Cariòpsi de 2 x 0.5 mm. La dispersió pot ser només d'una espigueta o bé de tota la inflorescència, per trencament de la tija floral.

Hàbitat: Prats secs, brolles. De les contrades mediterrànies a l'estatge alpi.

Distribució: Pluriregional (Med.-Eur.)

Cicle biològic

El mes de març s'inicia la renovació foliar, a partir dels brots que han passat l'hivern protegits per les fulles del període anterior més o menys replegades. Aquesta fase dura de 2 a 3 mesos i després la planta se sol mantenir verda fins ben entrat el novembre (figura 8.6). En una part de la població s'ha constatat una segona fase de renovació foliar a l'octubre, però només el primer any. En tot el període de mostreig s'ha produït la mort de 3 individus, un el primer any i 2 el segon, en ambdós casos el mes d'agost.

El període reproductiu comença al maig, amb l'aparició de la fulla bandera i amb l'allargament de l'eix floral. Les diferents fases de la floració se succeeixen ràpidament i de manera bastant sincronitzada entre els diferents individus de la població. La floració s'estèn des de finals de juny fins el juliol, però per cada individu és bastant curta. Les cariopsis maduren entre l'agost i el setembre. A finals d'aquest mes ja s'ha produït la dispersió, encara que les espigues es poden mantenir en peu durant bastant de temps.

El percentatge d'individus fèrtils respecte al total de la població és relativament baix: poc més de la meitat de les tofes estudiades van arribar a formar espigues (taula 8.2). Si tenim en compte que a cada tofa hi ha més d'un peu (fins a 10 o 12), l'esforç reproductiu resulta encara molt més baix. El nombre d'inflorescències que es formen per tofa és molt variable, entre 1 i 9, amb una mitjana de 3 (2.9 ± 2.4). La majoria d'espiguetes florides, però, rarament no assoleixen la maduració del fruit (94 i 90 %). No totes les plantes van florir tots 2 anys; un 17 % ho varen fer exclusivament el primer any i un 25 % només el segon.

Variacions interanuals

Pel que fa al període vegetatiu, la renovació foliar es produeix de manera similar a la primavera, però la rebrotada de tardor només es va produir el primer any (figura 8.6).

La floració presenta aproximadament la mateixa corba els dos anys. La fructificació comença lleugerament més tard el 1991 i acaba pràcticament un més després, encara que la durada mitjana per la població és pràcticament igual (taula 8.3).

8.3.7 *Laserpitium gallicum* L.

Descripció

Hemicriptòfit escapós de 3 a 8 dm d'alçada. Rel napiforme, gruixuda, fibrosa, profunda. Sovint queda parcialment desenterrada d'un any per l'altre. Sociabilitat baixa. Tija ascendent o erecta,

