

PATRONS BIOGEOGRÀFICS A LA FLORA DE LES MOLLERES DELS PIRINEUS CATALANS

Aaron PÉREZ-HAASE & Josep-Maria NINOT

Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 645 08028
Barcelona. E-mail: aaronperez@ub.edu

ABSTRACT

In this study, the biogeographic and diversity patterns in the fen communities (class *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*) of the Catalan Pyrenees have been analysed, and related to some environment factors. The basic territorial unit are the 10 km squares of the UTM grid, as well as some valleys and massifs with a well known flora.

The main results reveal an irregular, but progressive, increase in the fen species from east to west, and a sudden increase from the Prepyrenees to the main Pyrenean range. Among the environment factors analysed, a positive relation is evidenced between species richness and altitude, or available habitat surface, whereas rock composition shows a weak influence in the diversity.

RESUM

En aquest estudi hem analitzat els patrons biogeogràfics i de diversitat florística de les comunitats de mollereres (classe *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*) als Pirineus catalans, i les seves relacions amb diferents factors ambientals. La unitat bàsica de mostreig són els quadrats de 10 km de costat de la malla UTM, i també un cert nombre de valls i massissos representatius i ben coneguts.

Els resultats mostren com la diversitat d'espècies de mollereres creix de forma discontinua d'est a oest i clarament des dels Prepirineus cap als Pirineus. Pel que fa als factors que expliquen la diversitat, hem trobat una relació positiva amb l'altitud i la superfície d'hàbitat disponible. En canvi, la diversitat de substrats i la proporció de rocam calcari hi mostren una feble relació.

INTRODUCCIÓ

Les mollereres són prats quasi permanentment entollats que als Pirineus apareixen principalment a la part superior de l'estatge montà i a l'estatge subalpí. En aquest darrer estatge és on es troben les millors representacions, si bé també n'hi

ha en àrees més baixes del montà (fins a 1125 m s.m.; Vigo, 1996) i a la part baixa de l'estatge alpí (fins a 2560 m s.m.; Carrillo, 1985). Depenen quasi sempre de la capa d'aigua freàtica que es troba arran de superfície durant bona part del període vegetatiu. Fisiognòmicament prenen l'aspecte de prats atapeïts de vegetals grami-

noides, en què dominen ciperàcies cespitoses i rizomatoses (*Carex davalliana*, *C. nigra*, etc.), molt sovint amb abundància de molses. Aquests vegetals presenten un alt recobriment, assolint en la majoria dels casos valors d'un 100% (Ballesteros *et al.*, 1983; Carrillo & Ninot, 1992; Casanovas, 1991). Les torberes, incloses també en aquest estudi, són formacions en forma de túmul o de coixinet constituïdes principalment per molses del gènere *Sphagnum*. Tot i que la seva producció primària no és gaire elevada, el ritme de descomposició de matèria orgànica és molt lent, i per tant s'hi acaben acumulant les restes vegetals formant uns bonys característics.

En els ambients higratorbosos tractats, l'anòxia del sòl és un factor fonamental, ja que provoca una forta selecció d'espècies. Entre les que hi viuen, n'hi trobem un bon conjunt d'especialistes, adaptades a les condicions d'entollament, de tal manera que les mollereres permeten l'existència d'un conjunt ampli de plantes que hi van íntimament lligades, i que molt rarament es troben en altres hàbitats. És coneguda ja la diversificació regional de les comunitats vegetals lligades a aquests ambients, a partir de diversos estudis fitocenològics. En el cas concret dels Pirineus catalans, s'han identificat i documentat 8 associacions de mollereres i torberes i un total de 16 comunitats a nivell de subassociació (Ninot *et al.*, 2000a, 2000b).

Als Pirineus, tant mollereres com torberes resten reduïdes a petites extensions altament fragmentades, lligades als indrets on la topografia o la circulació de l'aigua els és favorable. En comparació amb els Alps o amb altres muntanyes més septentrionals, on sovint aquests indrets

ocupen superfícies extenses enmig de relleus suaus, als Pirineus catalans dibuixen quasi sempre clapes exigües, diversificades en comunitats diferents molt lligades a la microtopografia, i envoltades de vegetació ben diferent (pastures mesòfiles o xeròfiles, per exemple). Les comunitats fragmentades i poc connectades entre elles es consideren fràgils i d'alt interès d'estudi cara a conèixer com s'estructuren i com es dispersen les plantes que les formen, i alhora també en relació amb la biologia de la conservació (Forman, 1997).

El present treball tracta sobre els patrons biogeogràfics i de diversitat florística de les mollereres i torberes dels Pirineus catalans. S'estructura en tres apartats. En el primer s'estableixen les espècies fidels a mollereres (i torberes) en base a les dades de flora i vegetació disponibles al Banc de dades BioCat. En el segon s'estudien les semblances de diferents territoris pirinencs pel que fa a la seva flora lligada als ambients higratorbosos, tant quantitativament com qualitativament. I en el darrer s'analitza la relació entre la riquesa d'espècies lligades a mollereres i torberes d'un ampli sector dels Pirineus amb diferents paràmetres climàtics i topogràfics, com són la diversitat de substrats, l'altitud, la quantitat d'àrea ocupada per les mollereres, etc.

METODOLOGIA

Aquest estudi es basa en les dades ambientals i florístiques disponibles i georeferenciades segons els quadrats UTM de 10 x 10 km de costat (d'aquí en endavant els anomenarem simplement "UTM") i en treballs florístics locals. Pel que fa als UTM hem estudiat la porció

dels Pirineus catalans compresa entre el Ripollès i la Val d'Aran (fig. 1). L'àrea l'hem seleccionada seguint aproximadament la distribució de les aliances de vegetació *Caricion davallianae* i *Caricion fuscae*. La nomenclatura dels sintaxons és la de Ninot *et al.* (2000b) i la dels tàxons es basa en Bolòs *et al.* (1993).

