

# ELS ECOSISTEMES PRATÍCOLES DE LES PLANES DE SON I LA MATA DE VALÈNCIA

ROSA LLURBA,\* MARCELA CUADROS,\*  
DANIEL VENTURA,\* XAVIER DE LAMO\*  
I MARIA TERESA SEBASTIÀ\*\*

\* Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. E-25280 Solsona.

\*\* Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrònoma. Universitat de Lleida. E-25198 Lleida.

LLURBA, R.; CUADROS, M.; VENTURA, D.; LAMO, X. de; SEBASTIÀ, M. T. (2010). «Els ecosistemes pràcticoles de les Planes de Son i la mata de València». A: GERMAIN, J. [cur.]. *Els sistemes naturals de les Planes de Son i la mata de València*. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural. (Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural; 16), p. 735-750. ISBN: 978-84-9965-008-1.

## Resum

La importància dels canvis globals actuals, en especial en ecosistemes de muntanya, posa en primer pla la necessitat d'avaluar els efectes que les variables climàtiques i de gestió tenen sobre els ecosistemes. Els canvis socioeconòmics comporten canvis dràstics en els usos i la gestió dels sistemes pastorals, amb un increment de l'abandó de certes activitats agropastorals i canvis en la gestió ramadera. Per tal d'estudiar la natura d'aquests canvis i l'impacte en els ecosistemes pastorals, s'analitzà l'efecte de les variables d'ús i gestió, i del gradient climàtic associat al gradient altitudinal existent, en les comunitats vegetals i de caràbids als prats de les Planes de Son. La gestió es revelà com a determinant de la composició vegetal i de caràbids, amb un efecte més petit de l'altitud. Tanmateix, cal considerar que ambdós factors actuen conjuntament i que la diversitat de models de gestió existent es basa en el mateix gradient climàtic. Composició i riquesa es comportaren de manera independent dins d'un mateix grup tròfic i també entre grups tròfics diferents. La diversitat de plantes augmentà a les zones pasturades, i la de caràbids, a les zones abandonades boscoses. Els resultats indiquen canvis en l'estructura de les xarxes tròfiques com a resposta a les variables de gestió i clima. Es conclou que l'estudi de l'impacte dels canvis globals actuals en els sistemes pastorals i les funcions ecosistèmiques requereix una aproximació multitròfica.

PARAULES CLAU: canvi global, gestió, ús, gradient climàtic, composició i diversitat, vegetació, caràbids.

## Resumen

La importancia de los cambios globales actuales, en especial en ecosistemas de montaña, pone de relieve la necesidad de evaluar los efectos que las variables climáticas y de gestión tienen sobre los ecosistemas. Los cambios socioeconómicos comportan cambios drásticos en los usos y gestión de los sistemas pastorales, con un incremento del abandono de ciertas actividades agropastorales y variaciones en la gestión ganadera. Para estudiar la naturaleza de estos cambios y su impacto sobre los ecosistemas pastorales, se analizó el efecto de las variables de uso y gestión, y del gradiente climático asociado al gradiente altitudinal existente, en las comunidades vegetales y de carábidos de los prados de Les Planes de Son. La gestión se reveló como determinante de la composición vegetal y de carábidos, con un efecto menor de la altitud. Sin embargo, hay que tener en cuenta que ambos factores actúan conjuntamente y que la diversidad de modelos de gestión existente se basa en el propio gradiente climático. Composición y riqueza de especies se comportaron de forma independiente dentro de un mismo grupo trófico, y también entre grupos tróficos distintos. La diversidad de plantas aumentó en las zonas pastoreadas, y la de carábidos, en las zonas abandonadas boscosas. Los resultados indican cambios en la estructura de las redes tróficas como respuesta a las variables de gestión y del clima. Se concluye que el estudio del impacto de

los cambios globales actuales en los sistemas pastorales y las funciones ecosistémicas requiere una aproximación multitrófica.

PALABRAS CLAVE: cambio global, gestión, uso, gradiente climático, composición y diversidad, vegetación, carábidos.

## *Abstract*

The importance of current global changes, particularly in mountain ecosystems, reveals the need to evaluate the effects of climate and land use variables on ecosystems. Socio-economic changes entail strong changes in the use and management of pastoral ecosystems, increasing the abandonment of some agropastoral activities and modifying grassland management. In order to study those changes and their impact on pastoral ecosystems, the effect of changes in land use, management and climate, the last associated to the altitudinal gradient, were analyzed in plant and carabid communities in grasslands in Les Planes de Son. Management was determinant of plant and carabid composition, with a smaller effect associated to altitude. However, both variables act together, and the diversity of managements is based on the altitudinal and climatic gradient. Species composition and richness behave independently within a given trophic group and also between trophic groups. Plant diversity increased in grazed ecosystems and carabid diversity in abandoned forested areas. The results suggest changes in the structure of trophic webs in response to climate and management variables. In conclusion, the study of current global changes on pastoral ecosystems and ecosystem functions requires a multitrophic approach.

KEYWORDS global change, management, land use, climatic gradient, composition and diversity, vegetation, carabids.

## 1. INTRODUCCIÓ

La conca mediterrània ha estat l'escenari del naixement, expansió i col·lapse d'algunes de les més grans civilitzacions de la història. El pas de totes aquestes civilitzacions ha tingut un gran impacte en la biota i els ecosistemes que la formen, i els Pirineus no han estat una excepció en tot aquest procés. No és possible entendre els trets paisatgístics i la vegetació sense considerar la profunda petjada que els humans han deixat en la seva interacció amb l'entorn.

Als Pirineus, el pastoralisme ha estat tradicionalment la base de l'economia local i és l'activitat antròpica que més ha modelat el paisatge, si més no a l'alta muntanya. Els pasturatges de muntanya desenvolupen un paper clau en el cicle alimentari del bestiar extensiu, atès que proporcionen aliment durant l'estiu, quan la productivitat dels pasturatges de zona baixa es veu reduïda com a conseqüència de la manca de precipitacions típica dels climes mediterranis (De Bello *et al.*, 2005).

En els darrers anys, però, la davallada de la població de les zones rurals ha comportat una disminució de les activitats agrícoles i ramaderes tradicionals, la qual cosa també ha comportat canvis en l'àmbit paisatgístic. En el cas dels pasturatges seminaturals, on els grans herbívors formen una part integral de l'ecosistema, aquesta disminució de l'activitat ramadera tradicional provoca sovint el seu abandonament i l'inici del procés d'invasió per part del matollar (De Bello *et al.*, 2005). La pèrdua d'àrees pastorals porta com a conseqüència una homogeneïtzació paisatgística, la qual cosa repercuteix directament en la diversitat d'organismes associats a aquests sistemes oberts.

