

El paisatge vegetal dels Monegros: assaig d'interpretació

Jaume Terradas

Departament d'Ecologia. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra (Barcelona).

Key words: catena, gypseous soils, *Juniperus thurifera*, landscape ecology, Mediterranean ecosystems, *Pinus halepensis*, thermal inversion, semi-arid zones, vegetation-climate relationships.

Abstract. *Vegetation ecology of Los Monegros (Ebro valley, NE Spain): An interpretation.* The vegetation of the plains in the central depression of the Ebro valley is conditioned by some remarkable factors, besides scarce rainfall (300-350 mm year⁻¹). First, the frequent thermal inversions modify the local climate in the sense of increasing its montane character, a fact reflected in the presence of some species, specially *Juniperus thurifera*. When passing from the endorheic central plains to the peripheral areas of torrential relief connecting the plains to the Ebro river, thermal inversions become less important because of increased air turbulence. Second, relief features impose catenary systems in response to opposed gradients of soil water availability and soil salinity. Subdesertic grey soils are well represented and this does not support the hypothetical existence of a forested climax in the recent past.

The landscape of the central plains, today profoundly transformed by man, is interpreted, in view of these factors and of floristic, chorological and phytosociological data from the literature as a soil-determined, pluritesselar complex linked to the patterns of relief. The *Rhamno-Quercetum cocciferae* macchia seems to have always had, at most, a partial dominance, and *J. thurifera* has been able to occupy only favourable parts of the mosaic. *Pinus halepensis* remains confined to hilltops and, together with most of the macchia species, to the inversion-free peripheral areas. Hence, we accept the hypothesis of a terminal vegetation of macchia with *P. halepensis* occupying these peripheral areas, while the central plains must have always been partially deforested since the end of the last glaciation and, indeed, most of the time since the late Miocene. The central plain and its characteristic vegetation is presently under regression because of erosion and climatic warming, but some species of steppic affinities have spread due to the anthropic degradation of the xerogarrigue.

Resum. El caràcter de la vegetació de la plana central de la depressió de l'Ebre està marcat per alguns fenòmens notables. La inversió tèrmica en primer lloc, dona peu a una influència muntanyenca, reflectida en diverses espècies, la més notable *Juniperus thurifera*. La topografia afecta a la circulació de l'aire i a l'existència o no de turbulències, que eliminen l'efecte d'inversió així que es passa a zones de relleu torrencial. En segon lloc, les característiques del relleu originen estructures catenals que responen a gradients d'humitat edàfica i de salinitat d'efectes contraposats. La presència de sòls grisos subdesèrtics sembla contrària a l'existència d'una «climax» forestal en temps relativament recents.

El paisatge de la zona central de la depressió, avui força transformat, s'interpreta a la vista d'aquests factors i de les dades florístiques, fitosociològiques i corològiques de la bibliografia, com un complex pluritessel·lar de causa edàfica, lligada a la morfologia del relleu. La dominància del *Rhamno-Quercetum cocciferae* hi deu haver estat sempre parcial i *J. thurifera* ha

pogut ocupar només alguns llocs privilegiats del mosaic. *Pinus halepensis* resta confinat a les elevacions o a les zones d'influència fluvial lliures d'inversió que voregen la plana, juntament amb la major part d'espècies de màquia. Per tant, s'accepta la idea d'una vegetació terminal de màquia amb pi blanc als voltants de la plana central, mentre que aquesta deu haver estat sempre parcialment desforestada des de la fi de la darrera glaciació, i quasi sempre en realitat des de finals del Miocè, trobant-se avui en regressió per l'erosió de la conca i el rescalfament climàtic, si bé alguns elements de caràcter estepari s'han estès per la degradació de la xerogarriga com a conseqüència de l'acció humana.

Introducció

El paisatge vegetal dels Monegros, a la part central de la depressió de l'Ebre, és notable per diverses raons. En primer lloc, hi trobem espècies de marcat caràcter muntanyenc, com *Juniperus thurifera*, acompanyades de vegetals d'afinitats estepàries i de nombrosos endemismes. En segon lloc, la continentalitat i aridesa extremes del clima condicionen una cobertura vegetal de fisionomia semidesèrtica. Podem, però, pensar que existí en el passat una vegetació forestal que desaparegué després per l'explotació abusiva de la mà de l'home? En tercer lloc, la presència extensiva de sòls guixencs i depressions salines augmenta encara més l'interès florístic i ecològic d'aquesta comarca.

Al llarg de tres anys vaig treballar als Monegros, en estacions d'observació properes a Bujaraloz (Saragossa), i vaig interessar-me per la seva vegetació i pels problemes biogeogràfics que presenta, tot i que els meus estudis, centrats sobretot en aspectes ecofisiològics (Terradas 1973b), no podien aportar gran cosa en aquests terrenys. Posteriorment, he continuat fent visites esporàdiques a la regió i elaborant algunes reflexions sobre el paisatge vegetal i el seu dinamisme en resposta a les condicions del medi físic, reflexions que ara voldria donar a conèixer, sense pretendre, ni de bon troç, deixar els problemes resolts.

En els quatre primers apartats d'aquesta article faig una succinta exposició, en bona part bibliogràfica, dels trets més destacats del medi físic i de la vegetació dels Monegros. Els tres darrers apartats contenen diverses observacions personals sobre l'ecologia de les *vales* guixenques, així com algunes consideracions biogeogràfiques centrades en les relacions dinàmiques entre el clima i la vegetació d'aquest territori, per acabar amb un intent de síntesi.

El medi físic

Geomorfologia

Els trets geomorfològics i l'escassa cobertura vegetal convergeixen a donar a aquest país un marcat aspecte d'aridesa. Ens deturarem un moment en els primers, perquè són essencials per a la comprensió del paisatge vegetal.

D'acord amb els geòlegs, i seguint especialment Quirantes (1965, 1978),

la depressió mitjana de l'Ebre és una antiga conca endorreica terciària, en la qual suposem que es donaven llacunes o llacs salobrosos no permanents (és a dir, amb una làmina d'aigua estacional). En aquesta conca es produí al llarg de tot el Terciari una intensa sedimentació, acompanyada de subsidència isostàtica, de tal manera que la base dels sediments terciaris es troba avui molt per sota del nivell del mar. La formació dels sediments anà molt lligada als plegaments perifèrics del mateix període que, en intensificar-se, donaren lloc a un augment de l'energia erosiva. A finals del Terciari s'inicià la transformació de conca endorreica en exorreica. Els sediments terciaris molt poc deformats començaren a erosionar-se i la morfologia que es determinà, amb *muelas* i glacis, és indicatiu d'unes condicions semiàrides, probablement amb climes més freds que els actuals, que afavorien la gelivació, i sobretot d'una escassa cobertura vegetal que feia possible la circulació de l'aigua en flux laminar.

Com és natural, l'erosió ha realitzat un treball diferent segons les característiques de la litologia. Hi ha sediments de diverses menes dins la regió. A la part central de la conca s'hi troben guixos, augmentant en general els clorurs, sulfats, sodi i magnesi, mentre que els bicarbonats i el potassi són més abundants a la perifèria. La formació de guix i no d'anhidrita sembla una prova del caràcter marcadament estacional del clima durant la formació dels sediments. L'acció erosiva damunt dels guixos, en els períodes més plujosos, ha donat lloc a la formació d'una xarxa hidrogràfica jerarquitzada, encara que sovint incompleta, (no arriba a trobar una sortida fins l'Ebre), constituïda per les anomenades *vales*, valls petites de fons pla. En canvi, damunt dels substrats calcaris, s'han donat processos de karstificació poc avançats; en són bona mostra una part almenys de les llacunes del sistema Bujaraloz-Sástago. L'alimentació d'aquestes llacunes depèn de la circulació i drenatge laterals, que es fa seguint una xarxa de diaclases, en tant que la presència d'horitzons impermeables impossibilita el drenatge vertical. La major part de les llacunes són dolines d'un tipus peculiar. Aquestes llacunes tenen un interès biològic considerable com a refugi d'espècies notables, almenys pel que fa als grups estudiats en detall (fanèrogames, caràcies, briòfits, crustacis, etc.). Per desgràcia, d'uns anys ençà, el nivell d'aigua frètica sembla haver baixat, de manera que les llacunes menors o menys profundes fa anys que són completament eixutes. Algunes fins i tot han estat llaurades. La pròpia llacuna de La Playa, la més extensa, s'ha assecat completament els anys de més eixut, hivern i tot. El descens del nivell frètic podria estar relacionat amb el creixent ús de maquinària que remou una capa més gruixuda de sòl, ultra les causes climàtiques.

Clima

El clima de la regió ha estat tractat per Braun-Blanquet & Bolòs (1957) i Terradas (1973b). Diguem aquí només que el clima actual pot ésser consi-

derat mediterrani, per bé que en una situació extrema d'aridesa i continentalitat. La precipitació anual mitjana és de 341 mm a Fraga, i de 312 mm a Saragossa. Aquestes xifres ens indiquen que estem en una de les regions més àrides d'Europa. L'eixut estival és molt acusat a tota la comarca. A Fraga, plou només un total de 66 mm entre juliol, agost i setembre.

La temperatura mitjana és de 13.4 °C a Fraga, i de 14.1 °C a Saragossa. Les oscil·lacions tèrmiques són molt fortes, tant l'estacional com, sobretot a l'estiu, la diària. A Fraga, la temperatura mitjana del mes més fred (gener) és de 4.4 °C, i la mitjana del mes més càlid (juliol) és de 25.7 °C.

