

Massís dels Besibemis,  
als Pirineus centrals catalans.  
El component vegetal  
del paisatge pot assimilar-se  
a un mosaic irregular



# LA FITOTOPOGRAFIA I LES BASES PER A LA INTERPRETACIÓ CIENTÍFICA DEL PAISATGE VEGETAL

En l'estudi del component vegetal d'un paisatge qual-sevol, tant si es tracta d'un paisatge a gran escala com a petita escala, sovint és fàcil de reconèixer-hi una estructura dita *en mosaic*. De fet, aquesta estructura resulta d'una simplificació alhora perceptiva i globalitzadora, que assimila el paisatge a una composició feta d'unitats bàsiques —les peces del mosaic— irregulars quant a llur forma i llurs dimensions, i que corresponen a comunitats vegetals o a complexos de comunitats, segons quina sigui l'escala de treball. La particularitat de cada paisatge sovint pot semblar en una primera impressió una realitat força aleatòria, fins i tot més o menys caòtica, poc o gens regida per lleis o fenòmens explicables d'una manera científica, o només interpretable en algun dels seus aspectes molt particulars. Fa ja algunes dècades que un nombre creixent de científics de formació diversa (botànics, ecòlegs, biogeògrafs) i amb objectius també plurals treballa en allò que en podríem dir el coneixement de la causalitat del paisatge vegetal, ja sota visions molt generals, ja sota aspectes molt puntuals; bé a gran escala (mundial, continental), bé a nivell local. D'entre el creixent nombre d'aspectes causals del paisatge vegetal que hom ha intentat d'esbrinar, és cert que alguns resulten d'explicació poc o gens clara, però no ho és menys que a poc a poc es van coneixent més regles de comportament de la vegetació dins cada marc geogràfic. La presència d'una determinada comunitat vegetal, o en general d'un paisatge, és conseqüència de l'acció conjunta de diversos factors, que poden ser agrupats en tres categories: factors ecològics (que condicionen la comunitat que ocuparà cada espai, expressats en una capacitat de competència més gran o més petita de les comunitats presents a la zona en general); factors històrics (que han condicionat, al llarg de molts mil·lennis, la composició de la flora de cada àrea i, per tant, la de les comunitats vegetals que s'hi fan); i factors antropozòics (derivats de l'activitat de l'home i dels animals domèstics i factors que són responsables en bona part de la diversitat dels paisatges a causa de la substitució d'unes comunitats primigènies per diverses comunitats secundàries).

Els factors antropozòics, atès que l'home no es troba totalment integrat quant a la seva actuació en el sistema ecològic que ocupa —fet que ha anat augmentant de manera exponencial a causa del transport lateral de materials, energies i informació—, no poden ser explicats en un enfocament ecològic del paisatge, o només poden ser-ho molt parcialment. El resultat d'aquests factors es manifesta sovint en paisatges d'aspecte bigarrat, que depenen en gran part de les tendències culturals, enteses en el sentit més ampli, de la societat que els explota. Per això, l'explicació causal d'aquests paisatges, sempre relativament complexa, cau en bona part fora del