Les dades florístiques i de vegetació disponibles d'aquesta zona les hem obtingudes a partir del banc de dades BioCat, que inclou 1.330.773 citacions d'espècies vegetals i 17.045 inventaris de vegetació (Font *et al.*, 2003). N'hem extret les llistes de tàxons presents a les comunitats vegetals incloses dins la classe de vegetació *Scheuchzerio-Caricetea*, que inclou les mollereres i les torberes, i les llistes dels tàxons presents als quadrats UTM pirinencs escollits.

La informació sobre substrats per cadascun dels quadrats de 10 x 10 km de la quadrícula UTM prové de la digitalització del mapa hidrogeològic (DPOP & SGC, 1992). Les dades de superfície ocupada per les diferents comunitats estudiades dins l'àrea compresa en aquest treball procedeixen de la versió digital (en el GIS ArcInfo) dels mapes dels hàbitats de Catalunya a escala 1:50.000 (Vigo & Carreras, 2003). Finalment, les dades topogràfiques provenen de l'Atlas Climàtic Digital de Catalunya (Ninyerola *et al.*, 2003).

Complementàriament a les dades referides als UTM, hem obtingut, a partir de treballs florístics locals, les llistes d'espècies de mollereres i torberes presents a diferents territoris pirinencs compresos entre la Vall de Ribes i el massís del Turbó (fig. 2). Concretament, hem analitzat la flora de les mollereres de sis territoris: el Turbó (Ninot *et al.*, 1993), les

valls d'Espot i de Boí (Carrillo & Ninot, 1992), la serra de Cadí i massissos propers (Vigo *et al.*, 2003), la Vall de Ribes (Vigo, 1983), Andorra (Bouchard, 1981; Losa & Montserrat, 1951; Carrillo & Ninot, inèdit) i la Val d'Aran (Carrillo & Ninot, inèdit). Hem subdividit alguns d'aquests territoris en porcions menors per tal de realitzar una anàlisi més detallada. Aquestes divisions les hem anomenades "subterritoris", i només les hem considerades quan disposàvem de dades prou minucioses del territori estudiat. Els subterritoris són (fig. 3):

Val d'Aran: Ruda, Beret i Baish Aran

Valls d'Espot i de Boí: Vall d'Espot, Caldes, Aigüestortes, Erill, Durro i Taüll

Vall de Ribes: Pardines, Planoles i Núria.

A continuació desglossem els càlculs, les elaboracions de les dades i els procediments estadístics.

Fidelitat dels tàxons

Per a l'obtenció de les fidelitats de les diferents espècies de les mollereres hem accedit a la base de dades BioCat i hem treballat sobre els 450 inventaris fitocenològics de la classe *Scheuchzerio-Caricetea* que hi són inclosos. Per a cadascun dels tàxons inclosos en aquest conjunt hem procedit a fer el quocient entre les vegades que ha estat inventariat en mollereres i les que ho ha estat fora, és a dir, en qualsevol de les altres comunitats vegetals inventariades a Catalunya (dades accessibles també a BioCat). Aquest quocient permet obtenir una senzilla mesura de fidelitat del tàxon a les mollereres, basat en l'exclusivitat d'aquest a una unitat de vegetació donada.

Constància dels tàxons

Hem treballat sobre el mateix volum d'inventaris que en el cas de les fidelitats, però en aquest cas hem fet el quocient entre les vegades que un tàxon havia estat inventariat en molles i torberes i el nombre d'inventaris totals referits a aquestes comunitats. Aquesta relació és una mesura de la freqüència (o constància) amb què la planta es presenta en la unitat de vegetació.

Anàlisi estadístiques

Classificacions i ordenacions

En aquesta primera part de l'estudi hem treballat amb les 34 espècies que presenten fidelitat a les molles i torberes igual o superior al 75%. Hem procedit a agrupar els territoris pirinencs mitjançant la tècnica de classificació *K-means* (McQueen, 1967). Hem emprat, però, com a matriu de partida de la classificació una matriu de distàncies (D) entre els objectes, construïda a partir d'una transformació simple de la de similaritats (S), on cada cel·la conté l'índex de similaritat de Jaccard entre dos inventaris (Oliva *et al.*, 2001). L'índex de Jaccard és el quocient resultant de dividir el nombre d'espècies compartides per dues mostres (inventaris, territoris) entre les espècies totals d'un col·lectiu (en el nostre cas, espècies fidels). La transformació duta a terme correspon a la relació $D = 1 - S$. A continuació hem ordenat els territoris mitjançant l'anàlisi estadística de les coordenades principals (PCoA; Gower, 1966), un mètode semblant al de les components principals però que treballa amb matrius simètriques. El PCoA l'hem realitzat a partir de la mateixa matriu de distàncies emprada en l'anàlisi anterior, és a

dir, la matriu de dissimilaritats calculades a partir de l'índex de Jaccard. Les anàlisis *K-means* i PCoA les hem dut a terme amb el mòdul "Ginkgo" del programari "Vegana" (Càceres, 2003).

Regressions

Per tal de posar en relació diferents paràmetres topogràfics i de la naturalesa dels substrats amb la riquesa d'espècies fidels a molles per a cada quadrat UTM, hem assajat regressions de diferents tipus (lineal, logarítmica, exponencial, potencial, model de l'arrel quadrada d'X, model de l'arrel quadrada d'Y, etc.) i hem escollit per a cada cas la funció que més variança explicava del núvol de punts (la que presentava el valor R^2 més alt) i que presentava un nivell de significació inferior a 0,05. Hem inclòs en aquest apartat de l'estudi només aquells UTM que tenen almenys un 95% de la seva àrea dins de territori pertanyent als límits administratius de Catalunya, ja que no disposem de dades informatitzades per als territoris veïns.