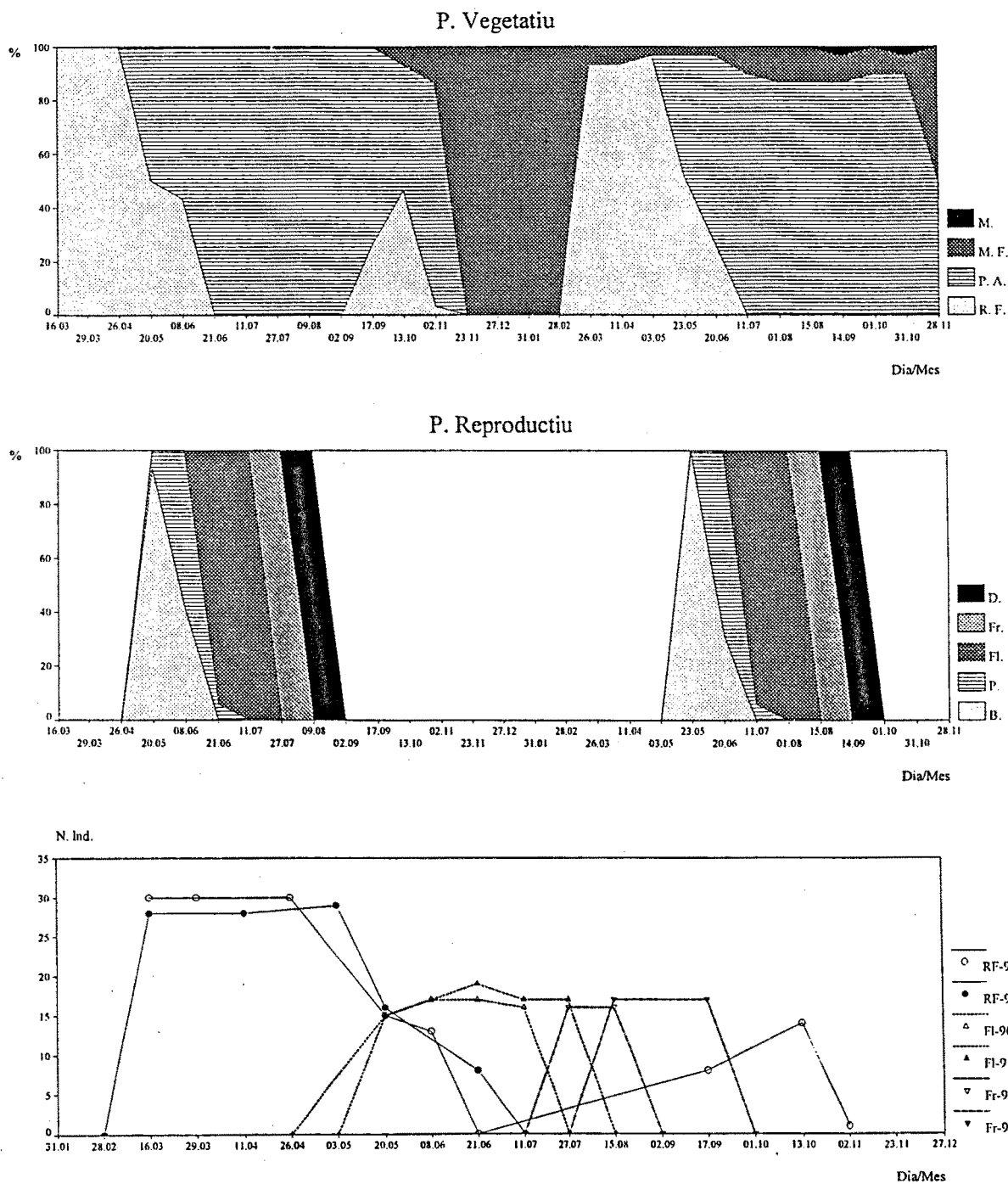


Figura 8.6 Percentage d'individus en les diferents fases fenològiques del període vegetatiu (gràfic superior) i del període reproductiu (gràfic intermig) de *Koeleria vallesiana*, des del març de 1990 fins a finals del novembre de 1991. Al gràfic inferior es compara el nombre d'individus en fase de renovació foliar (RF), de floració (FI) i de fructificació (Fr) en cada mostreig durant els dos anys d'estudi.

solcada. Fulles de 3 a 5 cops pinnatisectes, en nombre de 2 o 3, generalment una a la base, més grossa, i una o dues més de caulinars.

El nombre d'umbel·les que arriba a produir cada individu és molt variable (des d'1 fins a 25; mitjana de 4.9 ± 5.8). Cada umbel·la porta de 18 a 37 radis (mitjana de 29.7 ± 0.94). De cada radi surten les umbel·les secundàries, portadores de les flors; el nombre de flors per radi va de 9 a 27 (mitjana de 20.53 ± 1.3). Les flors són pentàmeres; els pètals són blancs, de menys d'1 mm de llarg. Les flors són proteràndriques, pol·linitzades per insectes. El fruit és un esquizocarp, amb 2 mericarps alats, de 6-8 mm x 6-7 mm (comptant les ales), cadascun amb una llavor. La dispersió és pel vent, però a distàncies curtes atesa la mida del fruit.