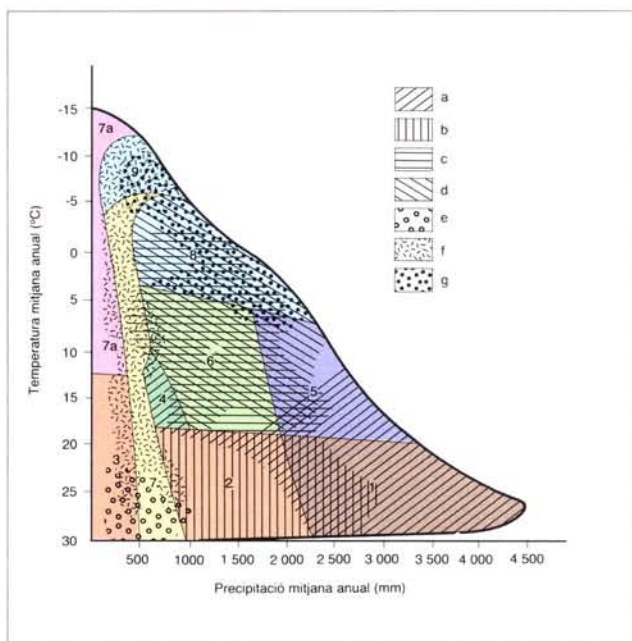


Fig. 1. Intent de representació de les grans zones de vegetació del món sobre un esquema bidimensional, segons dos eixos de pluviositat anual i de temperatura mitjana anual. Cal prendre els límits de forma només aproximativa, doncs els dos paràmetres climàtics utilitzats donen una visió excessivament simplificada del macroclima. La numeració correspon a la mateixa de la figura 2. Les trames representen algunes formes biològiques característiques: a, arbres planifolis sempre verds; b, arbres planifolis verds a l'època de les pluges; c, arbres planifolis verds a l'estiu; d, arbres aciculifolis sempre verds; e, vegetals succulents; f, gramínies i afins; g, mates. Esquema de DAINSEREAU i WHITTAKER, a partir d'EHRENDOERFER, 1981, modificat i simplificat.)



camp de la Geobotànica o Botànica geogràfica, i sembla lògic que sigui preterida en una primera aproximació interpretativa del paisatge, en la qual hom sol prescindir de les formacions vegetals marcadament antropogèniques tot centrant-se en les que són climàtiques i permanents (respectivament, comunitats que ocuparien els terrenys plans o poc inclinats, de sòl madur i estable, i que es trobarien en equilibri amb les condicions climàtiques generals d'una àrea geogràfica; i comunitats que, de forma natural, substituirien les precedents en els indrets de característiques ecològiques especials; solells i obacs pregons, zones rocoses...).

Pel que fa als factors històrics, es tracta de condicionants importants quan hom considera paisatges a gran escala: mundial, continental... En aquests casos, és més útil parlar de formacions vegetals, en sentit fisiognòmic, que no pas de comunitats vegetals concretes (definides amb relativa precisió per les espècies que les componen). Cada formació vegetal, que serà una de les peces fonamentals del paisatge, englobarà comunitats allunyades geogràficament, més o menys coincidents entre elles quant a la seva fisiognomia, la seva estructura i el seu funcionalisme, però sovint ben diferents pel que fa a la seva composició florística concreta (comunitats vicariants). Si hom considera paisatges a escala més reduïda (regional, local), les unitats bàsiques seran les comunitats vegetals o associacions, de composició florística més o menys ben definida. Atès que la gran majoria dels estudis paisatgístics interessen àrees no excessivament extenses, el factor històric de diferenciació de flores, comunitats i paisatges resulta en general el menys condicionant dels que hem esmentat.

Quant als factors de tipus ecològic, són els més diversos i suggestius en l'estudi del paisatge. L'heterogeneïtat del medi físic (litològica, geomorfològica, edàfica, climàtica...) pot ésser expressada per complexos de gradients de factors, que varien al llarg de l'espai de forma sobtada o més o menys paulatina. Les variacions d'uns o altres paràmetres físics són la causa principal de la diversitat dels paisatges més o menys naturals. Així, el pas d'una comunitat vegetal a una altra de veïna sol correspondre a un canvi en algun paràmetre ecològic determinar o en conjunt de paàmetres. I, tot i que aquests canvis en el medi físic siguin sovint més o menys graduals, la substitució d'una comunitat per l'altra molts cops és relativament brusca. De fet, encara que les regles que condicionen aquestes substitucions deuen ser força complexes en la majoria dels casos, poden ésser resumides en un balanç de competitivitat mútua entre totes dues comunitats veïnes. En conjunt, els factors ecològics són els més tractats en les anàlisis causals del paisatge i, per tant, són els més coneguts i dels quals hom n'elabora paulatinament una teoria plenament científica. En aquest article, hom repassarà alguns aspectes del

paisatge vegetal i els relacionarà amb els factors ecològics que semblen més determinants per a la vegetació, cosa que permetrà de posar de manifest les relacions entre medi físic i vegetació més freqüents o il·lustratives, i alhora de resseguir-ne i valorar-ne el lligam deductiu.