Hem elaborat les dades sobre la naturalesa del substrat disponibles (DPOP & SGC, 1992) creant unes noves variables que són "Diversitat de substrats" i "Proporció de substrats calcaris". La Diversitat dels substrats l'hem obtinguda calculant l'índex de Shannon-Weaver, $H' = -\sum p_i (\log_2 p_i)$, per a cada UTM, on i són els diferents tipus de substrats cartografiats en el Mapa d'Àrees Hidrogeològiques de Catalunya 1:250.000 (DPOP & SGC, 1992), però agrupats en 6 categories; i p la freqüència de cada tipus de substrat és la part de l'àrea ocupada per aquests dins de cada UTM. La variable Proporció de substrats calcaris l'hem obtinguda en calcular la proporció relativa de l'UTM que

ocupaven els substrats calcaris respecte els silícis (els dipòsits quaternaris no els hem tingut en compte).

Els models de regressió els hem assajat amb el paquet estadístic Statgraphics 5.1.

RESULTATS

Fidelitats i constàncies

En els 448 inventaris de la classe Scheuchzerio-Caricetea inclosos en el Banc de dades BioCat s'hi troben recollits un conjunt de 291 tàxons. D'aquests, 54 són plantes amb un índex de fidelitat superior al 50% (d'aquí en endavant, anomenades senzillament "espècies fidels"; fig. 4a) però només 4 d'aquestes es presenten en més de la meitat dels inventaris: *Carex nigra*, *C. flava*, *Parnassia palustris* i *Potentilla erecta* (fig. 4b). En analitzar l'índex de constància per classes de fidelitat (fig. 5) veiem com són les classes 8 i 9 (és a dir, aquelles que inclouen plantes amb un índex de fidelitat entre 70-80% i entre 80-90%, respectivament) les que presenten tàxons amb constàncies més altes.

A la taula 1 de l'annex presentem el llistat d'espècies fidels a molleres, i indiquem la presència als diferents sectors en què hem dividit les valls d'Espot i de Boí, així com als altres sectors estudiats. La taula 2 de l'annex conté la llista de plantes d'elevada constància als inventaris.

Riquesa específica segons territoris

El nombre d'espècies fidels varia segons el territori estudiat (fig. 6). Allí on s'assoleix el major nombre és a la Val d'Aran, seguida dels altres territoris que pertanyent total o parcialment als Pirineus axials (en tots els casos més de 35

espècies). Els territoris prepirinencs són comparativament més pobres en espècies fidels (al voltant de 25).

Pel que fa als subterritoris, el nombre d'espècies fidels es mou entre les 46 de la zona de Ruda i les 16 de la d'Erill (fig. 7). Els subterritoris més rics, amb 30 espècies o més, són els que pertanyen a la Val d'Aran, la vall d'Espot i la zona de Caldes. Les valls d'Espot i de Boí presenten respectivament 33 i 38 espècies fidels, i en total, el conjunt de les espècies suma 38 a les dues valls.

Classificació dels territoris

A la figura 8 representem els diferents territoris estudiats en els dos primers eixos de l'anàlisi de coordenades principals (PCoA). Els territoris són encerclats segons la seva pertinença a un dels tres grups d'una anàlisi K-means basada també en la matriu de distàncies construïda a partir de l'índex de Jaccard. Dels tres grups formats, el primer el formen els territoris més diversos pel que fa a la flora de molleres, tots situats als Pirineus axials i que pertanyen al sector fitogeogràfic dels Pirineus centrals. Al segon grup trobem diferents territoris prepirinencs (com el Cadí, Planoles, etc.), i alguns dels Pirineus axials (Núria i Taüll). Finalment, al darrer grup hi ha tres territoris força pobres en flora fidel a molleres, un d'ells, Erill, pertanyent a la vall de Boí.

Variables ambientals

En aquest apartat donem els resultats de posar en relació el nombre d'espècies fidels a molleres (amb un índex de fidelitat superior al 50% -S50%- o al 75% -S75%-) i els valors de diferents variables ambientals i topogràfiques.

A la figura 9 mostrem la relació entre S75% i l'altitud màxima en els quadrats de 10 km de costat estudiats; en augmentar l'altitud augmenta el nombre d'espècies. A la figura 10 s'observa com l'augment de l'àrea total de molles comporta un augment en el nombre d'espècies de molles; en els valors més baixos de superfície l'increment d'espècies de molles és molt sobtat, i en canvi esdevé molt lleu per a valors mitjans i alts de superfície de molles. Pel que fa als substrats, s'observa com hi ha una tendència feble a que el nombre d'espècies de mollera augmenti amb l'increment de la diversitat de substrats (fig. 11), i decreixi en augmentar la proporció de substrats calcaris (fig. 12).

DISCUSSIÓ

Plantes fidels i diversitat

Les molles i les torberes destaquen pel fet que hi viuen un bon conjunt d'espècies especialistes, que a més són les més freqüents dins dels ambients higrorosos estudiats. Més del 18% del total d'espècies recollides als inventaris d'aquests ambients s'hi poden considerar fidels. Si ho comparem amb altres hàbitats genèrics de l'alta muntanya dels Pirineus catalans, tots presenten percentatges força més baixos de tàxons fidels: 14% la vegetació de roques silícies (*Antirrhinion asarinae*), 13% la de roques calcàries (*Saxifragion mediae*), 11% la de pastures acidòfiles (*Caricetalia curvulae*), 4% la de congesteres (*Salicetea herbaceae*) i només 2% la de boscos i matollars (*Vaccinio-Piceetalia*). Aquest fet cal atribuir-lo a que molles i torberes constitueixen hàbitats molt restrictius, en què poden viure-hi només aquelles

plantes tolerants a l'anòxia radical i a d'altres limitacions variables (pobresa en nutrients, acidesa del substrat, etc.).

Els 54 tàxons fidels als ambients de molles i torberes suposen una contribució molt destacable en la flora de les valls pirinenques, més tenint en compte que ocupen superfícies exigües als Pirineus. En comparació amb els altres col·lectius de vegetació esmentats més amunt, només els prats acidòfils d'alta muntanya, molt més ubiquistes i extensos, aporten a la flora dels Pirineus catalans més plantes fidels (62 tàxons).