Un aspecte del clima que pren aquí particular relevància, especialment a les planes centrals de la depressió, és la inversió tèrmica. El relleu és, en general, el d'una planúria suaument ondulada i solcada per les *vales*. Ja Font i Quer (1954) havia assenyalat l'existència d'inversions tèrmiques a la regió, manifestada per exemple en el fet que *Quercus rotundifolia* es manté a les serres, per damunt dels 500-600 m, mentre que *Juniperus thurifera*, que al Sistema Ibèric domina el pis de *paramera* cap als 900-1000 m, comença aquí a la plana per sota dels 350 m. Braun-Blanquet i Bolòs insisteixen en aquest fet, però no gaire en canvi, en la significació que pugui tenir en la distribució general de *J. thurifera*. D'altra banda, aquestes planes són trencades per l'Ebre al sud, per l'Alcanadre al nord i pel Cinca a l'est. A les valls d'aquest rius, cap a 150 m d'altitud, s'hi troben moltes espècies termòfiles que manquen quasi totalment a les planes tot i que, enfilant-se pels barrancs, arriben a entrar-hi un xic. Malgrat que els relleus de les serres d'Alcubierre i d'Ontiñena o de la mateixa Retuerta de Pina són ben poc destacats en relació a l'extensió de les planes, vaig poder detectar inversions tèrmiques apreciables entre el cim i el fons d'una petita *val* d'aquesta darrera localitat (vegi's més endavant l'apartat sobre l'ecologia de les *vales* guixenques). De totes maneres, la inversió tèrmica als Monegros demanaria un estudi meteorològic aprofundit.

L'aspecte desolat de la plana ha fet pensar que aquesta és la zona de condicions més adverses. Però si considerem només el balanç hídric, probablement aquesta concepció no serà ben exacta. Les dades de Liso & Ascaso (1969) assenyalen com a zones de balanç hídric més desfavorable les de Sariñena i Escatrón, en tant que les planes, lleugerament més elevades i airejades a l'estiu, no arriben a extrems tan negatius (Fig. 1). Malgrat que els anys d'observació són escassos per obtenir un marge de seguretat satisfactori, aquesta distribució del balanç hídric es correspon força amb les nostres pròpies impressions. L'aspecte desolat de la plana és una conseqüència no sols de l'aridesa sinó, en forma destacada també, de la severitat del clima continental i dels problemes edàfics.

Pel que fa a l'evolució del clima a la regió, Quirantes (1965) el descriu de la següent manera: al llarg del Terciari, el clima passà d'un Eocè intertropical humit a un Miocè tropical però amb marcades variacions estacionals i, després, progressivament, va esdevenir més fred i eixut, arribant al

Pontà a condicions àrides estepàries. La depressió, voltada de muntanyes, degué presentar sempre caràcters de continentalitat i relativa reducció de pluges respecte als territoris perifèrics.

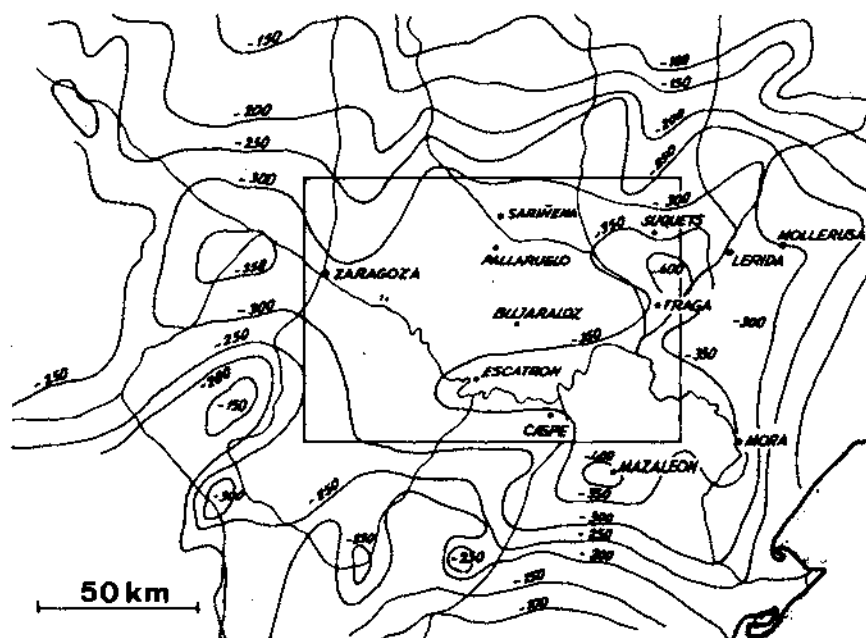


Figura 1. Balanç hídric estival (en mm) a la conca de l'Ebre, segons Liso & Ascaso (1969). El quadrat emmarca la comarca dels Monegros i territoris adjacents.

El factor edàfic

Huguet del Villar (1925) va rebutjar de forma general la idea de l'estepa ibèrica, basant-se en que les comunitats d'aparença estepària creixen damunt de sòls identificables com a forestals erosionats (*suelos subcastaños*, en la seva terminologia). Però, és aquest el cas dels sòls de la depressió mitjana de l'Ebre? Rivas Martínez (1964) qualifica els sòls del *Rhamno-Quercetum cocciferae* en general com a xerorendzines (sòls bruns de crosta calcària o de guix). Braun-Blanquet i Bolòs es limiten a assenyalar el predomini a la regió dels sòls exopercolatius amb formació de crosta calcària (*mallaçán*). Els mapes de sòls editats pel C.S.I.C. (1968, 1970) reconeixen finalment la importància dels sòls grisos subdesèrtics a la zona que considerem (Fig. 2).

L'aspecte degradat de la vegetació ha fet parlar d'una profunda erosió motivada per la reducció de la cobertura vegetal, ja sigui per l'arrencament de les espècies llenyoses per usar-les com a combustible, ja per un excés de pastura. La idea d'una erosió activa recent no és gaire acceptada per Wal-

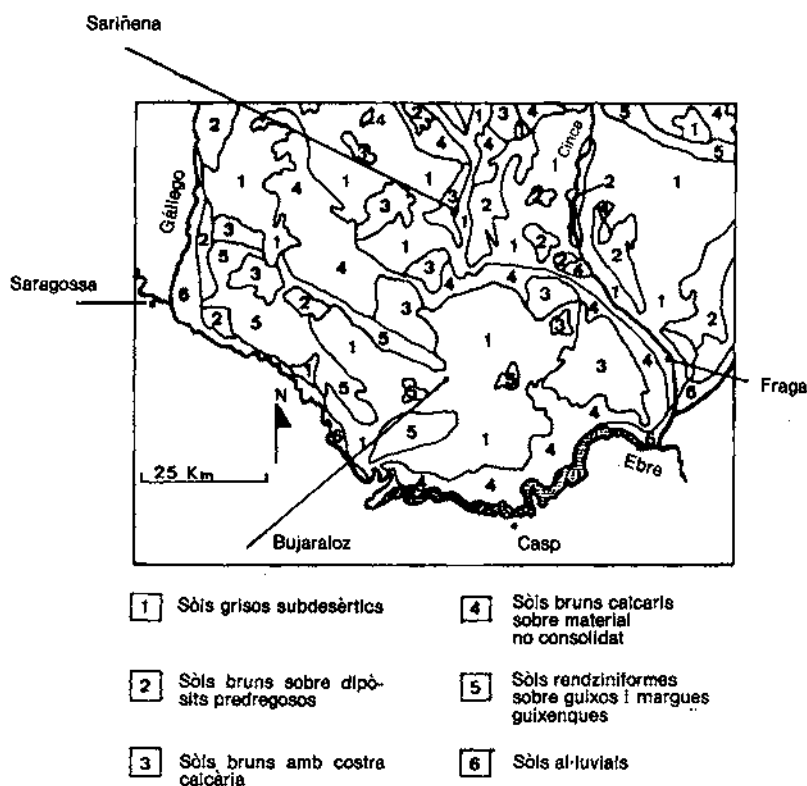


Figura 2. Esquema dels tipus de sòls a la depressió mitjana de l'Ebre, segons el mapa del CSIC (1968).

ter (1976 i com. verb.), que creu que als Monegros ens trobem en presència d'un paisatge fossilitzat. Segons Montserrat & Villar (1972) l'erosió podria ésser més antiga que l'home i s'hauria produït en períodes dilatats del Terciari i Quaternari. En canvi, O. Riba (com. verb.) dona testimonis d'erosió eòlica activa a l'actualitat, en zones properes i de característiques similars a la que considerem. Tot i acceptant l'existència d'una erosió d'aquesta mena, que ajuda a l'expansió de les formacions estepàries, la consideració dels aspectes edàfics i florístics esmentats fan dubtar d'un passat recent forestal.

Per entendre el paisatge vegetal haurem de considerar les repercussions de totes aquestes condicions del medi físic que acabem de veure, alhora que tenir present no només la situació actual sinó també la història prèvia d'evolució que han seguit.

La vegetació

En la bibliografia existent hi ha un treball clau, l'estudi de Braun Blanquet & Bolòs (1957). Es tracta d'una aproximació fitosociològica però no d'un mer catàleg descriptiu de les associacions presents sinó d'un veritable assaig entorn del dinamisme de la vegetació, amb una molt rica informació ecològica. Les interpretacions que s'hi fan han estat acceptades de manera general pels fitosociòlegs i reflectides al mapa de Montserrat (1966). Els fitosociòlegs consideren que la regió pot situar-se en el domini climàtic del *Rhamno-Quercetum cocciferae* que presentaria les subassociacions *thuriferetosum*, *cocciferetosum*, *caricetosum humilis* i *pistacietosum*; la primera d'aquestes fóra la que ocuparia les planes centrals de la depressió, que és la part més desfavorable de la conca, amb un clima continental més acusat i un màxim d'aridesa. El *Quercetum rotundifoliae* queda restringit a les muntanyes que voregen la plana. La forta degradació del paisatge dona peu a l'especulació respecte a l'extensió relativa als diversos dominis climàtics i, fins i tot, pel que fa al caràcter climàtic dels boscos clars de *Juniperus thurifera* o de pi blanc (*Pinus halepensis*), i a l'existència o no d'estepes naturals i llur possible paper en el paisatge. La posició del *Rhamno-Quercetum cocciferae* en els esquemes fitosociològics ha estat discutida i la significació d'algunes espècies decisives és lluny de quedar clara per a tothom.