Tornant a la fisiognomia paisatgística, aviat es fa palesa la dificultat d'ordenar l'estudi dels diferents paisatges, atesa llur heterogeneïtat; és difícil de comparar entre ells paisatges massa diferents pel que fa a la seva extensió, o bé al seu grau de complexitat, o bé al tipus de formes que adopten les peces que els formen..., o bé quant a la nitidesa dels límits que separen les peces. Referent a aquest darrer aspecte, és interessant de recordar que les regions molt accidentades orogràficament, o bé amb un impacte antropogènic fort, presenten paisatges dels més diversos, amb comunitats molt variades, que ocupen superfícies relativament petites i que molt sovint se separen les unes de les altres per límits força concrets (conca mediterrània, zones de muntanya, etc). Per això, aquestes zones han propiciat científics que generalment adopten el model del *mosaic* en llurs aproximacions al paisatge, model que s'adapta força bé a la realitat d'aquests paisatges. A l'inrevés, els països poc muntanyosos i, a més, amb un impacte antropogènic relativament baix, se solen caracteritzar per grans extensions de vegetació força uniforme, al llarg de les quals hom passa sovint d'una a l'altra comunitat vegetal molt paulatinament (semideserts australians, zona boreal eurasiàtica o nord-americana, etc); allí, sovint els científics prefereixen d'assimilar al paisatge a un *continuum* de vegetació, en un model teòricament oposat al del *mosaic*. Totes dues concepcions paisatgístiques, però, poden ser emprades de forma complementària en l'estudi causal de la vegetació. D'una banda, el model del mosaic és necessari en qualsevol aproximació descriptiva del paisatge, bé que cal recordar que els límits entre les peces del mosaic són només línies teòriques que corresponen sempre a situacions ecotòniques d'amplada apreciable, fins i tot molt important. En l'explicació causal d'aquets límits, en canvi, és interessant el concepte de *continuum*, que permet d'analitzar integradament la forma en què es produeixen els canvis espacials de vegetació i les variacions de paràmetres ecològics (temperatura, humitat, qualitat edàfica, intensitat de pastura, etc); la presència de gradients significatius en algun d'aquests factors al llarg dels ecotons que separen dues comunitats vegetals és un dels fets que més incideixen en la interpretació científica del paisatge.

En un intent de sistematitzar l'estudi dels paisatges, i sota la concepció del *mosaic*, hom hi pot reconèixer dos tipus de models: zonacions i mosaics irregulars —o, simplement, mosaics. Una zonació és la successió en l'espai de diferents formacions vegetals (o zones) de límits entre elles sensiblement paral·lels. Les zonacions solen