La Val d'Aran és el territori pirinenc més ric en plantes fidels a les molles (47 tàxons), i el conjunt de les valls d'Espot i de Boí en presenta 38.

Pel que fa a les constàncies, el fet que tan sols 4 tàxons siguin presents a més de la meitat dels inventaris deu ser causat pel fet que existeix una forta heterogeneïtat regional en la composició i abundància de les diferents espècies al llarg dels Pirineus. Així, força espècies que es troben en un determinat indret i estructuren una comunitat vegetal donada, en una altra banda poden mancar, ser molt més rares o bé tenir poc pes dins l'estructura de la comunitat.

Aspectes biogeogràfics

Els patrons fitogeogràfics de les molles pirinenques es troben regits principalment per l'enriquiment de la flora lligada a molles des dels Pirineus orientals fins als centrals i des dels Prepirineus (principalment calcaris) fins als Pirineus axials (principalment silícies). L'enriquiment en sentit est-oest es produeix per l'addició d'espècies d'òptim atlàntic, com *Drosera longifolia* i *Narthecium ossifragum*, però també per

la d'oròfits alpins com *Primula farinosa*. Els Pirineus axials orientals són en general més pobres, però cal destacar que presenten certs tàxons característics com *Potentilla fruticosa* i *Ranunculus pyrenaeus ssp. angustifolius*. En l'anàlisi biogeogràfica, Andorra queda més propera dels territoris més rics dels Pirineus centrals que no pas dels territoris més orientals. Segons això, i pel que fa a la flora de les molles i torberes, els Pirineus orientals acabarien a llevant d'Andorra, d'acord amb diversos autors (Bolòs *et al.*, 1993; Vigo & Ninot, 1987), i no pas a ponent (com apunta Rivas-Martínez, 1987). La vall d'Espot i les zones més septentrionals de la vall de Boí pertanyen al grup de territoris més rics, d'influència atlàntica.

L'empobriment florístic que es dona des dels Pirineus axials vers les serres prepíreniques marginals es produeix en part pel clima paulatinament menys favorable (evapotranspiració potencial creixent, precipitacions més baixes), però també pel domini dels substrats calcaris, que no afavoreixen la circulació superficial d'aigües. En l'aspecte de contingut florístic, les molles prepíreniques són versions empobrides de les dels Pirineus axials; no presenten espècies pròpies sinó, en general, només aquelles més comunes arreu dels Pirineus.

Diversitat i variables ambientals

La diversitat de la flora dels sistemes higrotorbosos mostra una clara relació amb l'altitud màxima. L'altitud és una

variable integradora d'altres variables que influeixen en la diversitat. Així, els UTM més alts tenen l'estatge subalpí més extens i diversificat, i pertanyen sobretot als Pirineus axials. El màxim desenvolupament de les comunitats de molles i torberes es dona a l'estatge subalpí i per tant és en aquells UTM més alts on les molles ocupen superfícies més grans. Pausas *et al.* (2003) troben que un dels principals factors que afecten la diversitat a escala regional és la heterogeneïtat ambiental dins de cada UTM. En el nostre estudi, aquesta heterogeneïtat es mostra determinada en gran part per l'altitud (que vol dir diversitat de bioclims, d'orientacions, etc.), i de manera més remota amb la diversitat de substrats, ja que l'augment d'aquest índex comporta només una feble tendència a l'increment en el nombre d'espècies de molle.

Cal destacar també el comportament de la diversitat florística respecte de la superfície d'hàbitat disponible. Com es pot observar en la figura 10, és en els valors més baixos de la superfície ocupada per molles quan la diversitat respon amb un fort increment. Això significa que l'àrea ocupada per molles només és determinant per a la diversitat d'espècies en valors baixos de superfície, mentre que a partir d'un llindar relativament baix la riquesa d'espècies depèn d'altres factors. Per tant, caldria treballar a una escala de més detall per poder definir millor quina relació existeix entre l'àrea disponible i la diversitat per valors baixos de l'àrea.

BIBLIOGRAFIA

- BALLESTEROS, E., X. BAULIES, V. CANALÍS & T. SEBASTIÀ 1983. Landes, torberes i molleses de l'alta Ribagorça. *Collect. Bot.*, 14: 55-84.
- BOLÒS, O. DE, J. VIGO, R.M. MASALLES & J.M. NINOT 1993. *Flora Manual dels Països Catalans*. Ed. Pòrtic. Barcelona.
- BOUCHARD, J. 1981. *Primer Herbari de la Flora d'Andorra*. Institut d'Estudis Andorrans. Centre de Perpinyà-Secció Geografia.
- CÁCERES, M. DE, X. FONT, R. GARCÍA & F. OLIVA 2003. VEGANA, un paquete de programas para la gestión y análisis de datos ecológicos. *VII Congreso Nacional de la Asociación Española de Ecología Terrestre*. Barcelona.
- CARRILLO, E. & J.M. NINOT 1992. *Flora i vegetació de les valls d'Espot i de Boí*. Institut d'Estudis Catalans. IEC. *Arxius Sec. Cièn.*, 99/2: 1-350.
- CARRILLO, E. 1985. *La flora i la vegetació de l'alta muntanya de les valls d'Espot i de Boí (Pirineus Catalans)*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- CASANOVAS, L. 1991. *Estudis sobre l'estructura i l'ecologia de les molleses pirinenques*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- DPTOP & SGC (Dept. Política Territ. i Obr. Públ. & Servei Geològic de Catalunya) 1992. *Mapa d'àrees hidrogeològiques de Catalunya 1:250.000*. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona.
- FONT, X., M. DE CACERES & R.V. QUADRADA 2003. *Banc de dades de biodiversitat de Catalunya*. Generalitat de Catalunya & Universitat de Barcelona (<http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>).
- FORMAN, R.T.T. 1997. *Land Mosaics, the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. Cambridge.
- GOWER, J.C. 1966. Some distance properties of latent roots and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, 53 : 325-338.
- LOSA, M. & P. MONTSERRAT 1951. Aportación al conocimiento de la flora de Andorra. CSIC. *Actas 1er Congreso Internacional del Pirineo del Instituto de Estudios Pirenaicos*: 5-184. Zaragoza.
- MACQUEEN, J. 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observation. In: LE CAM & J. NEYMAN (eds.) *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, 1: 281-297. University of California Press, Berkeley.
- NINOT, J.M., E. CARRILLO & X. FONT 2000a. Hygrophilous herbaceous vegetation of Catalonia. Retrieval from the data bank Floracat. *Annali di Botanica*, 57: 43-48.
- NINOT, J.M., J. CARRERAS, E. CARRILLO & J. VIGO 2000b. Syntaxonomic conspectus of the vegetation of Catalonia and Andorra. I: Hygrophilous herbaceous communities. *Acta Bot. Barc.*, 46: 191-237.
- NINOT, J.M., À.M. ROMO & J.A. SESÉ 1993. *Macizo del Turbón y Sierra de Sis. Flora, paisaje vegetal e itinerarios (Prepirineo aragonés)*. Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca, Gobierno de Aragón. Zaragoza.
- NINYEROLA, M., X. PONS & J.M. ROURE 2003. *Atlas Climàtic Digital de Catalunya*.