Hàbitat: Pedrusques, roques. Muntanya mediterrània i estatge montà submediterrani.

Distribució: Latesubmediterrània occidental.

Cicle biològic

El cicle vital d'aquesta espècie es completa en un lapse de temps relativament curt (figura 8.7). El mes de juny apareixen una primera fulla basal. Posteriorment s'allarga una tija portadora d'alguna fulla més i de les inflorescències. Si l'individu no ha de florir, l'única activitat que manifesta en tot l'any és l'aparició d'una o dos fulles. La planta es manté activa fins al setembre, quan les fulles comencen a esgrogueir-se, i queda completament seca cap a finals de novembre. S'ha constatat la mort de 2 individus, precisament aquest mes.

La floració s'inicia gairebé al mateix temps que la renovació foliar, ja que amb l'aparició de la primera fulla ja comença a desenvolupar-se la tija, portadora al seu àpex d'algun borro floral. Es poden observar poncelles durant el mes de juliol i l'eclosió de les flors es dona majoritàriament a l'agost. Al setembre els fruits ja comencen a ésser madurs i es van dispersant durant l'octubre o fins i tot al novembre. En aquesta espècie també s'ha observat l'assecamment de totes les flors d'un individu, sense que es formi cap fruit.

Més de la meitat dels individus de la població assoliren la fase reproductiva només el primer any de l'estudi, una sisena part ho feren el segon any i més d'una quarta part no hi arribaren en tot el mostratge (taula 8.2). Això fa pensar que la floració d'aquesta espècie és com a mínim biennial. El fet que florissin més individus el 1990 pot ser degut a que l'espècie floreix més abundantment quan les condicions li són favorables, o bé a cicles biològics interns. En *Campanula speciosa*, en canvi, que també té una floració biennial, el percentatge d'individus florits va ser molt similar tots dos anys.