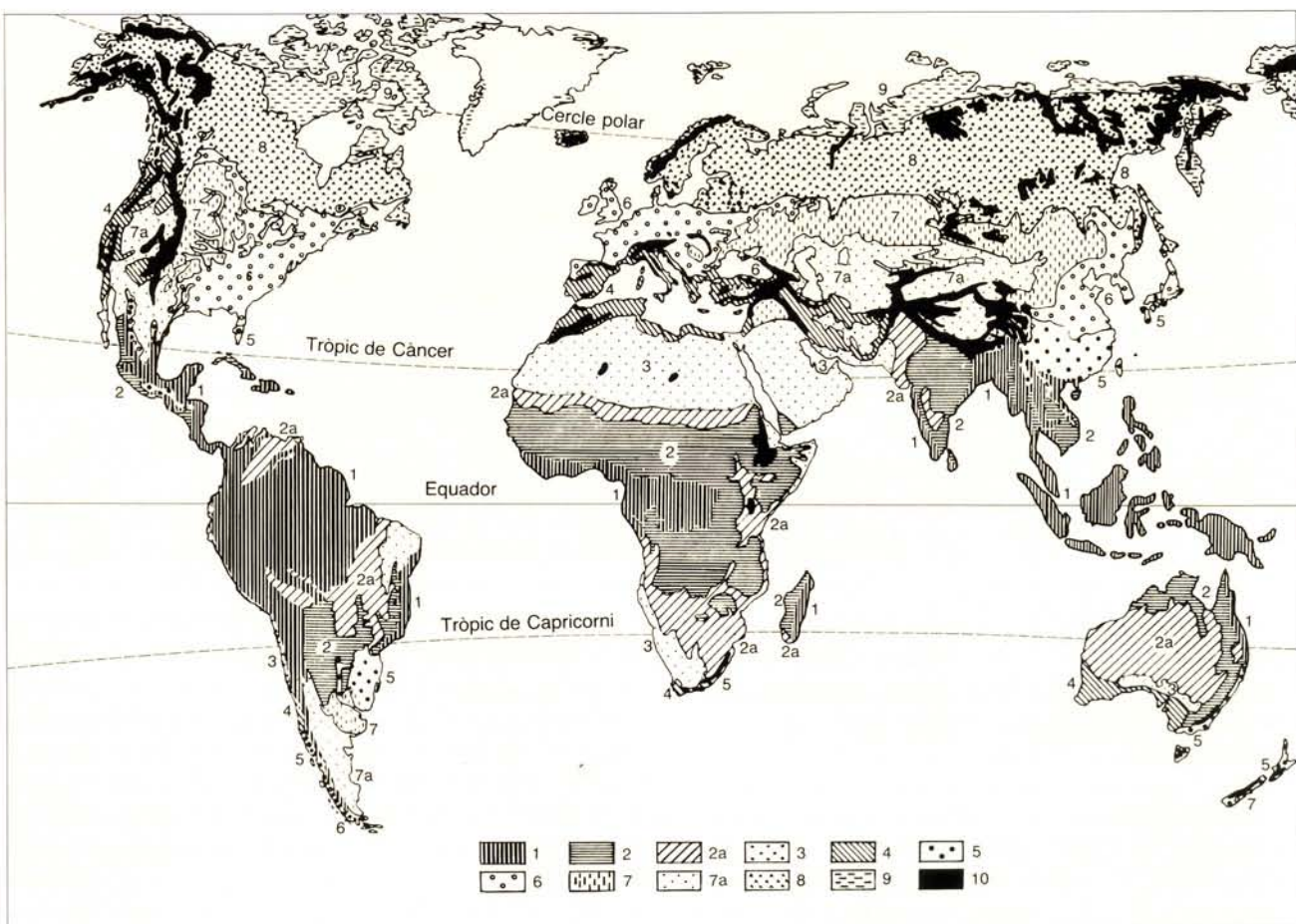


Fig. 2. Representació simplificada de les grans zones de vegetació del món (de WALTER, 1976): 1, pluvisilves, o selves intertropicals humides sempre verdes; 2, selva caducifòlia o semicaducifòlia intertropical; 2a: selva seca, sabana natural o gramenat; 3, semideserts i deserts; 4, boscs esclerofil·le mediterrani, sempre verds; 5, boscs humits temperats-calds; 6, estivals, o selves temperades-fredes de caducifolis d'hivern; 7, estepes temperades; 7a, semideserts i deserts continentals freds; 8, taigà, o boscs aciculifolis boreals; 9, tundra àrtica; 10, grans nuclis muntanyosos

correspondre a la presència d'una línia de gradient d'un factor ecològic important, o de diversos factors combinats, que se situa perpendicularment als límits de la zonació. Hom parla, per a cada zonació concreta, de catena; n'és un bon exemple el conjunt de boscos que apareixen des del llit d'un rierol mediterrani fins a mig vessant: sargar, albereda, omeda, alzinar. En un mosaic, en canvi, les formacions vegetals es disposen irregularment, ja sigui per causa de factors ecològics que varien segons direccions de gradient divergents, ja sigui perquè es tracta d'àrees sota un impacte humà acusat. En són casos típics la vegetació d'una regió de muntanya molt accidentada, definida en cada cas per la inclinació, exposició, tipus de sol..., de cada superfície més o menys uniforme o tessel·la; o bé la d'un indret fortament humanitzat, que apareix com un conjunt de parcel·les d'ús divers: pastoral, forestal, agrícola, urbà... De tota manera, qualsevol mosaic, per irregular que sigui, pot ser entès com un conjunt de zonacions superposades, poc o molt simples i de direccions principals divergents, i

així convé de simplificar-lo en qualsevol anàlisi causal o simplement descriptiva. I, d'altra banda, no existeix en la natura cap zonació perfecta, sinó que totes presenten poques o moltes irregularitats, de manera que els conceptes de zonació i mosaic irregular, de fet, també coincideixen parcialment. Com que, de tota manera, el fenomen de la zonació és la base de qualsevol mosaic, sembla adient d'emprar aquest concepte en una primera anàlisi paisatgística.