En acostar-nos a l'Ebre, la plana es trenca i el relleu canvia de característiques. Es formen valls torrencials normals, sovint força encaixades i orientades sobretot cap el sud. Aquesta regió forma com un graó entre la plana i el nivell del riu, 150 a 200 m més avall. La diferència més òbvia respecte de la plana que acabem de comentar és que, en el sistema en què ara entrem, la circulació de l'aigua i els nutrients és oberta. L'extensió dels sòls salins serà, per tant, molt petita. A més, la intensitat dels vents és molt menor, però també és menor la duració dels períodes hivernals d'aire fred estagnat, com ja hem vist anteriorment. Des del punt de vista florístic, el paisatge vegetal es caracteritza ara per la presència d'un conjunt d'espècies termòfiles, d'entre les quals el pi blanc és l'únic arbre important, malgrat el creixement lent i la poca alçària que assoleix en la regió. Per sota del pi, *Juniperus phoenicea* i *Rhamnus lycioides* (també freqüents a la plana) van acompanyats de garric (*Quercus coccifera*), i hi entren progressivament *Thymelaea tinctoria*, *Globularia alypum*, llentiscle (*Pistacia lentiscus*), *Juniperus oxycedrus*, *Phyllirea angustifolia* i *Rhamnus alaternus* ssp. *myrtifolia* entre altres. Aquesta vegetació pot prendre l'aspecte d'una màquina, fins i tot molt densa. És el país del *Rhamno-Quercetum cocciferae pistacietosum*.

Les pinedes clares de la regió perifèrica s'estenen cap el sud sense massa variació, fins els límits de la província de Tarragona. Els arbres porten sovint el vesc (*Viscum album* ssp. *austriacum*), que sembla assenyalar l'antiquetat dels poblaments. El caràcter natural d'aquestes pinedes sembla

prou clar avui, i Bolòs (1973) en dóna indicis en un treball que és, fins ara, la millor aproximació a aquest tipus de paisatge.

Un aspecte interessant és la presència d'alguns elements submediterranis en àrees molt limitades d'aquest territori. A la vall de Los Bojes, de la Serreta Negra, s'hi troben *Buxus sempervirens*, *Acer monspessulanum*, *Pistacia terebinthus* i *Arctostaphylos uva-ursi*, amb certa tendència a ocupar la base de les obagues. En conjunt però, un paper molt destacat en el paisatge, a més del pi, el té el llentiscle. Hem vist alguns exemplars de gran mida i, en tot cas, és de bon tros l'arbust dominant. No obstant, el seu caràcter termòfil li impedeix de penetrar a la plana. Després del cru hivern de 1985, hem pogut veure molts llentiscles morts o fortament afectats a la zona del vedat de Fraga, mentre que el garric i els altres arbusts dominants no mostraven massa símptomes de lesions.

Tractarem també, dins les zones perifèriques, les petites serres que emergeixen de la gran plana central, tot dividint-la: el sistema de serretes d'Alcubierre, Ontiñena, etc., la part alta de la Retuerta de Pina i poca cosa més. Les altituds oscil·len entre els 300 m de la plana i un màxim de 800 m, de manera que els relleus són poc acusats. Algunes espècies termòfiles i el mateix pi blanc hi troben, no obstant, refugi. Entre els 300 i els 600 m, segons Braun-Blanquet i Bolòs, la vegetació climàtica correspondria a un *Rhamno-Quercetum cocciferae cocciferetosum*, comunitat molt semblant al *pistacietosum* i també dominada pel pi blanc. El vesc hi és igualment abundant. *J. thurifera* s'estèn des de la plana fins els 500 m aproximadament, barrejat amb el pi ja dins de les serres. L'alzina (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*) els desplaça a tots dos cap els 600 m.

A les obagues de les parts més altes d'Alcubierre hem observat la presència d'una comunitat dominada per *Quercus faginea* ssp. *valentina* i *Acer opalus* ssp. *granatense*, amb gran abundància de *Thalictrum tuberosum* i *Paeonia officinalis* ssp. *humilis*, i amb una forta presència de *Prunus spinosa* (que forma a més poblacions pures en bona part dels fons dels barrancs) i de diverses espècies de *Rosa*. Aquesta composició sembla correspondre al *Violo-Quercetum fagineae*, comunitat prou extesa a les muntanyes de l'interior de Tarragona (Folch 1976, Massalles 1979). Es tracta d'una comunitat que no ha estat citada al territori que considerem, almenys a la bibliografia de què tenim coneixement.

Les dades corològiques i el problema de les estepes

Un altre dels aspectes que ens cal considerar és el corològic, especialment a partir del treball de Jäger (1971). Aquest treball es centra en l'anàlisi corològica de tres comunitats (segons les dades de Braun-Blanquet i Bolòs): l'*Ononidetum tridentatae*, com a representant de la xerogarriga, l'*Agropyro-Lygeetum*, com a mostra de l'estepa de gramínies, i el *Salsolo-Peganeetum*, que l'autor considera com una formació de tendència halòfila (bé que

la principal característica en sigui la nitrofilia). No seguirem el discurs de Jäger, que s'orienta cap a altres camins, però les seves conclusions mostren que a les comunitats arbustives de l'*Ononidetum* hi ha un fortíssim predomini de l'element iberomaurità endèmic i, més moderadament, del que anomena element mediterrani subcontinental (espècies amb àrea ibèrica i centresudmediterrània), essent en canvi molt escàs l'element ibèric continental-oriental (espècies d'àrea ibèrica-oriental-turaniana). A l'*Agropyro-Lygeetum* la situació canvia marcadament, ja que aquest darrer grup oriental adquireix força més importància i disminueix l'endèmic iberomaurità. Finalment, al *Salsolo-Pegagnetum* el grup de connexions ibèric-continental-oriental és de molt el més important.

Jäger ens recorda que, segons Francini-Corti, una invasió de taxons turco-irànics cap a la península ibèrica fou factible a partir del Miocè superior (crisi messiniana) i, sobretot, als períodes glacials eixuts i postglacials. Aquesta invasió s'hauria produït pel camí del Sahara i també pel nordmediterrani i Europa central (Bolòs 1951). Beug (1967) ha assenyalat «un clima wurmià més fred però alhora més sec en relació a l'actual, que no permetria la vida dels boscos lluny de la regió mediterrània, de manera que aquests mancaven a la darrera fase würmiana fins i tot a l'Espanya meridional (dades de Menéndez Amor & Florschütz 1963)». Braun-Blanquet i Bolòs accepten també que és probable que, «a certes èpoques del Quaternari, la veritable estepa sense arbres ha constituït la climax de Saragossa». L'extensió de la vegetació silvo-estepària a la Península possiblement arribà a ésser molt considerable i no limitada a aquesta zona. Bolòs (1981) ha publicat un mapa hipotètic de la situació durant la glaciació würmiana al terç oriental de la Península que mostra el domini de la silvo-estepa en totes les zones interiors, domini que probablement es mantingué almenys fins la fi del Würm. És molt possible que aquest passat estepari es perllongués molt més a les planes de l'Ebre.

Les relacions amb altres territoris

Jäger (1971) considera la xerogarriga *Ononido-Rosmarinetea* com un tipus de vegetació originat a la regió iberomauritànica, similar al *mesquite* dels Estats Units i nord de Mèxic; el *Salsolo-Pegagnetum* dels Monegros pertany al cinyell semidesèrtic d'*Artemisia herba-alba*; l'*Agropyro-Lygeion* al cinyell de *Stipa tortilis* d'estepes seques subtropicals que coexisteixen amb els boscos secs; i el *Rhamno-Quercetum cocciferae thurifetosum* a les formacions de coníferes que formen la frontera entre el bosc i el semidesert (*pinyon-juniper* a Utah, Nevada i Arizona, o a les formacions similars del Marroc, Cirenaica, Anatòlia, Transcaucàsia, fins el sud del Turkesta i part de l'Indostà). Els diagrames ombrotèrmics de la zona de l'Ebre tenen semblances, que Braun-Blanquet i Bolòs, Jäger, i Walter han posat de relleu, amb la regió d'Ankara (on es troben estepes de gramínies i d'*Artemisia*),

l'Anatòlia central, el *Great Basin* americà (on reapareixen també tipus semblants de vegetació estèpica i el *pinyon-juniper*), etc. No obstant, és un fet general que tots aquests territoris tinguin un clima igualment eixut que el de l'Ebre però, alhora, força més fred, essent-hi freqüent el fenomen de l'endorreisme.

Totes aquestes dades de la bibliografia posen de manifest unes relacions de clima, sòl, geomorfologia i paisatge vegetal almenys d'una part de les comunitats de la depressió de l'Ebre amb altres territoris. No cal dir que les semblances més fortes són amb el nord d'Àfrica, i han estat ja comentades per Braun-Blanquet i Bolòs sobre una base florística i fitosociològica. Jäger ha deixat clar que la regió iberomauritana ha estat centre d'origen de la xerogarriga, però per a la resta del paisatge hi ha més influència oriental sense que, en cap cas, hi hagi relació amb les veritables estepes russes.