Els prats de muntanya pirinencs presenten una gran diversitat d'espècies i d'ecosistemes (Sebastià, 2004; De Bello *et al.*, 2007), lligada a una forta heterogeneïtat de les condicions ambientals fisiogràfiques (Körner, 1995; Adler *et al.*, 2001). També hi contribueixen les perturbacions a diverses escales, incloent-hi aquelles lligades als micromamífers i els artròpodes (Sebastià & Puig, 2008), i al pasturatge (Sebastià *et al.*, 2008b). El repte que suposa la situació de canvi global actual, en particular en els ecosistemes de muntanya, on els canvis climàtic i d'ús prenen un relleu especial, requereix una millora del coneixement de l'impacte de les variables ambientals, incloses les climàtiques (Sebastià, 2007; Sebastià *et al.*, 2008c), i les variables d'ús i gestió que actualment estan en procés de canvi. Aquestes variables poden tenir diferents efectes en els components estructurals dels ecosistemes i, com a resultat, impactar-ne el funcionament (Chapin *et al.*, 1997; Hooper *et al.*, 2005; Loreau *et al.*, 2001). D'altra banda, les diferents components de la diversitat (De Bello *et al.*, 2007; López-i-Gelats & Bartolomé, 2008) i dels diferents nivells tròfics dels ecosistemes poden reaccionar de manera diferent als filtres ambientals derivats de l'ús i el clima. Per tant, l'estudi de l'efecte d'aquestes variables requereix una aproximació ecosistèmica o multitròfica, davant de les aproximacions des del punt de vista d'espècie o des del punt de vista tròfic utilitzades majoritàriament (Duffy, 2002; Hooper *et al.*, 2005; Loreau *et al.*, 2001; Swift *et al.*, 2004; Tscharnke & Greiler, 1995).

Les Planes de Son, amb l'ampli gradient altitudinal, ofereix una bona representació de com l'home ha anat adaptant l'activitat i els diferents usos del sòl segons les condicions i singularitats pròpies de cada tipus de paisatge. En aquest context i per tal d'abordar aquestes qüestions s'estudiaren les comunitats agropastorals de les Planes de Son, incloent les comunitats derivades del seu abandó i avaluant-ne la riquesa i composició de les comunitats vegetals i de caràbids, sota el gradient climàtic i de gestió que trobem a la vall.

## 2. MATERIALS I MÈTODES

### 2.1. SITUACIÓ DE LA RAMADERIA A LES PLANES DE SON

L'ús ramader dels prats de les Planes de Son es va avaluar mitjançant entrevistes estandarditzades a tots aquells propietaris ramaders que aprofiten la vall. L'enquesta comprenia preguntes de resposta tancada, multiresposta, resposta oberta o d'opinió i resposta binària amb filtre. Es va obtenir informació relativa al nombre i el tipus de bestiar que pastura a la vall, així com també sobre els seus moviments i el temps que resten a cada lloc. De manera complementària a l'enquesta, el moviment del bestiar es va cartografiar sobre ortofotomapes a escala 1:25.000. També es van obtenir altres tipus de dades, com per exemple edat o condició socioeconòmica del ramader, que són també importants a l'hora de caracteritzar la situació ramadera de la zona i la possible evolució futura.

A partir d'aquestes dades, i mitjançant tècniques lligades als sistemes d'informació geogràfica, es calcularen les càrregues ramaderes per a les diferents parts de la vall. Per tal de fer una comparació de les càrregues segons el tipus de bestiar s'utilitzà la unitat de bestiar gros (UBG) com a unitat de referència. Per al càlcul de les càrregues es va tenir en compte el nombre de caps de bestiar i el temps de permanència d'aquests en una determinada pastura, a més de l'àrea d'aquesta. Per a l'anàlisi de l'efecte de la càrrega en la composició vegetal, es traduïren els valors trobats (UBG) en una variable semiquantitativa entre 0 i 3 (0, correspon a zones abandonades; 1 correspon a una UBG < 0,2; 2 correspon a una UBG entre 0,2 i 0,4; i 3 implica una UBG > 0,4).

### 2.2. TIPOLOGIA I DIVERSITAT VEGETAL DELS ECOSISTEMES PASTORALS

S'efectuà un mostreig estratificat d'acord amb: *a*) els diferents estatges altitudinals presents a la vall (es diferenciaren sis nivells, partint dels 1.400 m fins als 2.699 m del pic de lo Tésol); *b*) la tipologia de gestió (pasturatges, prats dalladors o abandó); i *c*) el pendent (superior o inferior als 15°). El mostreig va ser aleatoritzat dins d'aquestes categories d'estratificació i d'acord amb la superfície que ocupa cada estrat. A la zona montana (1.400-1.800 m) es varen mostrejar 4 sistemes agropastorals que representen un gradient d'ús: 1) prats de dall; 2) prats de dall abandonats, actualment pasturats; 3) bosc jove originat per l'abandó dels prats de dall, sense cap aprofitament ramader avui en dia; i 4) prats de pastura (sotmesos a algun dall ocasional encara actualment o en el passat). A l'estatge subalpí, entre 1.800 i 2.000 m, es mostrejaren pastures de bestiar boví i pastures mixtes d'oví i boví. Finalment, a l'estatge alpi es mostrejaren pastures d'oví.

El treball de camp es va portar a terme durant el moment de màxim desenvolupament de l'herba (juliol) de l'any 2006. A cada localitat de mostreig, al centre d'una zona de vegetació homogènia s'establí una parcel·la de 10 × 10 m, i a l'extrem d'aquesta, una de 2 × 2 m. Es van identificar la totalitat de les espècies presents en cadascuna d'aquestes parcel·les mitjançant el mètode de presència-absència. A més, es va dallar la biomassa vegetal present en quatre subparcel·les de 0,5 × 0,5 m, situades a dos extrems de la parcel·la de 2 × 2 m, una de les quals posteriorment va ser separada per espècies al laboratori (nomen-

clatura segons Tutin *et al.*, 1964-1980, i Bolòs *et al.*, 1993) per tal de determinar l'abundància relativa de cada espècie.

## 2.3. COMPOSICIÓ I DIVERSITAT DE LES COMUNITATS DE CARÀBIDS DELS ECOSISTEMES PASTORALS

Es varen mostrejar les comunitats de caràbids als sis sistemes agropastorals mencionats, als estatges montà i subalpí, amb dues rèpliques de cada sistema. A cada punt de mostreig es col·locaren 4 trampes de gravetat, dins de l'àrea de 100 × 100 m inventariada pel que fa a la vegetació, i es reemplaçaren les trampes setmanalment. Per als prats de dall i les dues comunitats derivades del seu abandó, es mostrejà durant 4 setmanes consecutives en el període juny-juliol (des del 19 de juny), fins al moment del dall dels prats dalladors, i les dues últimes setmanes d'agost. A les pastures es mostrejà dues setmanes consecutives al juliol (a partir del 10 de juliol) i les dues últimes setmanes d'agost. Els caràbids recollits se separaren i s'identificaren a nivell d'espècie, i s'acumulà el seu recompte en períodes de dues setmanes. Les dades resultants s'associen per tant a tres moments de mostreig: les quatre setmanes del període juny-juliol, acumulades de dos en dos (T1 i T2), i les dues setmanes a l'agost (T3). Per a l'anàlisi de riquesa de caràbids s'ha utilitzat el nombre d'espècies acumulat les dues setmanes de juliol (T2).