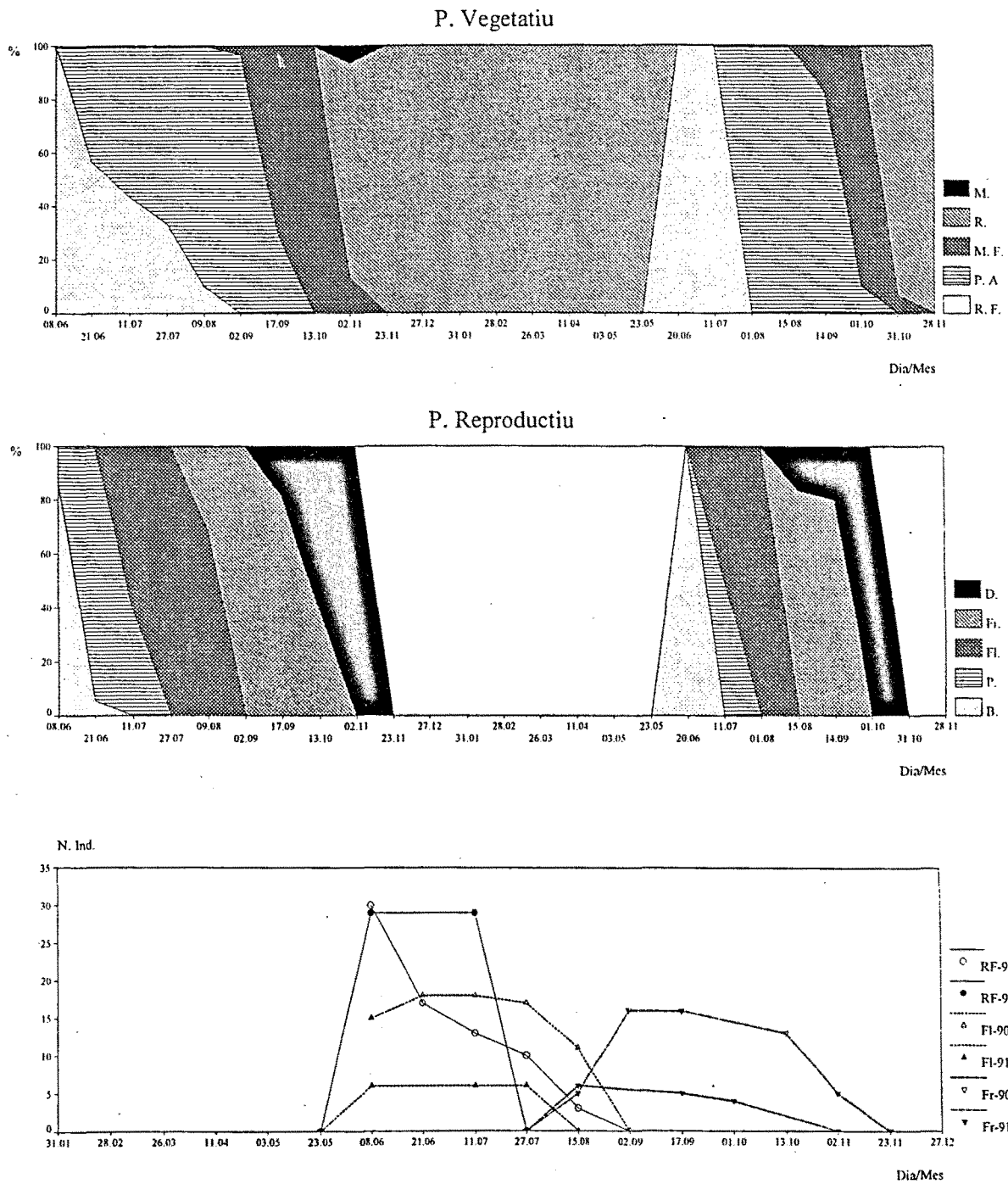


Figura 8.7 Percentatge d'individus en les diferents fases fenològiques del període vegetatiu (gràfic superior) i del període reproductiu (gràfic intermig) de *Laserpitium gallicum*, des de principis del juny de 1990 fins a finals del novembre de 1991. Al gràfic inferior es compara el nombre d'individus en fase de renovació foliar (RF), de floració (FI) i de fructificació (Fr) en cada mostreig durant els dos anys d'estudi.

Variacions interanuals

A la gràfica inferior de la figura 8.7 s'observa que el comportament fenològic de l'espècie va ser bastant similar els dos anys. Pel que fa a la renovació foliar, la població va seguir pràcticament el mateix patró. Respecte a la floració, tal com ja hem comentat anteriorment, l'única diferència remarcable es dona en el nombre d'individus que assoleix aquesta fase. Lògicament a la fructificació es donen divergències en el mateix paràmetre entre els dos anys.

8.3.8 *Lavandula angustifolia* Mill. subsp. *pyrenaica* (DC.) Guinea

Descripció

Mata llenyosa de 3 a 7 dm d'alçada. Sociabilitat baixa. Rel axonomorfa lignificada, profunda. Tiges de 2 tipus: dolíoblasts i braquiblasts. Els primers estan lignificats, i estan molt ramificats des de la base, amb branques de creixement diferencial que acaben aproximadament al mateix nivell; a l'àpex d'aquestes branques es formen les inflorescències. A l'axil·la de les fulles dels dolíoblasts es formen els braquiblasts, que són branquetes laterals curtes.

Fulles linear-lanceolades, les dels dolíoblasts de 2.5 a 3.5 cm de llarg, les dels braquiblasts de 0.5 a 1 cm; de joves són blanc tomentoses, després esdevenen verdes. Poden manifestar malacofil·lia.