Medi físic, i vegetació de les *vales* guixenques de la zona central

Una bona part de la meua recerca ecofisiològica (Terradas 1973b) la vaig realitzar a les *vales* de la Retuerta de Pina, una serreta que s'enlaira escassament 80 m sobre el nivell de la plana, en plena zona central. En aquest apartat comentaré només algunes observacions relatives a les condicions del medi físic i la distribució dels vegetals. Algunes conclusions sobre aquests punts han estat ja tractades en un treball anterior (Terradas 1973b), però la majoria dels resultats es publiquen ací per primer cop.

Les dades meteorològiques les obtinguérem mitjançant registres termohigràfics, amb tres aparells, instal·lats l'un al cim d'un turó (estació E3), l'altre al centre d'una *val* immediata (estació E1), i un tercer ran de terra, prop de E1 i sota les branques d'un exemplar de *J. thurifera* (estació E2). Cada termohigrògraf anava acompanyat d'un termòmetre de màxima i mínima, dins d'una cabina meteorològica. A les estacions 1 i 3 hi havia també dos termòmetres, de màxima i mínima en colze que donaven les temperatures del sòl a 10 i 20 cm de profunditat. El desnivell entre les estacions 1 i 3 era d'uns 20 m. Prop de E3, a una altitud 30 m major, existia una estació termopluiomètrica instal·lada pel Servicio Meteorológico Nacional (Lagrabá); per desgràcia, les dades tèrmiques les hem de considerar de baixa fiabilitat. El període de registre de les nostres estacions fou de març de 1969 a juliol de 1971.

Geomorfologia, sòl i vegetació presenten una íntima correspondència en aquestes *vales*. La Figura 3 mostra de forma sintètica la catena ecològica associada al relleu, amb indicació de la posició de les estacions bàsiques.

Els turons porten sòls força esquelètics, amb molt elevat contingut de guix, coberts de crostes de líquens i d'arbusts xerofítics associacions que van des d'*Helianthemum squamati* fins a un *Rhamno-Quercetum cocciferae* molt degradat. Sovint, les petites elevacions de terra que es formen a la base dels matolls fan pensar en la persistència de fenòmens



Figura 3. Catena de comunitats vegetals, profunditat del sòl, i principals processos de transport en una vall guixenca de la Retuerta de Pina, prop de Bujaraloz. S'indica la situació de les dues estacions termohigromètriques (E1 i E3).

d'erosió. Als fondals, en canvi, s'han acumulat, per transport sobretot eòlic, gruixos considerables de materials llimosos, formant sòls grisencs (no tan blancs com els anteriors i amb enfosquiment més intens els primers centímetres, degut a la presència de matèria orgànica); damunt d'aquests sòls hi ha una vegetació molt més densa de gramínies perennes que cobreixen totalment el sòl a partir de 30 cm, però deixen força espai ran de terra, espai que és aprofitat a l'estació oportuna per les plantes anuals de cicle vegetatiu curt. És molt freqüent, quasi general, que aquestes comunitats, que poden portar un estrat arbore de *Juniperus thurifera* (amb un recobriment que no sembla passar actualment del 40%), hagin estat substituïdes per conreus de cereals. Deixant de banda els arbres en un i altre cas, la fitomassa aèria de les comunitats de gramínies deu ésser força superior a la dels matolls esclarissats dels turons (prop del doble en unes mostres aïllades preses per Ll. Ferrés i jo mateix a l'hivern). La Taula I dona els resultats d'anàlisis de sòls fetes a les dues situacions comentades: parts altes del turons i fons de vall.

La permeabilitat dels sòls grisencs dels fondals en forma de pastera de les vales és molt elevada, la qual cosa fa que l'aigua s'infiltri ràpidament i només circuli a la superfície a nivell del contacte entre els llims i el substrat guixenc. Però sovint les vales acaben en una depressió tancada, no arribant a trobar sortida cap al riu. En aquestes depressions, el nivell freàtic s'acosta a la superfície i podem trobar-hi sòls de tipus solonxac, amb la corresponent vegetació halòfila. Les eflorescències salines poden afectar a bona part dels fons de les valls.

Taula 1. Propietats físico-químiques de dues mostres de sòl preses als dos extrems de la catena d'una *val* a la Retuerta de Pina, prop de Bujaraloz: E1, al fons de la *val*; E3, al cim del turonet adjacent.

Fondària (cm)	pH		Mat. org. (%)	N tot (%)	C/N	CO ₃ ^a (%)	Salinitat (mS cm ⁻¹)	P ₂ O ₅ ^b (ppm)	Cations intercanvi.			ClC (meq/ 100g)	Permeabi- litat ^c (mm dia ⁻¹)	Textura ^d (%)			
	H ₂ O	KCl							CaO	MgO (mg g ⁻¹)	K ₂ O			Arena gruixuda	Arena fina	Llim	Argila
	E1																
0-10	7.7	7.2	6.8	0.45	8.7	28.0	1.54	69	15.5	0.79	0.30	31.8	22	3.4	23.2	53.1	13.6
10-20	7.8	7.3	3.4	0.25	8.1	22.2	1.83	50	51.8	1.57	0.18	27.1	32	2.6	18.4	67.2	8.4
20-50	7.9	7.3	3.2	0.21	9.2	23.1	1.92	42	48.8	1.42	0.19	28.7	31	2.1	26.1	60.2	8.3
E3																	
0-10	7.7	7.5	1.9	0.11	10.3	4.9	2.43	117	63.6	1.42	0.06	13.6	39	36.7	14.1	38.9	8.3
10-20	7.8	7.5	1.3	0.06	13.0	3.7	2.35	146	59.0	1.26	0.05	8.8	62	37.6	11.9	39.5	9.5
20-50	7.8	7.5	0.6	0.04	10.3	2.1	2.27	129	66.5	1.57	0.04	7.6	24	40.1	11.5	38.7	9.1

^a calcímetre Bernard.

^b mètode Bray (extracció amb fluorur amònic).

^c mètode Henin.

^d Classes texturals segons la Societat Internacional del Sòl.

La fitomassa, deixant sempre de banda els arbres, acostuma a augmentar considerablement just a la base dels turons, amb formacions del *Rosmarino-Ericion* força desenvolupades. En avançar des del peu del turó cap el centre de la vall, la dominància passa a les gramínies, començant per *Brachypodium retusum* (almenys a les exposicions nord), que després és substituït bruscament per *Lygeum spartum* i diverses *Stipa*, amb *Agropyron cristatum* entre altres. Finalment, prop de les depressions, les gramínies són substituïdes per comunitats arbustives nitròfiles i halòfiles.

Tota aquesta seqüència s'ha d'explicar, d'una banda pel canvi en el quimisme del sòl: paper limitant del CaSO_4 i CaCl_2 als turons, del NaCl a les depressions, i importància relativa del Mg i K entre mig, com han assenyalat Duvigneaud & Denaeyer-DeSmet (1966, 1968). D'altra banda, cal considerar també l'aigua disponible i els resultats del transport que efectua en les condicions edàfiques. El peu dels turons es veu afavorit per uns majors aportats hídrics procedents dels vessants, i això permet una més gran producció. Però l'aigua d'escorriment no avança gaire en superfície i la humitat disponible es redueix cap el centre de la val. L'associació entre les comunitats de gramínies i els sòls permeables recorda les observacions d'Emberger (1939) als altiplans nordafricans, on *Stipa tenacissima* ocupa els sòls més permeables i *Artemisia herba-alba* aquells que ho són menys. Igualment, el *Salsolo-Peganetum* als Monegros podria ocupar preferentment, almenys en les condicions poc influenciades per l'home, els sòls menys permeables. De fet, sovint s'observa la transició cap a aquestes comunitats damunt de les argiles que apareixen a les parts baixes de les vales, just abans de la zona clarament afectada per la salinitat. Però l'excessiva pressió dels ramats ha afavorit l'expansió de les comunitats nitròfiles, desdibuixant aquesta pauta.

Veiem doncs que la val es caracteritza per un sistema funcionalment molt coherent de comunitats. Si entenem que l'aigua actua com una energia subsidiària, és possible descriure l'estructura de les catenes en base al transport de nutrients i a la diversa utilització de l'energia subsidiària al llarg de la cadena. Recordem, en aquest sentit, els plantejaments adoptats particularment per Montserrat (1984). Normalment, la màxima fitomassa correspon a un màxim de maduresa. Les comunitats més madures reben i aprofiten la major part dels nutrients i de l'aigua en el conjunt del sistema. En un paisatge mediterrani o medioeuropeu, els boscos més madurs i les ripisilves seran les comunitats afavorides. Les disponibilitats d'aigua, i per tant l'ús d'energia subsidiària, tindrien el seu punt màxim en aquestes darreres, amb la contrapartida de l'impacte que puguin suposar les fluctuacions degudes a les avingudes, fenomen que, actuant com una turbulència del sistema, arriba a impedir la maduració de les comunitats que hi són més exposades. En el cas que ens ocupa, però, tant l'aigua com les sals tendeixen a acumular-se als fons. No hi ha exportació final dels excedents de sals perquè la sortida d'aigua es fa per evaporació des de la depressió o lla-

cuna. L'acumulació de sals a l'abocador final que representa aquesta depressió es pot comparar aleshores a un fenomen de pol·lució natural.