## 2.4. ANÀLISI ESTADÍSTICA

Per tal d'identificar les principals comunitats pràticoles presents a la vall i els factors ambientals associats, s'aplicaren diferents tècniques d'anàlisi multivariant. En primer lloc, s'efectuà una anàlisi multivariant d'ordenació (anàlisi de correspondències sense tendència, *detrended correspondance analysis*, DCA) de les diferents comunitats d'acord amb la seva composició mitjançant el programa Canoco 4.5 (Ter Braak & Smilauer, 2002). Posteriorment, s'utilitzà una anàlisi multivariant restringida a les variables ambientals recollides (anàlisi de correspondències canònica, *canonical correspondence analysis*, CCA), tenint en compte les variables fisiogràfiques i edàfiques com a covariants. D'altra banda, s'analitzà si es donaven diferències significatives en els valors trobats de riquesa d'espècies vegetals i de caràbids, d'acord amb les tipologies de gestió existents, a través d'una anàlisi de la variància i un test de comparació de mitjanes, segons el mètode LSD (*least square difference*). Per acabar, s'analitzà l'efecte de l'altitud en la riquesa d'espècies vegetals i de caràbids mitjançant una regressió lineal.

## 3. RESULTATS

### 3.1. CARACTERITZACIÓ DE L'ACTIVITAT RAMADERA A LA VALL

Les Planes de Son presenten l'estructuració característica dels usos agropastorals als Pirineus. A les zones més baixes i properes al nucli de Son se situen els tipus de gestió més

intensius, com els prats de dall i, històricament, una àrea important de conreus (patata o cereals) en rotació amb cultius de lleguminoses farratgeres i prats farratgers sotmesos al dall. Històricament el dall hi era comú fins pràcticament els 1.700 m, amb dalls des de la primavera fins a la tardor, o en combinació amb el pasturatge, amb una reducció del nombre de dalls. Per damunt dels 1.700 m fins als altiplans de Mil Potros, al pic del Pinetó, l'ús principal era la pastura, que, amb les diferents etapes socioeconòmiques, ha estat dominada per diferents espècies ramaderes, des de les mules que servien de maquinària agrícola abans de l'arribada del tractor, els grans ramats d'oví que dominaren fins als anys 50 o el bestiar boví, de la gestió més intensiva per al cas del boví de llet a la més extensiva per al de carn, que s'alternaren en funció de les prioritats de les polítiques agràries del moment.

Actualment pasturen a la vall els ramats de boví de ramaders de Son, Jou i València d'Àneu, que compten amb un total de 241 caps, amb 90, 35 i 116 caps de cada localitat, respectivament. A més, els dos ramaders de Son compten amb una trentena de caps de bestiar equí que pasturen a la zona subalpina. Aquests ramats pasturen a les zones properes als respectius pobles en els períodes prehivernal i posthivernal, situades a les cotes més baixes (per sota els 1.500 m). Queden exclosos del pasturatge els prats aprofitats mitjançant el dall, que en tot cas poden pasturar-se ocasionalment en el període prehivernal. Des del mes de maig fins a mitjan juliol, s'agrupen els ramats de boví i es puguen a les zones altimontana i subalpina (figura 1). Els prats amb una gestió combinada de pastura i dall a la zona de les Planes es pasturen de manera primerenca per després quedar exclosos per tal de fer-ne un aprofitament a principis d'estiu mitjançant el dall. Si més no, en els últims anys, l'abandó del dall, la manca de pastor i probablement la sequera han fet que aquest tipus de gestió sigui relict, de manera que actualment aquests prats són utilitzats majoritàriament mitjançant la pastura.

Actualment ens trobem davant de canvis importants en la ramaderia pirinenca, que no exclouen les Planes de Son. De les enquestes realitzades als ramaders de la vall i de l'observació dels mateixos ramats en camp es desprèn que s'estan donant els següents canvis:

- Canvis del tipus de bestiar: *a)* desaparició de la ramaderia ovina tot i que els ramats de la vall d'Espot, que compta amb uns 200-300 caps, penetren a la zona pel coll de Fogueruix i pasturen les franges per damunt dels 2.000 m, coincidint amb el bestiar boví i equí al mateix coll; *b)* disminució any rere any dels caps de bestiar boví; *c)* augment del bestiar equí ja que requereix menys atencions.
- Canvis en la disponibilitat de manera estable de pastors. Aquest fet pot provocar canvis en els patrons de distribució dels animals en l'espai, amb una major heterogeneïtat en aquesta distribució, i un sobrepasturatge en determinades zones mentre que d'altres queden abandonades.
- Reducció del nombre de ramaders i manca de relleu generacional.
- Abandó dels usos agrícoles, tant de conreus no farratgers com els mateixos prats de dall. Com s'ha comentat, el dall combinat amb el pasturatge a la zona de les Planes és ja relict i apareixen algunes zones properes als prats de dall que han passat a ser pastures de primavera i tardor. D'altra banda, trobem zones que foren abandonades, que tampoc no es pasturen i que constitueixen boscos joves de freixe.
- Substitució de les activitats agropastorals per activitats turístiques, amb increment de la construcció a causa de l'augment de segones residències, etc.

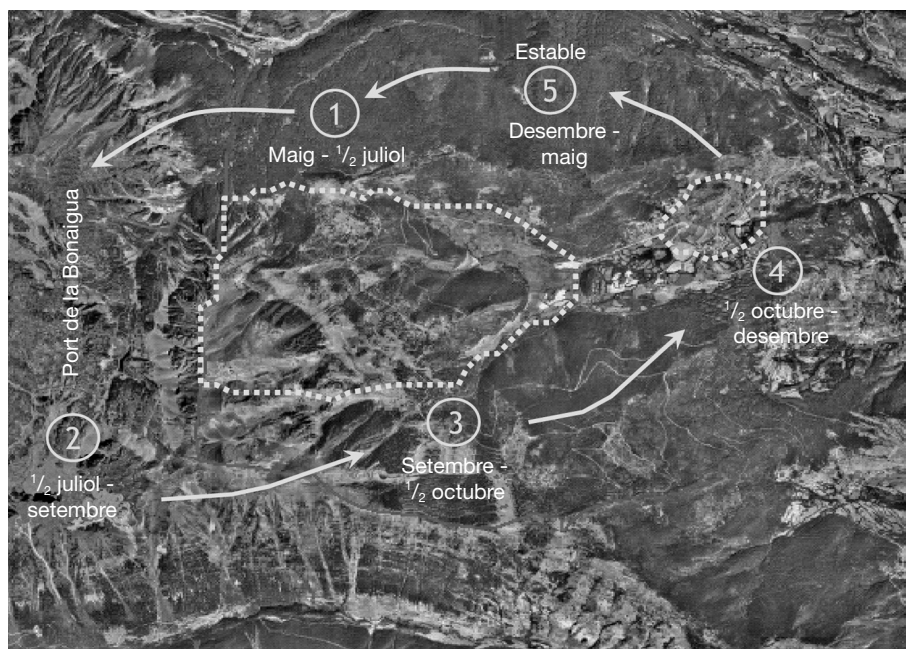


FIGURA 1. Representació del moviment del bestiar boví al llarg de l'any a la vall de Son.