Inflorescència espíforme, laxa, de 3 a 4 cm, llargament pedunculada, amb 4-7 verticil·lastrs, cadascun de 3 a 8 flors, amb bràctees amplament ovades. Calze tubulós, de 5-6 mm, amb nervis paral·lels prominents, pubescent i glandulós. Corol·la púrpureo-violàcia, de 9-15 mm, amb tub pubescent internament i externa. 4 estams didínams, soldats al tub de la corol·la. Ovari súper amb estil ginobàsic. Generalment només es desenvolupa un fruit per flor. Aquenis glabres, negrosos, lluents, de 2-3 x 1 mm

Hàbitat: Pasturatges camefítics i brolles. De les contrades mediterrànies a l'estatge montà submediterrani.

Distribució: Latesubmediterrània.

Cicle biològic

A finals d'abril o al maig s'inicia el creixement de la tija i la renovació foliar (figura 8.8). Aquesta fase s'estèn fins a principis d'hivern però pot quedar interrompuda a l'agost. A partir del setembre comencen a marcir-se les fulles i moltes van caient. A l'entrada de l'hivern la planta ha perdut

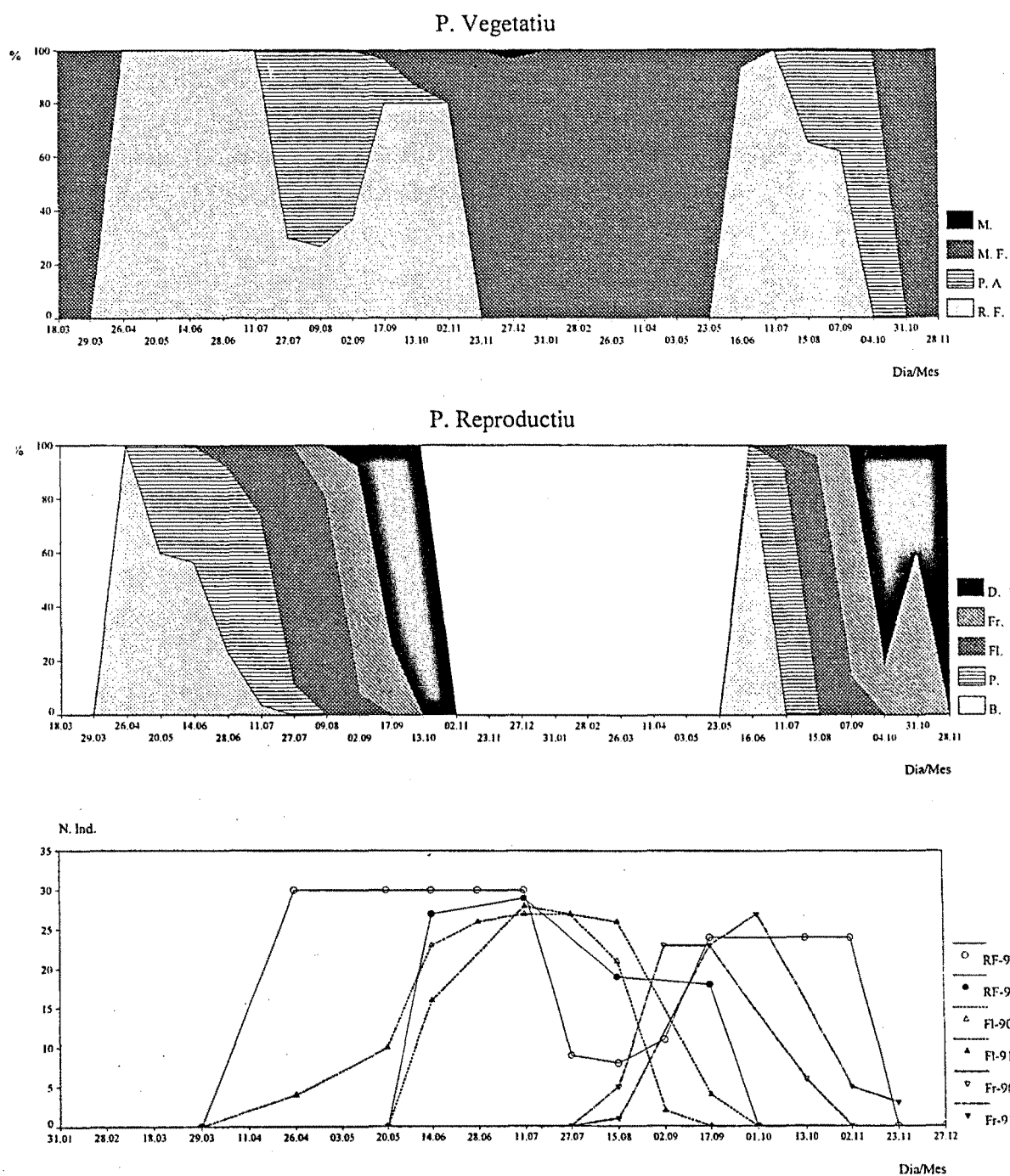


Figura 8.8 Percentatge d'individus en les diferents fases fenològiques del període vegetatiu (gràfic superior) i del període reproductiu (gràfic intermig) de *Lavandula angustifolia*, des del març de 1990 fins a finals del novembre de 1991. Al gràfic inferior es compara el nombre d'individus en fase de renovació foliar (RF), de floració (FI) i de fructificació (Fr) en cada mostreig durant els dos anys d'estudi.

bonapart del seu fullatge.

La floració s'inicia l'abril o el maig, segons l'any, amb l'aparició del borro floral a l'extrem de les tiges, de vegades abans d'allargar-se totalment. Posteriorment s'estira l'espiga, es diferencien els verticil·lastres i es produeix l'antesi. La floració s'estèn des del juny fins al setembre, ja que les flors es van obrint molt escalonadament. La formació del fruit i la dispersió de la llavor es donen fins ben entrat l'hivern.