Finalment, quant a les dimensions del paisatge analitzat, hom pot distribuir els casos possibles almenys en tres categories o escales d'aproximació, que podrien ser: zonacions mundials, zonacions altitudinals i zonacions locals.

### Zonacions mundials

Si hom representa sobre un planisferi les grans zones de vegetació de la Terra, obtindrà una mena de mosaic a gran escala. En aquest mosaic, cada peça correspon a un gran territori en el qual domina un complex



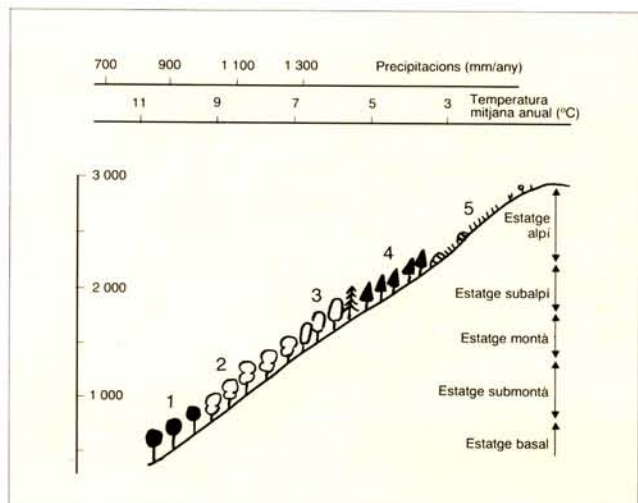


Fig. 3. Transecte idealitzat dels estats de vegetació dels Pirineus orientals catalans (VIGO i NINOT, a partir de PEINADO i RIVAS MARTINEZ, 1987): 1, alzinar muntanyenc (*Quercus ilex*...); 2, roureda de roure martinenc (*Quercus pubescens*); 3, fageda (*Fagus sylvatica*...), amb avets (*Abies alba*) a les parts més fresques; 4, pineda de pi negre (*Pinus uncinata*...), que passa a 5 a través de landes de *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium* sp. pl... ( ); 5, rasos alpins de *Ranunculus glacialis* (•••). L'efecte combinat de l'augment de precipitacions i de disminució de temperatures condiciona la zonació altitudinal fins a l'estatge subalpi. L'aparició del pi negre, però, respon també a la curtedat del període vegetatiu; i la progressiva disminució d'aquest període, a més de l'increment de la durada de la coberta de neu, de la menor evolució dels sòls, etc., són responsables de la zonació des de l'estatge subalpi en amunt.

de formacions vegetals (per exemple, zona dels boscos caducifolis d'hivern, zona dels boscos aciculifolis boreals o de la taigà, etc). Tot i que es tracta d'un mosaic irregular (els mateixos continents en són molt), es fa palesa una zonació en el sentit dels meridians, des de la franja de les pluviisilves fins als casquets polars. Si hom compara ara aquest mapa amb un que representi bioclims en sentit ampli (elaborat a base de dades molt generals de temperatures i pluviometries: diagrames ombrotèrmics, coeficients polinomial, etc), també a nivell mundial, pot obtenir un paral·lisme notable entre zones de vegetació i zones climàtiques. Així, serà relativament lògic de suposar que el principal factor responsable de la zonació mundial és el macroclima, entès en un sentit molt general. En el mapa de vegetació, però, destaquen nombroses àrees que no s'adiuen a un model de zonació més o menys perfecte, i que sovint desdibuixen la comparació, com són les de latituds mitjanes. En aquestes latituds, els alisis i els contraalisis ocasionen fenòmens de continentalitat o d'oceanitat que, bé que sovint no es fan palesos en mapes climàtics massa simples, resulten molt importants pel que fa a la vegetació.