Cal tenir en compte que les Planes de Son presenten un patró de pasturatge peculiar (figura 1), ja que els ramats del municipi tenen el dret de pastura a la vall veïna de Sendrosa, de manera que els ramats de boví deixen la vall a mitjan juliol, per tornar-hi a principis de setembre.

### 3.2. COMPOSICIÓ I ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓ DELS ECOSISTEMES PASTORALS

Segons la distribució de presències d'espècies vegetals, les comunitats estudiades es disposen al llarg d'un gradient que combina la variació altitudinal i de gestió (figura 2). Dins d'aquest gradient, les comunitats boscoses, corresponents a antigues pastures ara abandonades, i les comunitats pràticoles de les zones baixes es disposen a un costat del gradient, mentre que els prats d'altitud es disposen a l'altre costat, sobre l'eix 1 de la DCA (figura 2). La importància del gradient altitudinal combinat amb la gestió es confirma quan es considera la composició florística de les comunitats estrictament pràticoles, tenint en compte les abundàncies de les espècies (figura 3).

Els prats de dall mesohigròfils i els prats derivats de l'abandó del dall, que actualment estan sotmesos a pastura extensiva, presenten moltes similituds florístiques (figura 3). Aquestes comunitats se situen al voltant del nucli de Son, entre els 1.400 i 1.500 m d'altitud, i en són característiques espècies com *Polygonum bistorta* (bistorta), *Trisetum flavescens* (fromental petit), *Trollius europaeus* (rovell d'ou), *Dactylis glomerata* (dàctil) i *Astrantia major*. Un altre grup de prats diferenciat és el que és format pels prats montans



(figura 3), caracteritzats per *Agrostis capillaris*, *Festuca nigrescens*, *Carex caryophylla*, *Galium verum* (espunyidella groga), *Koeleria macrantha* i *Chamaespartium sagittale* (gíjol). Un tercer grup està format pels prats subalpins pasturats per vaques (figura 3).

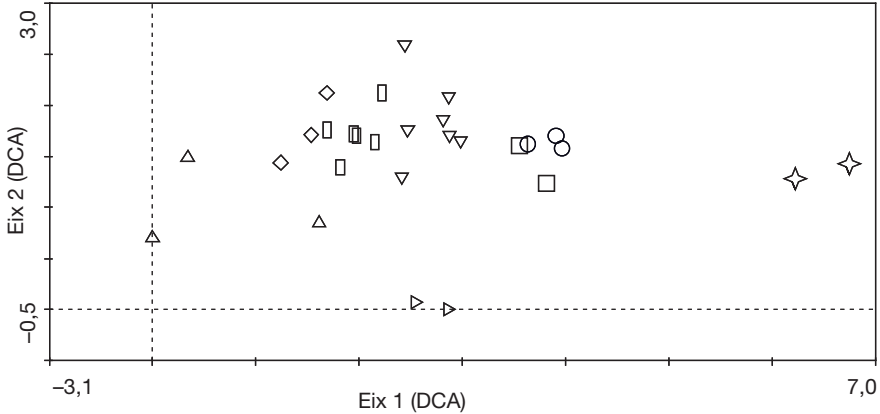


FIGURA 2. Anàlisi del gradient de composició vegetal d'acord amb les 2 primeres components principals (DCA) i segons la presència d'espècies en una superfície de 100 m<sup>2</sup>. Prats de dall (○), prats de dall abandonats (□), bosc resultant de l'abandó agropastoral (☆), prats montans (▽), prats montans - conreus abandonats (▷), prats subalpins pasturats per vaquí (◻), prats subalpins pasturats per vaquí i oví (◇), pastures alpines d'oví (△).

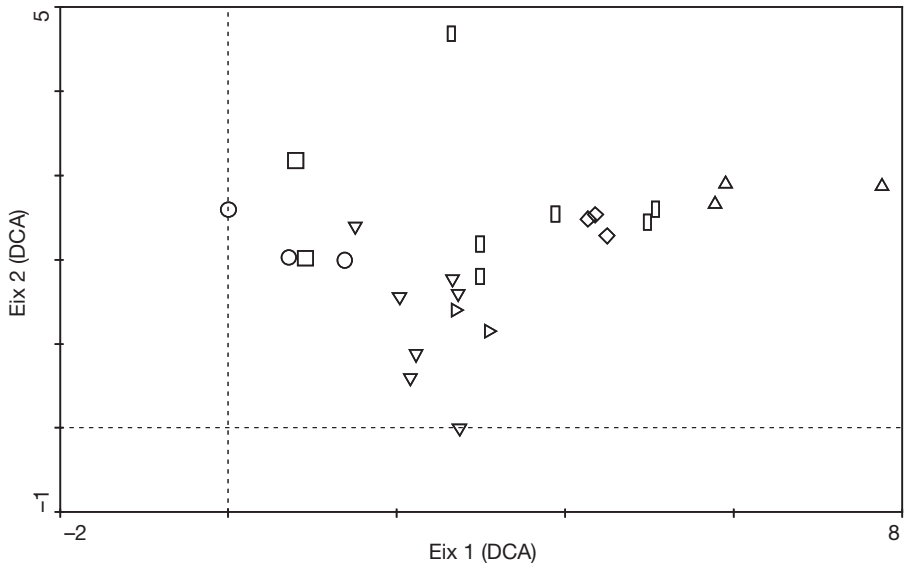


FIGURA 3. Anàlisi de components principals, que mostra la distribució canònica de les comunitats práticoles d'acord amb la seva composició, segons la seva proporció de biomassa en mostres dallades en 0,25 m<sup>2</sup>. Prats de dall (○), prats de dall abandonats (□), prats montans (▽), prats montans - conreus abandonats (▷), prats subalpins pasturats per vaquí (◻), prats subalpins pasturats per vaquí i oví (◇), pastures alpines d'oví (△).