En efecte, segons Margalef (1974), la pol·lució resulta del desequilibri entre entrada i sortida o descomposició de certs materials: ací, materials trets de diversos llocs s'acumulen al fons de la catena fins produir efectes de *stress* inhibitoris de l'evolució cap una major maduresa. Aquesta inhibició té un doble aspecte: l'aparició de dificultats fisiològiques i l'efecte d'exploració que produeixen les fortes fluctuacions en la salinitat degudes a oscil·lacions del nivell freàtic, acompanyades dels corresponents moviments de sals.

Les comunitats de gramínies, juncàcies i ciperàcies que voregen les *saldas* són sovint molt productives quan l'excessiu eixut i l'increment de la concentració salina no les assequen. Es tracta de comunitats sotmeses a fortes fluctuacions ambientals, que aprofiten la disponibilitat d'aigua durant gran part de l'any per assolir aquestes altes produccions. El medi fluctuant afavoreix una selecció de tipus r, a la qual contribueixen els animals amb llur acció explotadora (menjant i trepitjant), ja que a l'estiu troben en aquestes comunitats importants reserves. Les pastures de *Cynodon dactylon* a les comunitats del *Trifolio-Cynodontetum* (Chiprana, vores de l'Ebre, etc.) o del *Juncion maritimi*, les de *Festuca fenas* i *Agrostis stolonifera* a les comunitats del *Plantaginion crassifoliae* juguen així un paper important, oferint recursos notables concentrats en petites superfícies. Braun-Blanquet i Bolòs fan suggeriments interessants per a millorar l'ús d'aquestes comunitats, estenent el *C. dactylon* i procurant introduir l'alfals al *Plantaginion*. A la primavera, els teròfits efimers que surten sobretot a l'*Agropyro-Lygeion* i al *Salsolo-Peganetum* constitueixen una pulsació de producció aprofitable per altres components de l'ecosistema.

Fora dels casos que acabem d'esmentar en què les fortes fluctuacions ajuden a produir una selecció de tipus r, la resta de la catena afavoreix més aviat una estratègia de resistència més que no pas de competència: si es vol, els factors físics són més limitants que els biòtics, i els mecanismes de transport horitzontal més actius que els de transport vertical a la major part de la catena. No s'ha arribat a formar un sòl madur, amb variants més humides o més seques, al llarg de la catena, sinó que es mantenen diferències molt grans entre els diversos segments en les condicions edàfiques, associades directament al relleu i al corresponent transport horitzontal. En conseqüència, no és possible de parlar de la «vegetació final dels llocs de condicions mitjanes» o clímax, sinó de mosaics en catenes associades al relleu.

El model de *val* que acabem de descriure, i que apareix esquematitzat a la Figura 3, resulta força suggerent des d'un punt de vista ecològic i certes conclusions poden extrapolar-se a bona part del paisatge de la zona central. En primer lloc, per molt que l'aigua actua com a factor limitant de la fitomassa, la màxima fitomassa no es dona necessàriament en les zones

més ben alimentades d'aigua, perquè la manca de drenatge dona lloc a salinització. Així, és lògic esperar que el màxim de fitomassa es produeixi en una situació intermèdia, aprofitant les condicions més favorables de la base dels turons i parts superiors dels fondals. Però el fet que hi hagi alhora prou gruix de sòl, prou aigua i no massa sals dependrà estrictament del relleu. Trobem així les zones més properes als vessants i als peus de les serretes que volten o surten de la plana, on el relleu garanteix un drenatge relativament millor i un aport d'aigua per advecció lateral. Actualment, *J. thurifera* es troba sobretot en aquestes condicions (Bolòs 1973).

Pel que fa al clima, els meus resultats es comenten al treball ja citat (Terradas 1973b). Vaig poder comprovar l'existència de diferències de temperatures entre petits desnivells, a la Retuerta de Pina; el fet crucial és que es troben mínimes més baixes als fons de la vall que als turons (Figs. 4-5). Un fet trascendental en aquest sentit és que es donen boires baixes a l'hivern que poden mantenir-se durant dies i que afecten molt més a les parts més baixes (plana i base dels turons), de forma que les petites elevacions queden com illots emergint de la boira, mentre que l'aire fred s'estagna al fons. En els turons s'hi localitza així tot un conjunt d'espècies relativament termòfiles, en particular *Pinus halepensis*. Després d'un hivern rigorós, vaig poder observar efectes més forts de les glaçades sobre exemplars de romaní que vivien a la base dels turons que no pas en els dels cims. Les mínimes mitjanes a l'època més freda poden diferir més de 2 °C entre E1 i E3. El nombre d'hores de gelada (temperatures iguals o inferiors a 0 °C) és sensiblement superior a E1 (Fig. 5). El sòl més exposat de l'estació E3 a l'estiu presenta temperatures més elevades i el rescalfament arriba a major profunditat que no pas a E1 (Fig. 6), diferència que podria resultar també de la menor humitat del sòl a E3. A l'hivern, en canvi, les mínimes són més baixes a E1 que a E3 (Fig. 6).

En resum, les dades climàtiques mostren també, com les edàfiques, una important variació associada a la topografia, fins i tot a petita escala, amb topoclimes netament diferenciats al llarg de la catena fitotopogràfica.

Consideracions biogeogràfiques: Clima i vegetació

La imatge d'un país compartimentat en dominis climàtics o de vegetacions zonals pot ésser satisfactòria i útil a grans trets, però no hi ha dubte que tendeix a amagar-nos el fet que el clima canvia contínuament, segons tendències que poden variar tant d'intensitat com de sentit. Això fa que sigui possible, i necessària, l'existència de fases de transició, que poden arribar a reflectir-se també en el tipus de vegetació que ocupa les condicions mitjanes en un moment donat. És clar, al mateix temps, que la vegetació només pot assolir l'equilibri amb el procés dinàmic de les variacions climàtiques si aquestes es produeixen en una escala de temps diferent, més llarga, que les de vegetació.

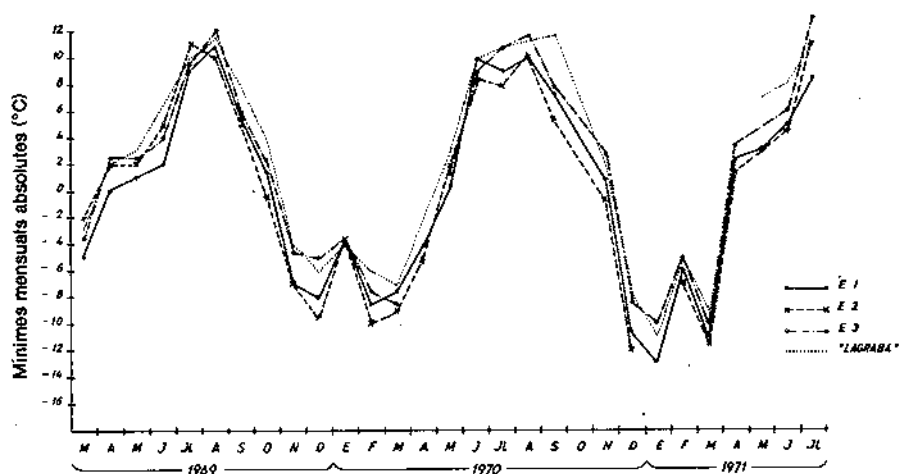


Figura 4. Mínims mensuals absoluts de la temperatura de l'aire a la Retuerta de Pina. Les estacions E1 i E2, al fons d'una val, tenen generalment mínims inferiors a les de E3 i Lagraba (20-50 m pel damunt de les primeres).

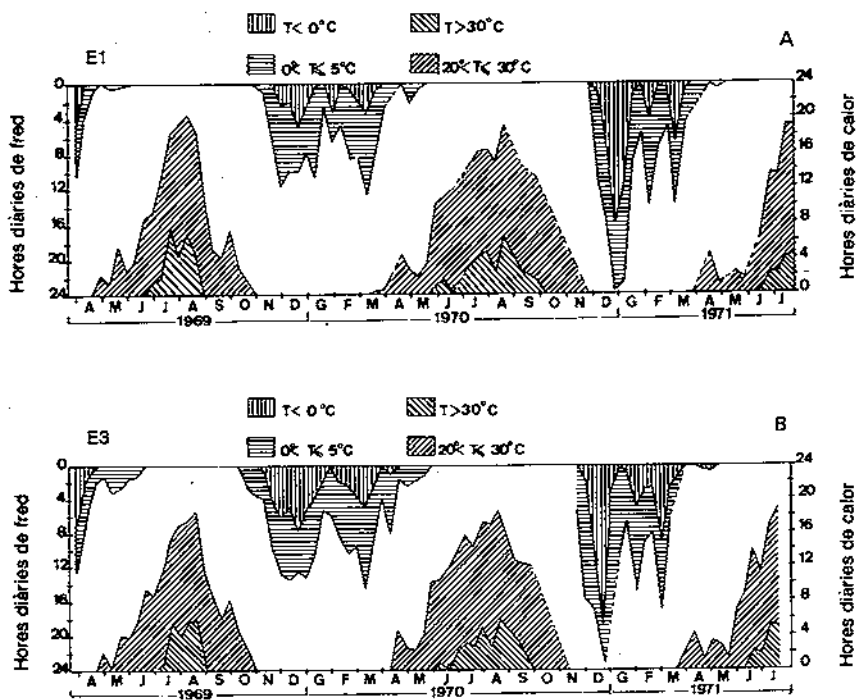


Figura 5. Temperatures de l'aire a les estacions E1 (a) i E3 (b) expressades en hores de gelada (menys de 0°C), de fred (de 0 a 5°C) i de calor (més de 20 i de 30°C), en mitjanes decenals.