De tota manera, és gratuït de pensar que el clima sigui l'únic factor que condiciona directament les grans zones de vegetació. En un estudi comparatiu d'una cadena de vegetació, fet amb cert detall, però encara a gran escala, es posen de manifest molts altres condicionants que sovint actuen conjuntament amb el macroclima, sobretot condicionants de tipus edàfic. Així, s'ha parlat

d'una zonació edàfica que es correlacionaria relativament amb les zonacions de vegetació i de bioclims, i que es donaria només al llarg d'àrees poc accidentades i extenses (les *Great Plains* nord-americanes, o bé la zona d'estepes de l'Europa sud-oriental). A grans trets, però, també pot considerar-se que la pedogènesi depèn sobretot del clima, molt a la llarga, de forma que la zonació edàfica, i també la de vegetació, són fruit de l'acció continuada del macroclima.

### Zonacions altitudinals

Si sobre un mapa mundial hom augmenta el detall de representació de grans formacions vegetals, al costat de superfícies extenses amb vegetació dominant relativament uniforme, es posen de manifest altres àrees que duen un mosaic compost de peces relativament petites. Es tracta de zones muntanyoses, en les quals l'orografia complexa induïx zonacions i mosaics d'escala mitjana o regional. En l'aspecte teòric, hom parla de zonacions altitudinals, perquè les zones de vegetació (dites en aquest cas estats de vegetació) tendeixen a disposar-se fent bandes acotades per altituds més o menys fixes. Lògicament, no és pròpiament l'increment d'altitud el factor que determina les zonacions altitudinals, sinó la combinació de gradients bioclimàtics (i, en grau més petit, edàfics, d'explotació biòtica...) que aquest increment condiciona: disminució general de les temperatures, augment del seu interval d'oscil·lació, disponibilitat d'aigua, regularitat de les precipitacions, etc. D'entre aquests gradients diversos, en cada cas concret, en sobresurt un o alguns de més condicionants. Així, a les muntanyes de les latituds boreals o temperades i sota climes oceànics, molt nivosos, els factors principals solen ésser la disminució general de temperatures als primers estats i, més amunt, la durada del període en què el sòl resta lliure de neu; sota climes més eixuts, és més important l'augment d'humitat causat per les pluges orogèniques i, a partir de certa altitud, la durada del període de creixement dels vegetals (amb temperatures mitjanes superiors als 7,5 °C). A les muntanyes intertropicals, en canvi, els nivells superiors de vegetació responen força fidelment a la temperatura mitjana anual, atès que l'oscil·lació tèrmica al llarg de l'any és mínima i, per tant, aquesta mateixa temperatura mitjana no és gaire allunyada de la mitjana de qualsevol dia de l'any i, a més, coincideix amb la temperatura, constant tot l'any, que es dona ja a pocs centímetres de profunditat del sòl; per això desapareix la vegetació superior a partir de l'altitud en què la temperatura mitjana anual correspon a 0 °C, ja que el sòl hi és glaçat quasi totalment.

En un altre aspecte, és interessant de fer notar que el nombre d'estats altitudinals de les muntanyes augmenta anant des de latituds elevades cap als tròpics, on s'arriba a les zonacions més complexes, amb estats de