Aquest grup té una vegetació més heterogènia que els anteriors i s'acosta pel que fa a la composició bé als prats subalpins pasturats per ovelles, bé a les pastures montanes pasturades per vaques. Un quart grup, no gaire extens i molt homogeni, està format pels prats subalpins pasturats per bestiar boví i oví conjuntament. Dins d'aquest grup són freqüents espècies com *Festuca nigrescens*, *Plantago monosperma*, *Phyteuma hemisphaericum* (fi-teuma hemisfèric), *Gentiana verna* (pastorella) i *Poa alpina*. Finalment, un cinquè grup,

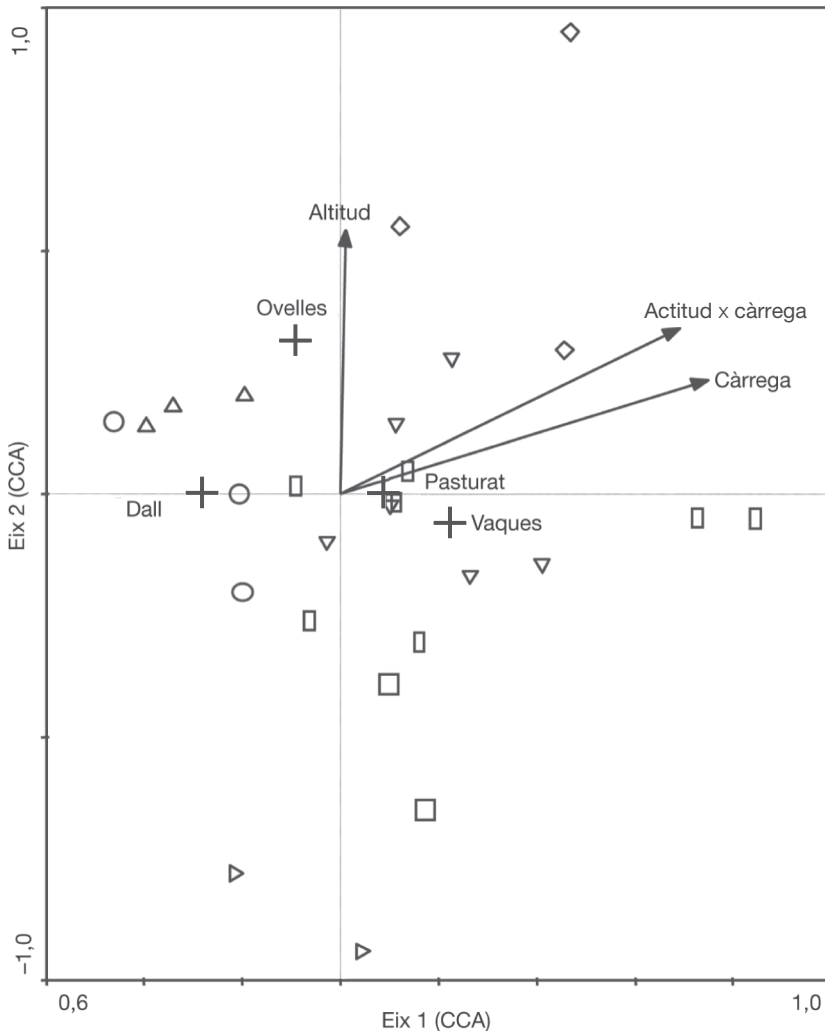


FIGURA 4. Distribució de les mostres i les variables ambientals en els dos primers eixos de variació de l'anàlisi restringida (CCA). Els diferents símbols representen els diferents grups de prats. Prats de dall (○), prats de dall abandonats (□), prats montans (▽), prats montans - conreus abandonats (▷), prats subalpins pasturats per vaquí (□), prats subalpins pasturats per vaquí i oví (◇), pastures alpines d'oví (△); centroide de les variables ambientals nominals (+).

força heterogeni, està format per les pastures alpines esglaonades situades a la pala del Tésol i el Pinetó, caracteritzat per la presència de *Festuca eskia* (gesp), *Vaccinium myrtillus* (nabiu), *Nardus stricta* (pèl caní) i *Carex nigra*.

Les tendències observades mitjançant l'anàlisi florística es confirmen amb l'anàlisi multivariant restringida d'acord amb les variables ambientals i de gestió (CCA, figura 4) i considerant les variables topogràfiques, d'orientació, pendent i acidesa del sòl com a covariables. Aquesta anàlisi explica un 23,3 % de la variabilitat recollida en la composició de la vegetació. L'altitud per si sola (considerant les variables de gestió com a covariables) explica un 3,1 % de la variabilitat recollida a les dades. La gestió (considerant l'altitud com a covariable), que integra l'efecte de la càrrega, l'espècie ramadera o el dall, és responsable d'un 18,3 % de la variància de la composició vegetal. Queda, per tant, un percentatge de la variabilitat sense explicar respecte a la variabilitat recollida per ambdues variables que pot explicar-se per la interacció entre l'altitud i la càrrega ramadera (5,2 %).

Pel que fa a la riquesa d'espècies vegetals, les comunitats pràticoles montanes (considerades conjuntament), les subalpines pasturades per vaques i les alpines presenten una riquesa d'espècies vegetals superior a les comunitats boscoses derivades del seu abandó ( $P = 0,041$ ,  $n = 28$ ). Les pastures subalpines mixtes (pasturades per vaquí i oví) presenten una riquesa intermèdia entre ambdues (i no significativament diferent). D'altra banda, l'altitud no afectà negativament el nombre d'espècies vegetals de manera significativa ( $P = 0,201$ ,  $n = 28$ ).

### 3.3. COMPOSICIÓ DE LES COMUNITATS DE CARÀBIDS

El principal factor estructurador de les comunitats de caràbids és l'abandó de tota l'activitat pastoral, de manera que la representació del gradient composicional (DCA, figura 5) revela una separació en el primer eix de les comunitats de caràbids pròpies del bosc respecte a les comunitats de caràbids dels ecosistemes agropastorals, que evidencia la presència d'espècies pròpies de cadascuna de les comunitats. Cal remarcar que la majoria de les espècies de caràbids trobades són depredadores i només a les comunitats pràticoles apareixen caràbids herbívors com a espècies dels gèneres *Amara* i *Harpalus*. El segon eix reflecteix també una certa separació de les comunitats pasturades de la resta de comunitats dallades o provinents de l'abandó del dall. D'altra banda, les comunitats associades a pastures de vaquí ofereixen una composició més heterogènia que la resta.

Pel que fa als canvis d'aquestes comunitats en el temps, mentre que el bosc ofereix una composició relativament poc canviant, en les comunitats pràticoles el temps sembla que constitueix un factor determinant en la composició de caràbids, reflectit per la distribució de les mostres sobre el segon eix. Cal subratllar que el nombre de caràbids recollits als prats de dall fou nul en l'etapa posterior al dall (T3): tres setmanes després del dall, les poblacions de caràbids dels prats dalladors era encara nul·la. D'altra banda, les comunitats dallades presenten de manera puntual en espai i temps espècies pròpies de les comunitats boscoses, fet que podria indicar un moviment d'algunes espècies entre aquests sistemes.