Universitat Autònoma de Barcelona (www.uab.es/atles-climatic).

- OLIVA, F., M. DE CÁCERES, X. FONT & C.M. CUADRAS 2001. Contribuciones desde una perspectiva basada en proximidades al fuzzy K-means clustering. *XXIV Congreso SEIO*. Úbeda, Spain (pers. comm.).
- PAUSAS, J.G., J. CARRERAS, A. FERRÉ & X. FONT 2003. Coarse-scale plant species richness in relation to environmental heterogeneity. *J. Veg. Sc.*, 14: 661-668.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España*, 14-20. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- VIGO, J. 1983. El poblament vegetal de la Vall de Ribes. *Catàleg Florístic. Acta Bot. Barc.*, 35: 1-793.
- VIGO, J. 1996. Les comunitats vegetals i el paisatge. In: *El poblament vegetal de la Vall de Ribes*: 19-442 i 465-468. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona.
- VIGO, J. & J. CARRERAS 2003. Los hábitats del proyecto CORINE en el ámbito territorial catalán: delimitación y cartografía. *Acta Bot. Barc.*, 49: 401-420.
- VIGO, J. & J.M. NINOT 1987. Los Pirineos. In: M. PEINADO & S. RIVAS MARTÍNEZ (eds.) *La Vegetación de España*: 351-354. Universidad de Alcalá de Henares.
- VIGO, J., I. SORIANO, J. CARRERAS, P. AYMERICH, E. CARRILLO, X. FONT, R.M. MASALLES & J.M. NINOT 2003. Flora del Parc del Cadí-Moixeró i de les serres veïnes (Prepirineus orientals ibèrics). *Monografies del Museu de Ciències Naturals*, 1: 1-407. Barcelona.

ANNEX

	TS	Ar	Rb	EB	Ep	Bo	Cl	Ai	Ta	Du	Er	Cd	Ad	
<i>Agrostis canina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Bartsia alpina</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
<i>Calycocorsus stipitatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Carex curta</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	
<i>Carex davalliana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Carex echinata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
<i>Carex flava alpina</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
<i>Carex flava lepidocarpa</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
<i>Carex frigida</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	
<i>Carex nigra</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Carex panicea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Carex pulicaris</i>	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Carex rostrata</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	
<i>Carex vesicaria</i>	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Drosera longifolia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Drosera rotundifolia</i>	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Eleocharis multicaulis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Eleocharis quinqueflora</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	
<i>Equisetum hiemale</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	
<i>Equisetum palustre</i>	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	
<i>Erica tetralix</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Enophorum angustifolium</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	
<i>Enophorum latifolium</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	
<i>Enophorum vaginatum</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Festuca rubra rivularis</i>	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Juncus alpinus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
<i>Juncus balticus pyrenaicus</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Juncus bulbosus</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
<i>Juncus filiformis</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	
<i>Juncus squarrosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Juncus triglumis</i>	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Leontodon duboisii</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	
<i>Narthecium ossifragum</i>	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	
<i>Parnassia palustris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Pedicularis pyrenaica lasiocalyx</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Pedicularis sylvatica</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	
<i>Pedicularis verticillata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Phleum alpinum alpinum</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Pinguicula grandiflora</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
<i>Pinguicula vulgaris</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Potentilla fruticosa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Primula farinosa</i>	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	
<i>Ranunculus pyrenaicus angustifolius</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Rorippa islandica</i>	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Scirpus cespitosus</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	
<i>Sedum villosum</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Selaginella selaginoides</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Selinum pyrenaicum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Swertia perennis</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	
<i>Tofieldia calyculata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
<i>Triglochin palustre</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Utricularia minor</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Viola palustris</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
TOTAL	54	23	47	37	38	33	38	30	28	20	19	16	26	40

Taula 1. Presència dels tàxons fidels a molleres i torberes (> 50%) a cadascun dels territoris i subterritoris considerats. TS, Massissos de Turbó i Sis; Ar, Val d'Aran; Rb, Vall de Ribes; EB, valls d'Espot i de Boí; Ep, Vall d'Espot; Bo, Vall de Boí; Cl, Ribera de Caldes; Ai, Ribera d'Aigüestortes; Ta, Vall de Taüll, Du, Vall de Durro; Er, Erill (i part meridional de la Vall de Boí), Cd, Serra de Cadí (i massissos propers); Ad, Andorra.

<i>Carex nigra</i>	73,9%
<i>Parnassia palustris</i>	63,2%
<i>Potentilla erecta</i>	59,4%
<i>Carex flava</i>	52,7%
<i>Carex echinata</i>	45,1%
<i>Scirpus cespitosus</i>	45,1%
<i>Pinguicula vulgaris</i>	39,7%
<i>Selinum pyrenaicum</i>	39,5%
<i>Carex panicea</i>	38,4%
<i>Nardus stricta</i>	35,9%
<i>Juncus alpinus</i>	35,7%
<i>Carex davalliana</i>	35,5%

Taula 2. Índexs de constància dels tàxons presents en més del 35% dels inventaris recollits al Banc de Dades BioCat.