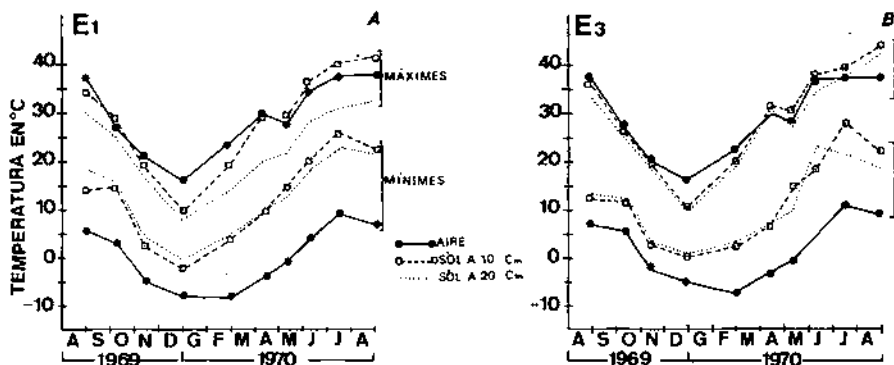


Figura 6. Temperatures màxima i mínima de l'aire i del sòl a 10 i a 20 cm de fondària a les estacions E1 (a), al fons d'un val, i E3 (b), al cim d'un turonet adjacent.

Sovint, hom té la impressió que s'ha utilitzat la idea de clímax de forma involuntàriament dogmàtica, fins perdre de vista aquestes possibilitats i caient en una concepció global estàtica i poc flexible d'un fenomen que és essencialment dinàmic. La causa principal d'aquesta situació la trobem, sens dubte, en les enormes llacunes de coneixement de l'evolució històrico-biogeogràfica de la vegetació, i en particular de la vegetació mediterrània. El determinisme climàtic és, manifestament, el que acostuma a tenir major pes en les explicacions que es solen donar de la distribució de les plantes, fins a l'extrem que es deixa massa en segon terme la pròpia dinàmica de la relació clima-plantes com a procés històric, o fins i tot les variacions edàfiques o l'acció directa de l'home, i per descomptat les interrelacions biòtiques. Així doncs:

a) Admetem que som en presència d'un procés dinàmic (configuració del paisatge vegetal) que segueix de prop un altre procés dinàmic (els canvis climàtics).

b) La topografia manté en cada moment una diversitat de topoclimes que permeten l'existència sincrònica de formacions vegetals variades sobre petites distàncies.

c) L'ajustament, en cada instant, de la vegetació a les condicions climàtiques vigents es fa a partir del *pool* d'espècies (i comunitats) disponibles en un entorn proper, tot variant les àrees de distribució constantment en resposta als canvis climàtics. El resultat és que la vegetació és, en cada moment, en equilibri més o menys inestable respecte al clima actual, d'acord amb una història prèvia de les oscil·lacions climàtiques i paisatgístiques, que ha deixat determinades espècies disponibles en un entorn accessible. Així, per exemple, quan les condicions són favorables a l'alzina, aquesta s'imposa i condiciona tot un ambient forestal, però si som fora dels límits

de tolerància de l'alzina, i si el pi és l'únic arbre present, aquest dominarà en les comunitats relativament més madures, malgrat el seu caràcter pioner. El pi, més tolerant que l'alzina a l'eixut, podrà així jugar un paper dominant en una transició des d'un clima estepari fred fins a un clima igualment àrid però més temperat (mediterrani continental sec). L'alzina només podrà avançar si, ensems, augmenta la pluviositat. *J. thurifera* aguanta més el fred que no pas el pi, i soporta l'eixut millor que l'alzina, però assoleix cobertures febles i no és capaç de crear unes veritables condicions forestals que s'imposin en l'organització del sistema i redueixin la importància dels fenòmens de transport lateral.

El reconeixement del fenomen d'inversió porta necessàriament a reconèixer també el caràcter muntanyenc de *J. thurifera* i a relacionar ambdues coses. De fet, tota la zona central de la depressió està marcada per aquesta influència muntanyenca, manifestada per exemple per la presència de *J. thurifera*, *Stipa lagascae* (Bolòs 1973), *Astragalus turolensis* (Font i Quer 1954), la molsa *Tortula desertorum* (Casas 1970, 1975) o *Salvia officinalis* ssp. *lavandulifolia* (Bolòs, com. verb.).

J. thurifera es troba a la regió molt preferentment en els sòls profunds i fuig dels vessants més denudats, de sòls guixencs esquelètics. Aquest és un fet ben conegut dels pagesos. En canvi, al Sistema Ibèric i a l'Atlas es troba damunt de sòls força variats i, sovint, pedregosos i difícils, fet que ens porta a pensar que l'espècie no és necessàriament molt exigent pel que fa a la profunditat del sòl, com també han assenyalat Sébastien (1965) i Sébastien & Bagnouls (1959). Així, la preferència pels sòls profunds a la depressió de l'Ebre podria ésser un indicatiu de que l'arbre hi troba dificultats en el subministrament d'aigua, i només pot viure en zones més elevades, amb més precipitacions, o bé en aquelles que tenen una aportació lateral d'aigua, sense entrar però en les àrees d'acumulació de sals ni en els indrets de sòls massa superficials (i, per tant, amb poca capacitat per emmagatzemar aigua). Donades les característiques de relleu del territori, sembla difícil de compaginar aquestes limitacions edàfiques amb un possible caràcter «climàtic». De tota manera, no sabem gairebé res sobre el balanç hídric dels sòls profunds de les valls guixenques que són els que sembla preferir l'arbre. Per donar suport a les nostres interpretacions presentem a la Figura 7 un climatograma en el qual es veu clarament el caràcter extremós dins el conjunt de l'àrea de distribució de *J. thurifera*.

Les característiques del relleu són sempre determinants en la distribució de sals i nutrients, però l'impacte en la vegetació és molt més manifest a mesura que augmenta l'aridesa del clima. L'estructura catenar de les vales, descrita abans, és un exemple remarcable de determinisme de la vegetació per aquests fenòmens edàfics. Les catenes es repeteixen, formant un mosaic que és fàcil de veure en una escala de desenes o centenars de metres. En aquestes condicions, és lícit preguntar-se si, a la zona central de la depressió de l'Ebre, l'espai disponible per una possible clímax forestal de

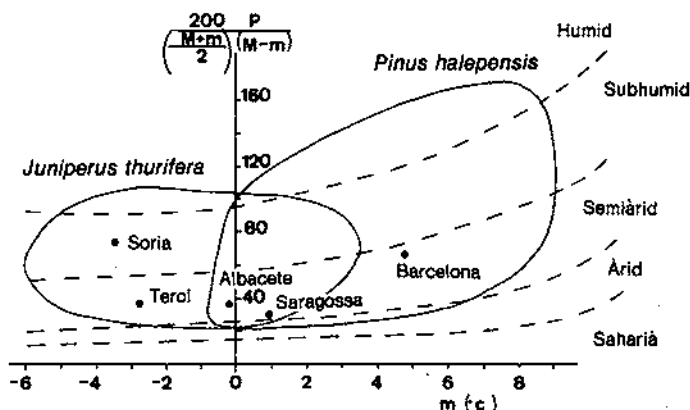


Figura 7. Localitats de *Juniperus thurifera* i de *Pinus halepensis* en el climatograma d'Emberger, segons Quézel (1976) i Sébastian (1965), lleugerament modificat. L'abscissa (m) és la mitjana de les mínimes del mes més fred. L'ordenada és el quocient pluriotèrmic d'Emberger, on P és la precipitació anual (en mm) i M és la mitjana de les màximes del mes més càlid. Observi's l'aridesa extrema de Saragossa.

J. thurifera fóra gaire important, o si té gaire sentit fins i tot parlar de clima en un sentit convencional. En primer lloc, el bosc no era, en cap cas, dens. D'altra banda, en l'actual paisatge tenen un paper molt important espècies que, com *L. spartum* o *A. cristatum*, són gipso-halòfits, i és molt possible que molts dels llocs ocupats per aquestes espècies, o pels conreus que les han substituït, no hagin estat mai massa adients per a un *Rhamno-Quercetum cocciferae thuriferetosum*, i en part ni per al propi *J. thurifera*. No cal dir que els sòls salins dels fondals mai no han admès aquesta mena de vegetació. Finalment, les crestes guixenques dels turons també rebutgen la savina. Per desgràcia, les dades històriques no ens ajuden per ara a delimitar la posició i extensió de la comunitat més madura. Els testimonis escrits que coneixem de fa 400 anys (Vila 1975) descriuen paisatges com els que avui veiem, i Braun-Blanquet i Bolòs citen legislacions feudals del segle XIII destinades ja a limitar l'explotació d'arbres i arbusts.

El pi blanc deu haver ocupat extensions relativament importants a la península i al nord d'Àfrica, amb sotabosc variable. És perfectament possible que existissin diverses associacions terminals en les quals l'arbre dominant fos el pi blanc, en contra de creences força popularitzades, i l'àrea del vedat de Fraga i voltants de Mequinença en podria ser una mostra.

Si hi ha alguna excepció a la bàsicament correcta opinió negativa d'Huguet del Villar sobre les estepes ibèriques, sembla lògic buscar-la justament en aquestes àrees de sòls grisos, reduïdes en el conjunt de la península però prou importants a la conca mitjana de l'Ebre. L'extensió que prenen en aquesta regió algunes comunitats dominades per espècies de caràcter este-

pari és una altra dada en el mateix sentit. Sòls i flora, en definitiva, fan difícil de creure en l'existència, a la regió, d'una climax forestal, almenys en un període molt llarg de temps.