Les comunitats de caràbids estudiades s'ordenen sobre el segon eix d'acord amb un gradient altitudinal (figura 5). De fet, el gradient climàtic associat a l'altitud determina una reducció del nombre d'espècies de caràbids ( $P = 0,051$ ,  $n = 12$ ). Aquesta variable resulta també influenciada per la tipologia de models de gestió analitzada, amb un nombre superior d'espècies de caràbids en les comunitats derivades de l'abandó (prats actualment pasturats i bosc) respecte a les comunitats pràticoles estudiades ( $P = 0,004$ ,  $n = 12$ ).

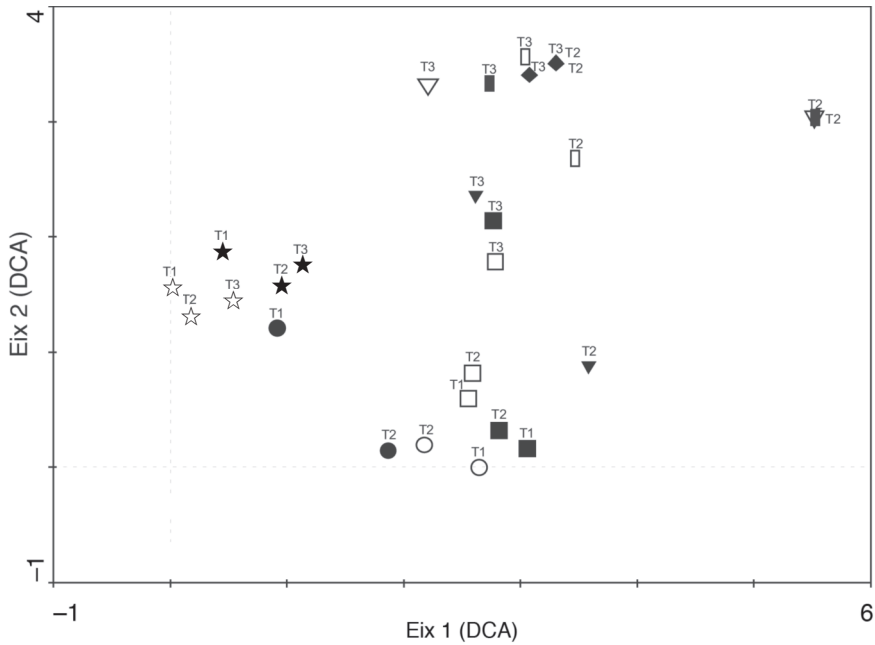


FIGURA 5 Anàlisi de components principals, que mostra la distribució canònica de les comunitats de caràbids d'acord amb la seva composició al llarg del temps (T1-T3). Prats de dall dall (○, ●), prats de dall abandonats (□, ■), bosc resultant de l'abandó agropastoral (☆, ★), pastures muntanyesques (▽, ▼), prats subalpins pasturats per vaquí (◻, ◼), prats subalpins pasturats per vaquí i ovi (◊, ◆).

### 3.4. RELACIÓ ENTRE LA RIQUESA D'ESPÈCIES VEGETALS I LA DE CARÀBIDS

Els canvis de gestió i ús, així com l'altitud, no impacten de la mateixa manera en la riquesa d'espècies vegetals i de caràbids. No es dona, per tant, una relació directa entre ambdues variables en les comunitats mostrejades (figura 6). Així, mentre que la riquesa vegetal és inferior en les comunitats boscoses mostrejades, aquestes presenten un nombre superior d'espècies de caràbids.

## 4. DISCUSSIÓ

El gradient climàtic representat en el rang altitudinal mostregat constitueix un filtre ambiental clau, tant per a la vegetació com per a les comunitats de caràbids, amb una reducció de l'abundància i nombre d'espècies de caràbids amb l'altitud i un efecte en la composició de les comunitats vegetals (figures 2, 3 i 4) i de caràbids (figura 5). D'altra banda, la diversitat de models de gestió existents a la vall constitueix l'element afaiçonador de les comunitats mostrejades (vegetals i de caràbids) i explica un percentatge de variabilitat de la composició vegetal superior a l'explicat per l'altitud. Cal tenir present, però, que la gestió s'estratifica en l'espai d'acord amb la mateixa altitud, amb un major impacte de l'ele-

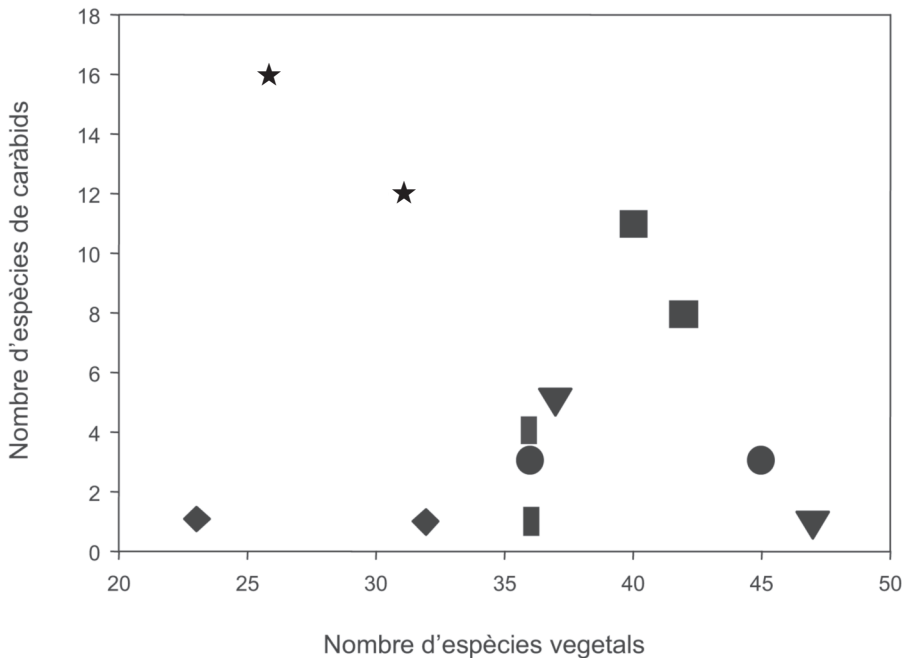


FIGURA 6. Relació entre la riquesa d'espècies vegetals i de caràbids trobada en 100 m<sup>2</sup> i que acumula els individus capturats en dues setmanes de juliol. Prats de dall (●), prats de dall abandonats (■), bosc resultant de l'abandó agropastoral (★), prats montans (▼), prats subalpins pasturats per vaquí (▣), prats subalpins pasturats per vaquí i oví (◆).

ment antròpic en les zones properes al nucli de Son, on l'accessibilitat i proximitat a les parcel·les o el pendent o la mida d'aquestes determinen l'existència de tipus de gestió com el dall, i permetia, en el passat, l'ús d'aquestes àrees per a altres conreus d'aprofitament no farratger. A més, es dona una interacció entre elements de la gestió (càrrega) i l'altitud que cal tenir present en l'estudi dels seus efectes en els ecosistemes estudiats i que indica que gestió i clima no actuen de manera independent.