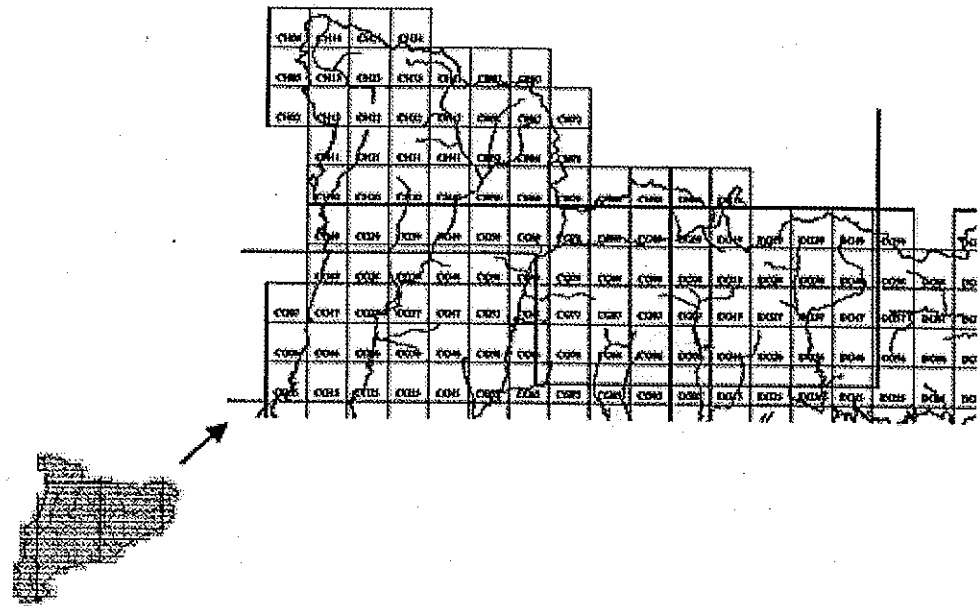


Figura 1. Mapa de Catalunya amb la quadrícula UTM de 10x10 km i ampliació dels Pirineus. La línia negra delimita l'àrea estudiada.

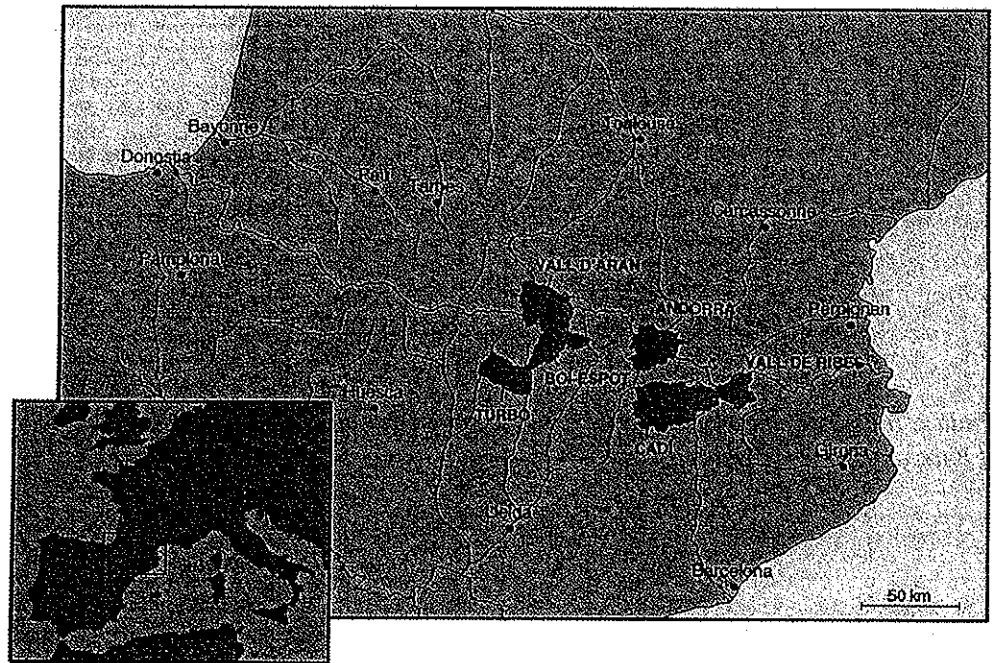


Figura 2. Situació dels territoris estudiats dins el context pirinenc.

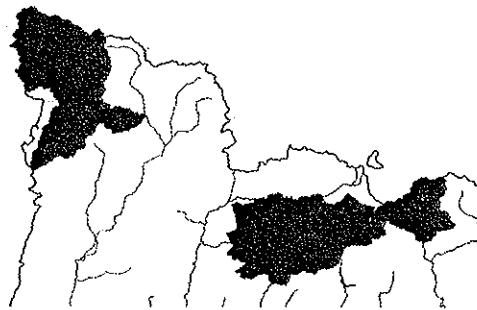


Figura 3. Partició dels territoris en subterritoris (excepte el Turbó i Sis). 1, Baish Aran; 2, Beret; 3, Ruda; 4, Caldes; 5, Aigüestortes; 6, Vall d'Espot; 7, Erill; 8, Taüll; 9, Durro; 10, Cadí; 11, Planoles; 12, Núria; 13, Pardines.