Gairebé tota la població va florir els dos anys de mostratge (taula 8.2). En algun cas no es va arribar a produir fruit cap fruit.

Variacions interanuals

Al gràfic inferior de la figura 8.8 s'observa que a les 3 fases que es comparen es va produir un retard el segon any respecte del primer. Les diferències més remarcables es donen en l'activitat vegetativa: el 1991 el creixement i la renovació foliar s'iniciaren gairebé dos mesos més tard que el 1990, però en canvi, no es va aturar el creixement a l'estiu, tal com va passar el primer any.

Conseqüentment, la floració i la fructificació s'iniciaren també més tard al 1991. La durada i l'extensió de la floració fou també més curta (taula 8.3), de manera que es compensà el retard inicial i l'últim tram de la corba és similar pels 2 anys. La fructificació, va començar pràcticament igual però el màxim i l'acabament de la fase es van donar amb un mes de retard el segon any.

8.3.9 *Lotus corniculatus* L. subsp. *corniculatus*

Descripció

Hemicriptòfit de 5 a 30 cm d'alçada. Cada individu forma rodals de fins a 30 cm o més, però relativament aïllats els uns dels altres. Rel axonomorfa, lignificada, molt engruixida, amb poques ramificacions, profunda. Planta pubescent, formada per nombroses tiges anuals. Fulles compostes, folíols sèssils, obovats, de 5-10 x 2-3 mm.

Inflorescència corimbosa amb 1 a 5 flors, llargament pedunculada. Flors hermafrodites, pol·linitzades per insectes, parcialment autocompatibles (Turkington & Franko, 1980). El transport del pol·len el fan principalment vèspids, però també és molt visitada per lepidòpters, que prenen el nèctar. Calze de 7-10 mm, amb pèls molt llargs, patents. Corol·la groga, sovint ratllada de vermell, de 8-15 mm. Androceu diadelf. Llegum d'1.5 a 3 cm, amb 2 a 6 granes. Llavors subglobuloses, llises, d'1 a 2 mm. Dehiscència del fruit sobtada, per expulsar les llavors; les valves queden espiralades i es mantenen un cert temps a la planta.