La manifesta continentalitat de la plana és una resultant complexa: els efectes relatius als mínims tèrmics produïts per l'estagnament d'aire fred ran del sòl, és a dir, la inversió tèrmica pròpiament dita, són reforçats per l'exposició als vents (el *cierzo* en particular). Ja hem dit que la circulació d'aire per les valls dels rius i el trencament del relleu probablement originen als barrancs perifèrics turbulències que impedeixen l'estagnament, alhora que l'exposició al vent és menor. Durant l'estiu, el vent és un factor important en el balanç hídric, en augmentar l'evaporació de la humitat edàfica.

En el cas que ens ocupa, voldríem comentar en aquest punt el fenomen de l'endorreïsm (vegeu també Montserrat & Villar 1972). En primer lloc, la zona endorreica de la plana no té perquè ser la menys plujosa de la regió que ens ocupa. Els territoris ocupats per pinedes presenten relleus torrencials perquè es tracta de serres o vessants relacionats amb un sistema fluvial originat fora de la regió. Es pot suposar que la zona endorreica està en regressió per l'erosió remontant dels torrents. De tota manera, la significació de l'endorreïsm en relació amb l'aridesa ambiental s'ha de matisar també si recordem les consideracions de Quirantes (1965) referents a l'origen càrstic de part de les llacunes o a la formació de glacis.

Assaig de síntesi

Per acabar, procurarem de sintetitzar breument tot aquest conjunt de consideracions. Remarcarem en primer lloc que una part dels components del paisatge vegetal de l'Ebre reflecteix unes condicions molt eixutes i marcadament continentals. Les semblances de fesomia amb la vegetació que es dona en indrets d'hiverns molt més durs, però, només s'expliquen, al meu parer, si interpretem la vegetació dels Monegros com a un vestigi d'un clima passat més fred i tant o més eixut que l'actual. El paisatge de la zona central, de substrat guixenc, trobaria el seu origen en un període estepari, de clima mediterrani àrid fred (en la terminologia d'Emberger), que s'hauria donat potser ja al Miocè, amb una formació de sòls grisos subdesèrtics i una forta explotació, per erosió, dels vessants. Després de diverses fluctuacions posteriors del clima, s'hauria arribat a les condicions actuals, de clima marcadament continental encara, i també molt sec, però d'hiverns no tan durs. En tot aquest temps, des d'aleshores, no crec que la plana hagi pogut tenir gaire temps seguit una cobertura forestal densa i contínua. Les petites dimensions de les valls i la manca de circulació superficial d'aigua fan que els fons, quasi tot l'espai de sòls profunds, tinguin sòls almenys una mica salats, afavorint-hi una comunitat permanent d'aspecte estepari dominada per gramínies perennes, principalment *Lygeum spartum*. Les

zones més baixes de les valls, amb problemes de forta salinització i, fins i tot, d'inundació, portarien el corresponent complex de comunitats halòfiles associat als gradients edàfics. A les vores externes dels cinyells halòfils s'hi devien trobar comunitats d'arbusts nitròfils com *Artemisia herba-alba*, que han estat molt afavorits després per la pastura. Als turons, els sòls més esquelètics devien portar les comunitats més gipsòfiles i els més profunds admetien matolls com el romaní i, a les parts més altes, s'hi feia el propi pi blanc com ara. El determinisme edàfic donava lloc així a un complex pluritesselar en el qual és difícil de saber què serien les condicions mitjanes i no té molt sentit parlar de clímax o de vegetació zonal. Les comunitats més madures d'aquest complex estarien dominades per *J. thurifera*, prop del límit de la seva tolerància hídrica, però ben adaptat a les condicions continentals de la plana.

D'aquesta manera, segons la nostra interpretació, les formacions estepàries, reforçades probablement per la presència de grans herbívors, han jugat de sempre un paper més important del que els hauria permès una clímax de màquia tancada. Braun-Blanquet i Bolòs assenyalen que «tot fa pensar que, en les condicions climàtiques actuals, el *Lygeeto-Stipetum lagascae* ha format amb el bosc aclarit de *Juniperus* un mosaic adornant les clarianes entre les savines i els arbusts sempre espaiats». Jäger ha insistit també en què «no fóra correcte de negar completament l'existència d'estepes naturals de gramínies a la vall de l'Ebre, fins i tot i aquestes coexistien amb un *woodland* sec, i que aquesta coexistència és, d'altra banda, la forma en què apareixen habitualment les estepes, tant a l'oest d'Amèrica com a les regions ibèrica, mediterrània oriental i del sud del Turkestà». A més, amples zones devien quedar desforestades als fondals salobrosos i aïssats més exposats a l'erosió ocupats per la xerogarriga.

A la zona calcària que envolta el nucli guixenc, les característiques del relleu i les catenes de sòls són ben diferents. Els replans i fisures de les roques (es tracta d'un relleu moderadament càrstic com ja hem vist) tindrien prou sòl, i per tant humitat per mantenir una vegetació llenyosa que podria amb més justesa qualificar-se de màquia. Aquesta màquia s'enriqueix molt en espècies termòfiles en baixar de la plana pels barrancs que porten a l'Ebre, l'Alcanadre o el Cinca. De fet, s'entra en un estatge termomediterrani on trobaríem pinedes extenses amb sotabosc dens dominat pel llentiscle. El pi blanc, d'una part, té una ampla valència ecològica i un tarannà colonitzador i heliòfil que no li permet de competir amb l'alzina, que l'exclou de les fases finals de moltes successions; a més, el pi blanc forma coberts poc densos que modifiquen poc o gens les comunitats de matolls en les que s'estableixen (no aportant res a llur qualificació fitosociològica). Potser per tot això, aquest pi ha estat una espècie un xic menyspreada pels fitosociòlegs. No obstant, sabem que forma l'estadi més madur del bosc en bona part de l'estatge termomediterrani nordafricà, i creiem que aquest és també el cas dels marges abarrancats de la plana als Mone-

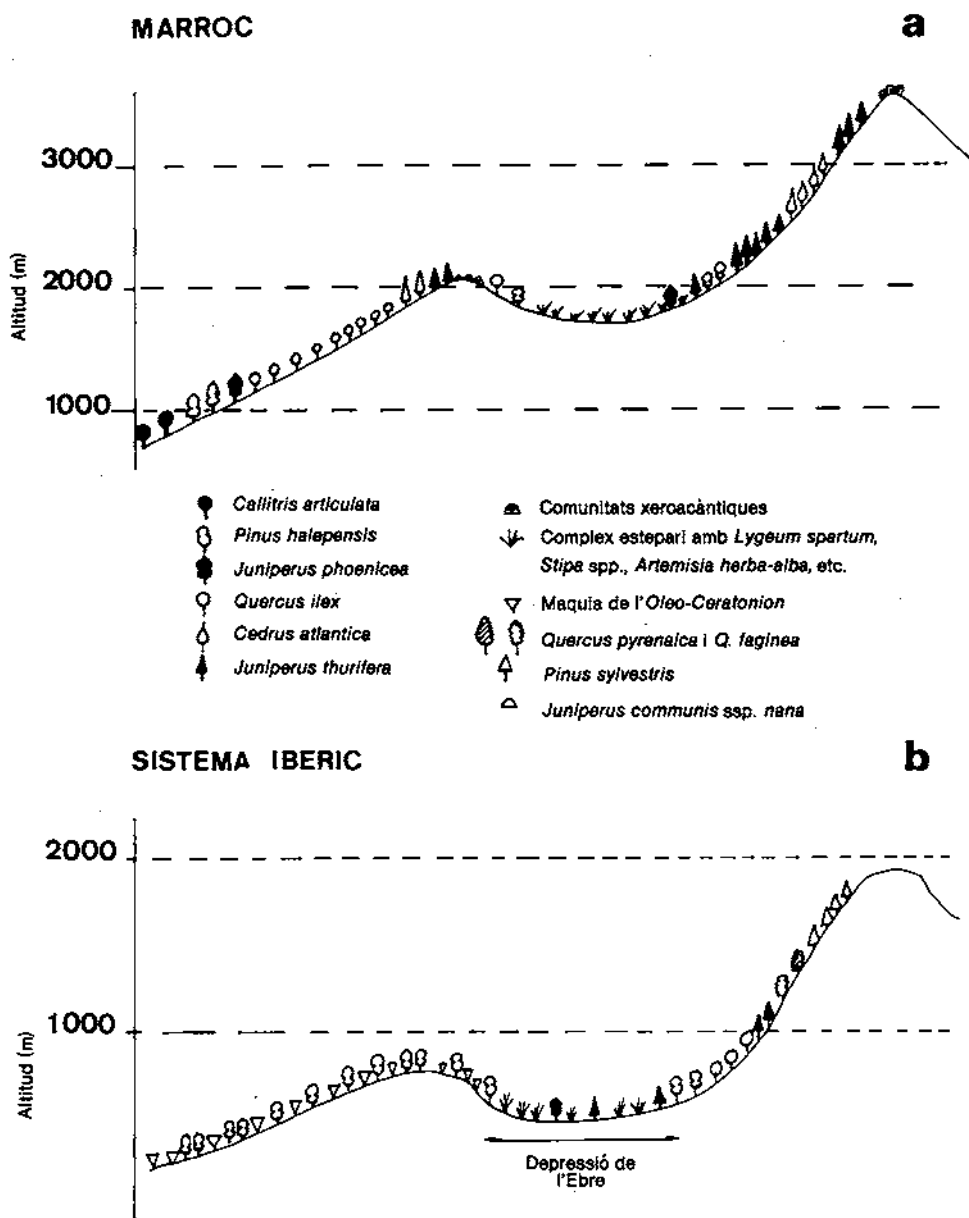


Figura 8. Sèries altitudinals comparades. (a) Transecte nord-sud del Gran Atlas (Marroc), idealitzat a partir de dades d'Emberger (1936). (b) Perfil generalitzat al Sistema Ibèric, des de la màquia litoral passant per les planes de la depressió de l'Ebre fins a la Serra d'Albarracín. El paral·lisme de les sèries, amb un desfasatge de 1000 m, és clar. Les planes de l'Ebre ocupen una posició similar a la dels altiplans africans.

gros i dels territoris de Casp i Mequinença. Les temperatures massa fredes de l'hivern l'obliguen a fugir de la zona d'aire estagnant i refugiar-se als barrancs i relleus.