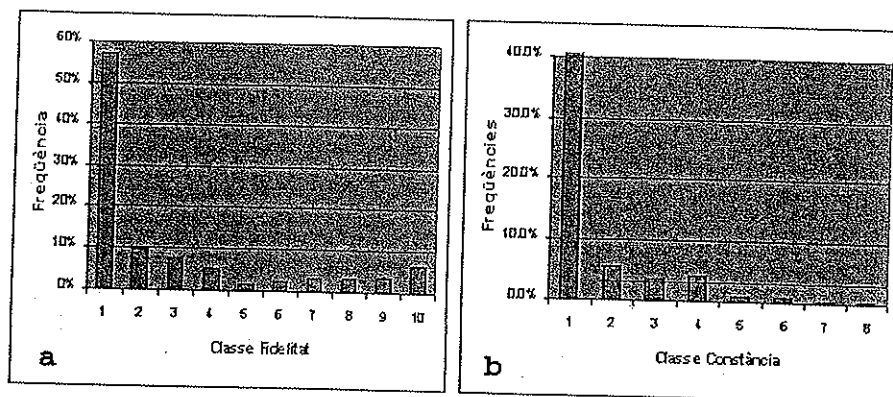


Figura 4. Histogrames on es mostra el percentatge d'espècies per cada classe de fidelitat (a) i de constància (b). Els valors per a cada classe dels índex de fidelitat i de constància són: classe 1, 0-10%; 2, 10-20%...; 10, 90-100%.

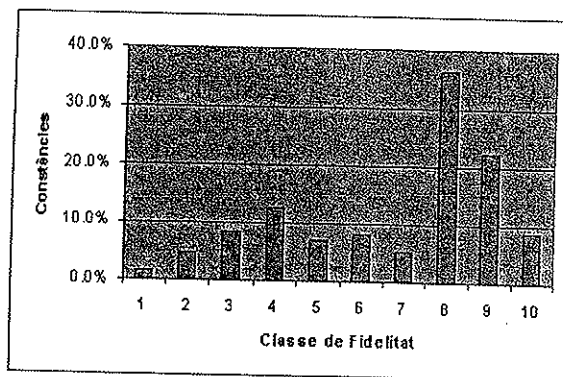


Figura 5. Histograma que mostra el grau de constància (freqüència) mitjà de les espècies de les classes de fidelitat considerades (classe 1, índex de fidelitat 0-10%; 2, 10-20%...; 10, 90-100%)

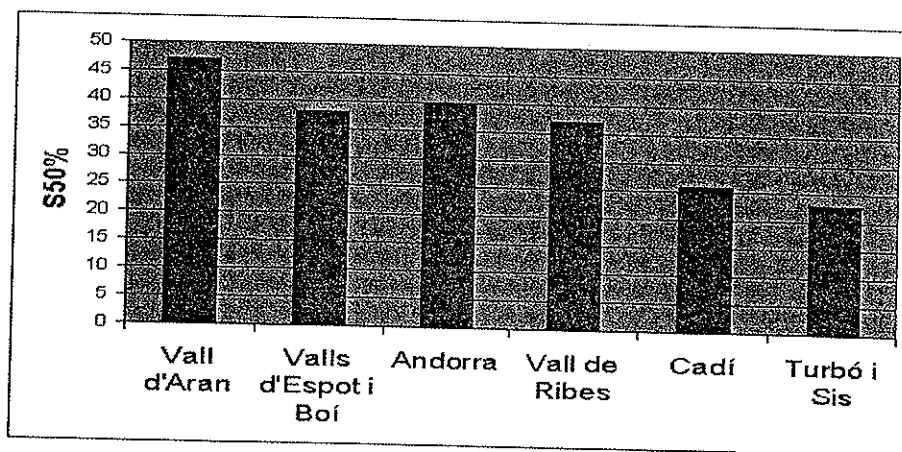


Figura 6. Histograma on es representa el nombre d'espècies amb un índex de fidelitat \geq 50% (S50%) per a cadascun dels sis territoris pirinencs estudiats.

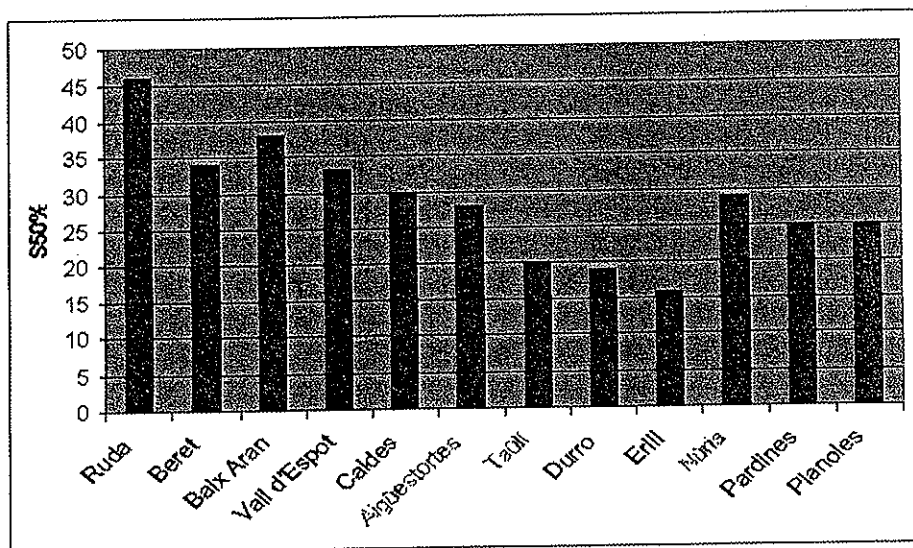


Figura 7. Histograma on es representa el nombre d'espècies amb un índex de fidelitat \geq 50% (S50%) per a cada subterritori pirinenc estudiat.