Les comunitats mostrejades es troben en un moment de canvi, fet que es fa palès en l'aparició de comunitats corresponents a etapes successional o de transició i, probablement, es reflecteix en la variabilitat observada entre algunes comunitats pastorals (figures 2 i 3) on trobem espècies més típiques d'ambients agrícoles anteriors o espècies arbustives que indiquen una certa reducció de pressió del pasturatge en els límits actuals de les comunitats boscoses o de manera esparsa en el territori. Aquests canvis es troben associats a canvis socioeconòmics que impliquen canvis d'ús com l'abandó de certes activitats agropastorals i canvis en la gestió pastoral emprada, d'acord amb els canvis socials i les polítiques agràries que els acompanyen. Les diferents variables associades a la gestió, com són la càrrega ramadera i l'espècie, tenen un impacte en les comunitats vegetals estudiades (figura 4), tal com s'ha trobat en estudis previs (Olf & Ritchie, 1998; Sebastià *et al.*, 2008b). A més, la figura del pastor resulta clau en l'efecte del pastoreig en les comunitats vegetals, de manera que la manca de pastors qualificats és un element important que cal considerar en la planificació d'aquests sistemes (Sebastià *et al.*, 2008a).

Els canvis d'ús, com l'abandó, suposen un evident canvi en la composició vegetal (figures 2, 3 i 4) que pot reflectir-se en tota l'estructura tròfica de l'ecosistema, amb canvis també clars en els consumidors, tal com s'observa per a les comunitats de caràbids estudiades (figura 5). Els canvis de gestió més recents, en canvi, tenen un efecte inferior en la composició vegetal i de caràbids, tal com mostren les semblances entre els prats de dall i les pastures derivades de l'abandó recent del dall (figures 2 i 3 per a la vegetació i 5 per als caràbids). Si més no, amb l'abandó del dall es produeix un enriquiment d'espècies vegetals resultant de l'entrada d'espècies adaptades a les noves condicions. Per tant, no totes les variables, com en aquest cas la riquesa d'espècies i la composició, responen de la mateixa manera als gradients ambientals climàtics i de gestió, tal com s'ha trobat en treballs anteriors per a les diferents components de la diversitat (De Bello *et al.*, 2006; López-i-Gelats & Bartolomé, 2008).

D'altra banda, el fet que la riquesa i l'abundància de caràbids siguin superiors en prats de dall abandonats, tant en boscos com en les actuals pastures provinents de l'abandó del dall, indica un possible paper de l'estructura de la vegetació en les comunitats de caràbids (Perner *et al.*, 2005; Woodcock *et al.*, 2007). A més, es donen diferències en la composició funcional de les comunitats de caràbids, que compten amb espècies herbívores únicament en els ecosistemes pasturats i que reflecteixen canvis en l'estructura tròfica de les comunitats estudiades. L'estudi de la resposta pel que fa a la composició funcional de la vegetació es revela com una eina d'interès per al desenvolupament de patrons ecològics i de gestió (De Bello *et al.*, 2005), que pot fer-se extensible a l'estudi de la resposta d'altres grups tròfics. De fet, aquestes diferències en la resposta dels productors i consumidors als canvis d'ús i gestió estudiats posen de manifest la necessitat d'abordar els estudis de conservació considerant paràmetres de comunitat i, en qualsevol cas, analitzant més d'un nivell tròfic i incorporant els consumidors (Duffy, 2002; Hooper *et al.*, 2005; Loreau *et al.*, 2001; Swift *et al.*, 2004; Tschamtké & Greiler, 1995), atesa la importància de les pertorbacions ambientals per als nivells tròfics superiors.

La diversitat de models de gestió associada al gradient altitudinal proporciona, doncs, un paisatge complex i divers de comunitats agropastorals i boscoses que permet l'establiment d'una composició i estructuració de les comunitats i que, com a resultat, ha d'associar-se a una gradació en els béns i serveis proporcionats (Sebastià *et al.*, 2008a; Hooper *et al.*, 2005; Chapin *et al.*, 1997). D'altra banda, la interacció entre les diferents comunitats pot constituir un element que n'augmenti les funcions que s'hi desenvolupen. El fet que tres setmanes després del dall les poblacions de caràbids dels prats dalladors era encara nul·la posa de manifest l'efecte d'aquesta pertorbació sobre les comunitats de caràbids, tal com s'ha trobat per a d'altres grups d'artròpodes (sobre acrídids, Badenhauer *et al.*, 2008; sobre heteròpters, Di Giulio & Edwards, 2001; Di Giulio *et al.*, 2001). D'altra banda, el fet que es trobin al prat de dall espècies de caràbids que formen part de les comunitats de caràbids del bosc o dels prats pasturats circumdants podria indicar una certa mobilitat dels coleòpters mostrejats entre les diferents comunitats i, per tant, un paper d'aquestes en el restabliment de la comunitat de caràbids de sistemes més pertorbats com és el sistema dallat.

L'amenaça que suposa el canvi global actual, tant des del punt de vista climàtic com pels canvis socioeconòmics, dels quals resulten canvis dràstics en l'ús del territori i en la gestió agropastoral dominant (Sebastià *et al.*, 2008b, Sebastià *et al.*, 2008c), suposa l'acció de factors que poden traduir-se en importants canvis en les comunitats de la vall en els propers anys, així com en els béns i serveis que proporcionen.

## AGRAÏMENTS

Agraïm a la Fundació Territori i Paisatge i a la Institució Catalana d'Història Natural el suport perquè es puguin desenvolupar treballs com el que teniu a les mans, així com a altres entitats que han contribuït al suport d'aquest treball (Fundación Biodiversidad, Programa Interreg III-A de la UE, projectes CARBOPAS i CARBOAGROPAS del Ministeri d'Educació i Ciència). Agraïm al personal del Centre de les Planes de Son la paciència i ajut durant la presa de mostres. Així mateix, sense la informació i suport cedit pels ramaders de Son i València d'Àneu, aquest treball perdria tot el sentit. La col·laboració del doctor Pep Ninot ha estat clau per a la identificació de plantes. Agraïm també a l'equip del Museu Zoològic de Barcelona (MZB) que compartís camí en l'estudi dels caràbids i a tots els entomòlegs que participen en aquesta obra pel suport i consells. Volem agrair igualment a tots els companys que han col·laborat en les moltes tasques que s'han dut a terme: al Carlos Camino per l'ajut en sistemes d'informació geogràfica, a la Marta Coll per l'empenta i idees brillants, al Javier Martínez per l'ajut i bon humor, i a l'Àlex Franquesa, per la disposició.