Les similituds amb els paisatges nordafricans poden ajudar-nos a entendre l'esquema general. Comparem a la Figura 8 un transecte generalitzat a partir de tres transectes concrets i d'algunes descripcions donats per Emberger (1932, 1936, 1939) per als pisos altitudinals del Marroc occidental, amb un segon transecte, igualment generalitzat, des del mar als Monegros i al Sistema Ibèric. Es tracta de posar de manifest algunes analogies interessants entre estatges, amb un desplaçament dels estatges corresponents entre un i altre transecte d'uns mil metres. Al transecte ibèric, hom pot veure que l'*Oleo-Ceratonion* litoral deixa pas cap a l'interior a una màquia amb pi blanc mentre que l'alzinar roman a les parts més humides. Les planes de l'Ebre fan, en aquest context, el mateix paper que un altiplà com els que trobem al transecte africà. Per damunt, reapareixen les pinedes i després l'alzinar. Al Sistema Ibèric, després de l'alzinar hi ha un estatge de *J. thurifera*, com passa a l'Atlas, excepte a les zones més humides en què hi trobem caducifolis com *Quercus pyrenaica* i després *Fagus sylvatica* (Moncayo), en unes situacions comparables a les que té *Quercus faginea* a l'Atlas. Un darrer tret de paral·lisme el donen les comunitats culminals de coixinets espinosos (pràcticament reduïts a *Erinacea anthyllis* al Sistema Ibèric). *Juniperus phoenicea* no té normalment, als paisatges ibèrics, la importància que assoleix a l'Atlas en alguns llocs, amb aspecte arbòri i formacions en parc.

Els notables punts de contacte que acabem d'esmentar, i en particular el que es refereix a les estepes i la savina, crec que donen suport a una interpretació de la vegetació dels Monegros basada, d'una banda, en la geomorfologia i les seves implicacions climàtiques, i de l'altra en els sòls. L'evolució del paisatge vegetal des del Miocè fins ara ha comprès, probablement, diversos processos que, en actuar alhora sobre la vegetació, li han acabat donant unes característiques força peculiars. D'una banda, el clima general ha sofert canvis en el sentit d'un atemperament dels hiverns des de la darrera glaciació. Però la circulació de l'aire va associada al relleu, i es dona un fort contrast entre la plana, en la qual a l'hivern s'hi immobilitza sovint una capa d'aire fred, i els barrancs i valls fluvials, en què l'aire està sotmès a moviments turbulents. Avui encara, el progrés de l'erosió remontant dels torrents va reduint l'extensió de les planes i afavorint, amb l'avanç dels relleus torrencials, el de la vegetació mediterrània.

L'acció de l'home ha estat contrària a la màquia, per l'ús de biomassa com a combustible. A més, la pastura ha afavorit les comunitats nitròfiles semidesèrtiques del *Salsolo-Peganetum*, fent així avançar els elements que donen fesomia estèpica al paisatge des de la plana cap a la perifèria. El complex pluritessel·lar de la plana, residu directe d'un passat no gaire llunyà, s'hauria així expandit en detriment de màquies i boscos. En els

darrers mil·lenis, l'extensió relativa de la zona forestada deu haver conegut algunes fluctuacions, però canvis climàtics i acció humana han anat ja massa junts perquè puguem destriar una causes de les altres.

Agraïments

Em cal, i em plau, d'agrair la lectura de les primeres versions del manuscrit a O. de Bolòs i S. Rivas Martínez. Posteriorment, P. Montserrat ha fet moltes suggerències valuoses que he mirat d'aprofitar fins allà on n'he estat capaç. Finalment, F. Rodà ha millorat sensiblement el text, amb una atenció força superior a l'exigible a un secretari de redacció.

Bibliografia

- Beug, H.J. 1967. Probleme der Vegetationsgeschichte in Südeuropa. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 80:682-689.
- Bolòs, O. de. 1951. Algunas consideraciones sobre las especies esteparias de la Península Ibérica. An. J. Bot. Madrid 10:1-9.
- Bolòs, O. de. 1973. La vegetación de la Serreta Negra de Fraga. Mem. Acad. Cien. Art. Barcelona 42: 269-313.
- Bolòs, O. de. 1981. El clima i la vegetació postglacial als Països Catalans. Treb. Inst. Cat. Hist. Nat. 9:83-91.
- Braun-Blanquet, J. & Bolòs, O. de. 1957. Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. An. Est. Exp. Aula Dei 5:1-266
- Casas, C. 1970. Notulae Bryologicae. I. Avance sobre los estudios de la flora briológica de Los Monegros. Acta Phytotaxonomica Barcinonensia 6:5-12.
- Casas, C. 1975. Notulae Bryologicae. VIII. Consideraciones sobre el área de distribución y ecología de *Tortula desertorum* Broth. en España. Acta Phytotaxonomica Barcinonensia 15:3-13.
- Ceballos, L. 1966. Mapa Forestal de España. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- C.S.I.C. 1968. Mapa de los suelos de España. Madrid.
- C.S.I.C. 1970. Mapas de suelos de las provincias de Zaragoza, Huesca y Logroño. Instituto Nacional de Edafología y Agrobiología J.M.^a Albareda. Madrid.
- Duvigneaud, P. & Denaeyer De Smet, S. 1966. Accumulation de soufre dans quelques espèces gypsophiles d'Espagne. Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique 99:263-269.
- Duvigneaud, P. & Denaeyer De Smet, S. 1968. Essai de classification chimique (éléments minéraux) des plantes gypsicoles du bassin de l'Ebre. Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique 101:279-291.
- Emberger, L. 1932. Recherches botaniques et phytogéographiques dans le Grand Atlas oriental. Mem. Soc. Sci. Nat. Maroc 33:1-49.
- Emberger, L. 1936. Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. Bull. Soc. Bot. Suisse 46: 614-631.
- Emberger, L. 1939. Aperçu général sur la végétation du Maroc. Veröff. Inst. Géobot. Rübel Zürich 14:40-157.

- Folch, R. 1976. El poblament vegetal de les comarques litorals compreses entre el Coll d'Alforja i l'Ebre. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- Font i Quer, P. 1954. La vegetación, *In*: M. de Terán (ed.) Geografía de España y Portugal, vol. 2. Montaner i Simon. Barcelona. pp. 145-271.
- Huguet del Villar, E. 1925. Avance geobotánico sobre la pretendida estepa central de España. *Ibérica* (Tortosa) 13 (576): 281-283; 13 (577): 297-302; 13 (579): 328-333; 13 (580): 344-350.
- Jäger, E.J. 1971. Die Pflanzengeographische Stellung der «Steppen» der Iberian Halbinsel. *Flora* 160:217-256.
- Liso, M. & Ascaso, A. 1969. Introducción al estudio de la evapotranspiración y clasificación climática de la cuenca del Ebro. *An. Est. Exp. Aula Dei*, 10.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Omega. Barcelona.
- Masalles, R.M. 1979. Estudios sobre la flora i la dinàmica de la vegetació a la Conca de Barberà. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- Menéndez Amor, J. & Florschütz, T. 1963. Sur les éléments steppiques dans la végétation quaternaire de l'Espagne. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (G)* 61: 121-133.
- Montserrat, P. 1966. Vegetación de la cuenca del Ebro. *Publ. Centr. Pir. Biol. Exp.* 1:1-22.
- Montserrat, P. 1984. Els ecosistemes pastorals. *Quaderns d'Ecologia Aplicada*. 7:7-29.
- Montserrat, P. & Villar, L. 1972. El endemismo ibérico. *Bol. Soc. Broteriana* 46: 503-527.
- Quézel, P. 1976. Les forêts du pourtour méditerranéen. *In*: Forêts et maquis méditerranéens: écologie, conservation et aménagement. Notes techniques du MAB, 2. Unesco. Paris. pp. 9-33.
- Quirantes, J. 1965. Nota sobre las lagunas de Bujaraloz-Sástago. *Geographica* 12:30-34.
- Quirantes, J. 1978. Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de los Monegros. Institución Fernando el Católico (CSIC) de la Diputación de Zaragoza. Zaragoza.
- Rivas Martínez, S. 1964. Esquema de la vegetación potencial y su correspondencia con los suelos en la España peninsular. *An. Inst. Bot. Cavanilles* 22:341-405.
- Sébastien, C. 1965. Écologie des genévriers au Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc* 45:49-109.
- Sébastien, C. & Bagnouls, M.F. 1959. Conditions climatiques du genévrier de Phénicie et du genévrier thurifère au Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc* 39:42-58.
- Terradas, J. 1973a. Observaciones florísticas en Los Monegros. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensia* 12:1-9.
- Terradas, J. 1973b. Clima y economía hídrica en comunidades vegetales de Los Monegros. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- Vila, M.A. 1975. Els itineraris d'Hernando Colón per Catalunya. 1519. *Miscel·lània Pau Vila*. Barcelona.
- Walter, H. 1976. Consideracions ecològiques sobre les condicions de vegetació a la conca de l'Ebre. *In*: H. Walter, *Vegetació i Climes del Món*. Departament de Botànica. Universitat de Barcelona. Barcelona. pp. 209-218.