A les poblacions de *Lotus* dels badlands s'han observat morfologies peculiars. Els individus solen ésser mig reptants, i més petits que no els d'altres ambients. La rel principal està molt més engruixida i el sistema radical s'estèn molt en sentit horitzontal.

Hàbitat: Planta amb un rang ecològic molt ample, probablement sota formes diferents: prats, pastures, talussos, etc... Contrades mediterrànies i estatges montà i subalpí

Distribució: Pluriregional.

Cicle biològic

A partir del mes d'abril comencen a aparèixer les tiges anuals (figura 8.9); el seu creixement i l'expansió de les fulles pot estendre's fins al setembre, però en els peus florits sol aturar-se cap al juliol. La durada d'aquesta fase és realment molt variable entre els individus: entre 3 i 16 setmanes (taula 8.3). Les fulles es marceixen a partir del setembre i a començaments d'hivern pràcticament tots els peus estan completament secs. Durant aquesta estació no queda cap part aèria, fins a la primavera següent que la planta reinicia el seu creixement. S'ha constatat la mort de 2 individus durant el període hivernal.

La floració s'inicia a finals de maig, amb l'eclosió de les primeres poncelles. Durant tot l'estiu es poden trobar flors obertes, però la durada d'aquesta fase per un individu sol ser al voltant d'un mes. La formació del fruit és relativament ràpida, però un cop formats es mantenen a la planta molt de temps abans de la dispersió, de manera que se'n pot trobar fins al novembre.

El percentatge d'individus florits va ser relativament alt els 2 anys d'estudi (taula 8.2). En ambdós casos s'assolí majoritàriament la fructificació amb èxit.

Variacions interanuals

Pel que fa al creixement vegetatiu, es produí el màxim de la població al mes de juny els 2 anys (figura 8.9). Aquesta fase s'estengué gairebé 3 mesos més el 1990, encara que només pel fet que 2 o 3 individus es mantingueren actius durant més temps.

Quant a les fases reproductives, no es donaren diferències importants en el conjunt de la població, només minoritàriament s'allargà per la cua l'extensió de les 2 fases.