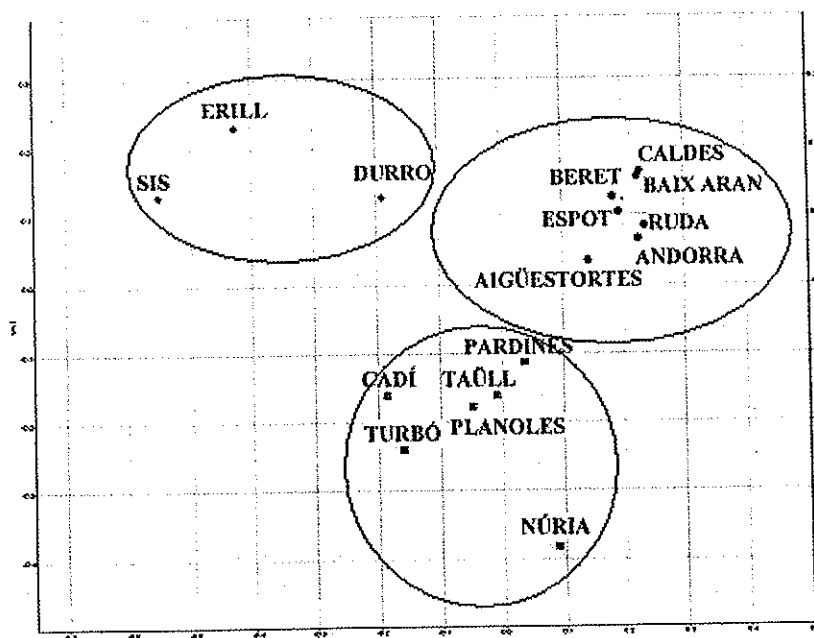


Figura 8. Ordenació dels territoris estudiats en els dos primers eixos d'una anàlisi de coordenades principals. Cada grup resultant de l'anàlisi k-means realitzada resta encerclat.

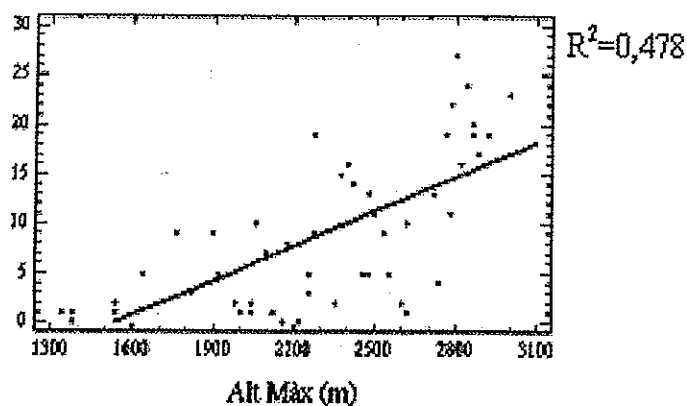


Figura 9. Relació entre l'altitud màxima per quadrat UTM de 10 km de costat i el nombre d'espècies amb un índex de fidelitat $\geq 75\%$ (S75%) que s'hi fan.

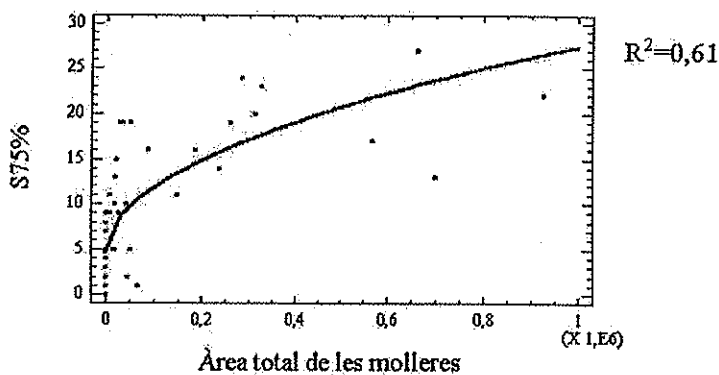


Figura 10. Relació entre la superfície de molleres cartografiades a escala 1:50.000 per quadrat UTM de 10 km de costat i el nombre d'espècies amb un índex de fidelitat $\geq 75\%$ (S75%) que s'hi fan.

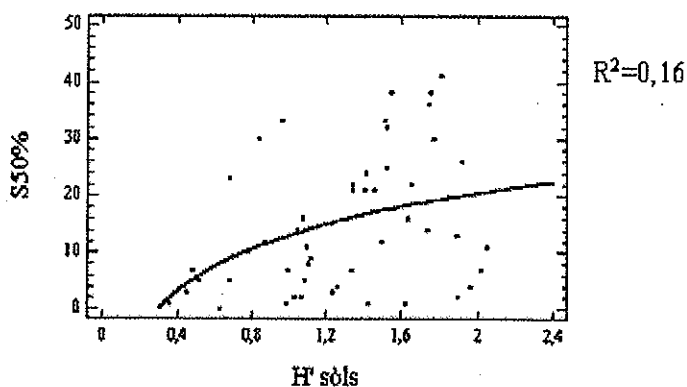


Figura 11. Relació entre la diversitat de substrats (H' sòls) per quadrat UTM de 10 km de costat i el nombre d'espècies amb un índex de fidelitat $\geq 50\%$ (S50%) que s'hi fan.

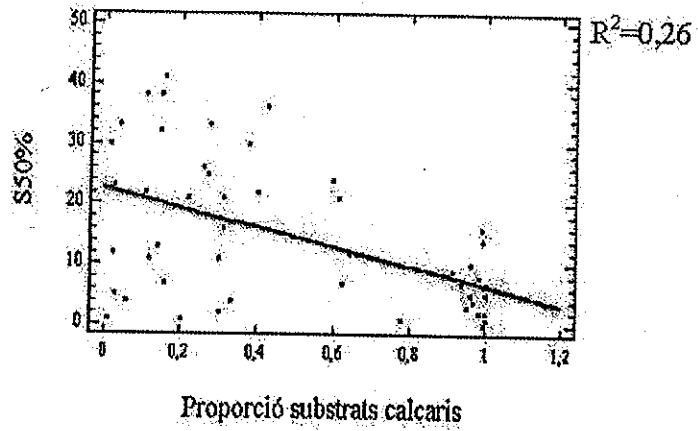


Figura 12. Relació entre la proporció de substrats calcaris per quadrat UTM de 10 km de costat i el nombre d'espècies amb un índex de fidelitat $\geq 50\%$ (S50%) que s'hi fan.