## BIBLIOGRAFIA

- ADLER, P. B.; RAFF, D. A.; LAURENROTH, W. K. (2001). «The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation». *Oecologia*, vol. 128, núm. 4, p. 465-479.
- BADENHAUSSER, I.; MÉDIÈNE, S.; PARIS LE CLERC, N.; BRETAGNOLLE, V. (2008). «Effects of agri-environmental agreements on acridids and plant species richness in alfalfa crops». *Grassland Science in Europe*, núm. 13, p. 54-56.
- BOLÒS, O. de; VIGO, J.; MASALLES, R. M.; NINOT, J. M. (1993). *Flora manual dels Països Catalans*. Barcelona: Pòrtic.
- CHAPIN, F. S. III; WALKER, B. H.; HOBBS, R. J.; HOOPER, D. U.; LAWTON, J. H.; SALA, O. E.; TILMAN, D. (1997). «Biotic control over the functioning of ecosystems». *Science*, vol. 277, núm. 5325, p. 500-503.
- DE BELLO, F.; LEPS, J.; SEBASTIÀ, M. T. (2005). «Predictive value of plant traits to grazing along a climatic gradient in the Mediterranean». *Journal of Applied Ecology*, vol. 42, núm. 5, p. 824-833.
- (2006). «Variations in species and functional plant diversity along climatic and grazing gradients». *Ecography*, vol. 29, núm. 6, p. 801-810.
- (2007). «Grazing effect on species and functional diversity along a climatic gradient». *Journal of Vegetation Science*, vol. 18, núm. 1, p. 25-34.
- DI GIULIO, M.; EDWARDS, P. J. (2001). «The influence of host plant diversity and food quality on larval survival of plant feeding heteropteran bugs». *Ecological Entomology*, vol. 28, núm. 1, p. 51-57.
- DI GIULIO, M.; EDWARDS, P. J.; MEISTER, E. (2001). «Enhancing insect diversity in agricultural grasslands: the roles of management and landscape structure». *Journal of Applied Ecology*, vol. 38, núm. 2, p. 310-319.
- DUFFY, J. E. (2002) «Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection». *Oikos*, vol. 99, núm. 2, p. 201-219.
- HOOPER, D. U.; CHAPIN, F. S. III; EWEL, J. J.; HECTOR, A.; INCHAUSTI, P.; LAVOREL, S.; LAWTON, J. H.; LODGE, D. M.; LOREAU, M.; NAEEM, S.; SCHMID, B.; SETÄLÄ, H.; SYMSTAD, A. J.; VANDERMEER, J.; WARDLE, D. A. (2005). «Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge». *Ecological Monographs* [Ecological Society of America], vol. 75, núm. 1, p. 3-35.
- KÖRNER, Ch. (1995). «Mountain biodiversity, its causes and function: an overview». A: KÖRNER, Ch.; SPEHN, E. M. [ed.]. *Mountain Biodiversity: A Global Assessment*. Nova York: Parthenon Publishing Group, p. 3-20.
- LÓPEZ-I-GELATS, F.; BARTOLOMÉ, J. (2008). «The effects of different kinds of livestock farming and abandonment on botanical diversity in mountain hay meadows». *Grassland Science in Europe*, núm. 13, p. 138-140.

- LOREAU, M.; NAEEM, S.; INCHAUSTI, P.; BENGTSSON, J.; GRIME, J. P.; HECTOR, A.; HOOPER, D. U.; HUSTON, M. A.; RAFFAELLI, D.; SCHMID, B.; TILMAN, D.; WARDLE, D. A. (2001). «Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges». *Science*, vol. 294, núm. 5543, p. 804-808.
- OLFF, H.; RITCHIE, M. E. (1998). «Effects of herbivores on grassland plant diversity». *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 13, núm. 7, p. 261-265.
- PERNER, J.; WYTRIKUSH, C.; KAHMEN, A.; BUCHMANN, N.; EGERER, I.; CREUTZBURG, S.; ODAT, N.; AUDORFF, V.; WEISSER, W. W. (2005). «Effects of plant diversity, plant productivity and habitat parameters on arthropod abundance in montane European grasslands». *Ecography*, vol. 28, núm. 4 p. 429-442.
- SEBASTIÀ, M. T. (2004). «Role of topography and soils in grassland structuring at the landscape and community scales». *Basic and Applied Ecology*, vol. 5, núm. 4, p. 331-346.
- (2007). «Plant guilds drive biomass responses to global warming and water availability in subalpine grassland». *Journal of Applied Ecology*, vol. 44, núm. 1, p. 158-167.
- SEBASTIÀ, M. T.; CANALS, R. M.; MARKS, E.; LLURBA, R. (2008a). «Low intensity livestock systems in Europe: an opportunity for quality products, recreation revenues and environmental conservation». *Grassland Science in Europe*, núm. 13, p. 892-901.
- SEBASTIÀ, M. T.; DE BELLO, F.; PUIG, L.; TAÜLL, M. (2008b). «Grazing as a factor structuring grasslands in the Pyrenees». *Applied Vegetation Science*, vol. 11, núm. 2, p. 215-222.
- SEBASTIÀ, M. T.; KIRWAN, L.; CONNOLLY, J. (2008c). «Strong shifts in plant diversity and vegetation composition in grassland shortly after climatic change». *Journal of Vegetation Science*, vol. 19, núm. 3, p. 299-306.
- SEBASTIÀ, M. T.; PUIG, L. (2008). «Complex vegetation responses to soil disturbances in mountain grassland». *Plant Ecology*, vol. 199, núm. 1, p. 77-88.
- SWIFT, M. J.; IZAC, A.-M. N.; NOORWIJK, M. van (2004). «Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes: are we asking the right questions?». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 104, núm. 1, p. 113-114.
- TER BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. (2002). *Canoco Reference Manual and Canoco Draw for Windows: User's Guide: Software for Canonical Ordination (version 4.5)*. Ithaca: Microcomputer Power.
- TSCHARNTKE, T.; GREILER, H. J. (1995). «Insect communities, grasses and grasslands». *Annual Review of Entomology*, vol. 40, p. 535-558.
- TUTIN, T. G.; HEYWOOD, V. H.; BURGER, N. A.; MOORE, D. M.; VALENTINO, D. H.; WALTERS, S. M.; WEBB, D. A. [ed.] (1964-1980). *Flora Europaea*. Cambridge: Cambridge University Press.
- WOODCOCK, B. A.; POTTS, S. G.; WESTBURY, D. B.; RAMSAY, A. J.; LAMBERT, M.; HARRIS, S. J.; BROWN, V. K. (2007). «The importance of sward architectural complexity in structuring predatory and phytophagous invertebrate assemblages». *Ecological Entomology*, vol. 32, núm. 3, p. 302-311.