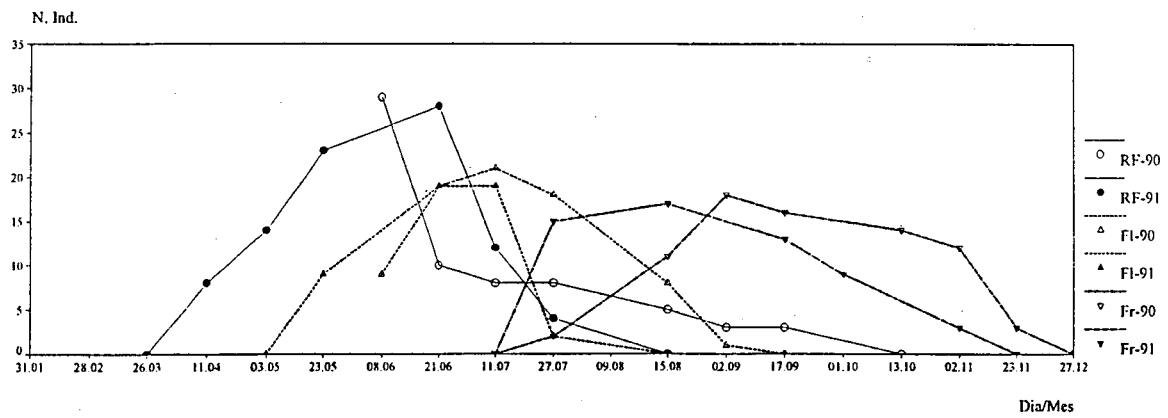
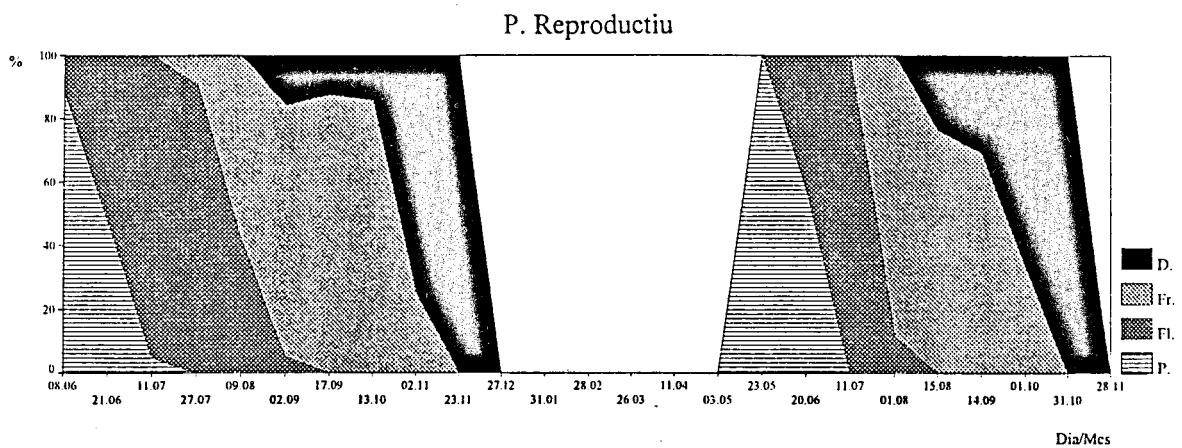
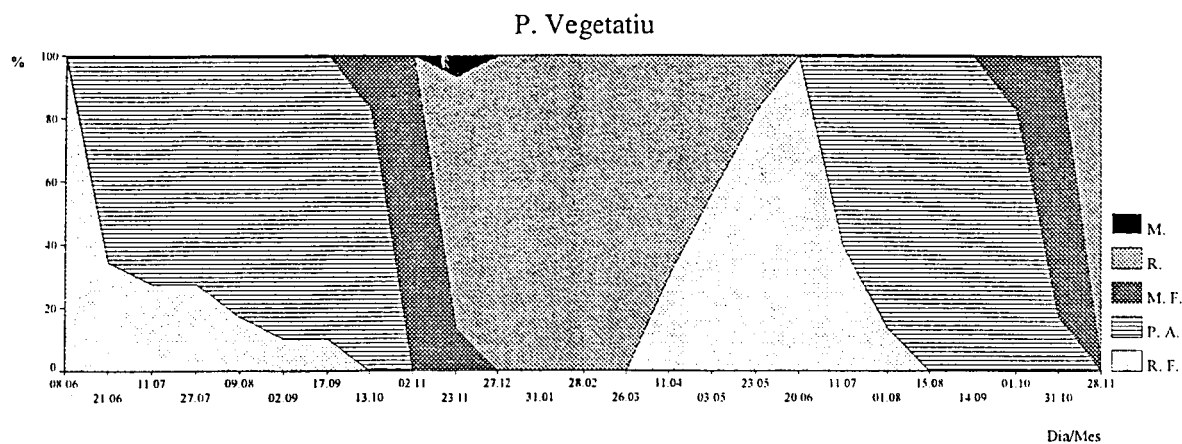


Figura 8.9 Percentage d'individus en les diferents fases fenològiques del període vegetatiu (gràfic superior) i del període reproductiu (gràfic intermig) de *Lotus corniculatus*, des de principis del juny de 1990 fins a finals del novembre de 1991. Al gràfic inferior es compara el nombre d'individus en fase de renovació foliar (RF), de floració (Fl) i de fructificació (Fr) en cada mostreig durant els dos anys d'estudi.