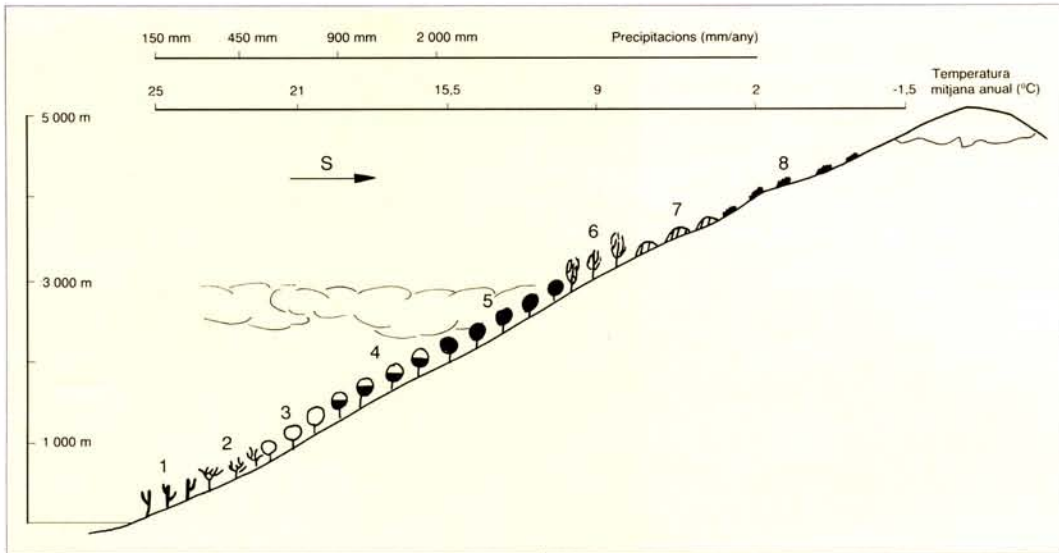


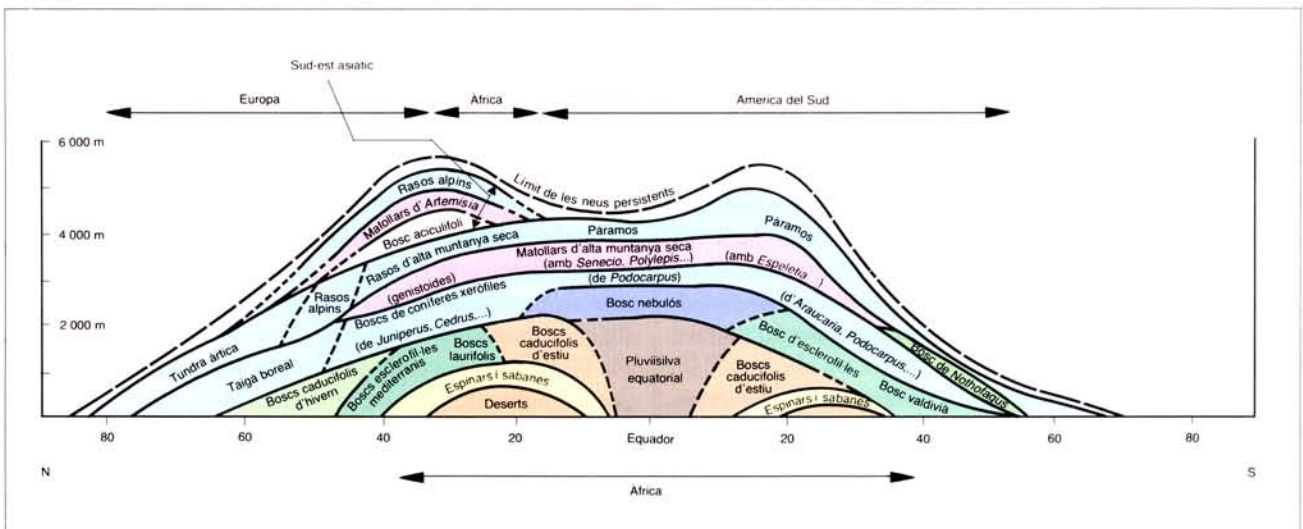
Fig. 4. Tall idealitzat de la vegetació des de la mar de Maracaibo fins al pic Bolívar, a Veneçuela (WALTER, 1976): 1, semidesert de cactàcies; 2, espinar amb acàcies, bromeliàcies...; 3 i 4, boscs tropicals caducifoli i semipernnifoli respectivament; 5, bosc nebulós, perennifoli i molt humit; 6, bosc altimontà xeromorfi (*Podocarpus*...); 7, matollar de muntanya tropical; 8, pàramo, amb *Polylepis*, *Espeletia*... El canvi de balanç hídric des del nivell del mar fins a la zona de núvols és definitori per a les primeres franges de la zonació. Més amunt, ho és la disminució de temperatures

sèrics o subdesèrtics als nivells inferiors; i torna a disminuir lleugerament fins a les àrees equatorials, més humides i de zonacions altitudinals menys contrastades en general. Per una mateixa latitud, en canvi, les zonacions són molt més uniformes, però hom observa un cert desplaçament altitudinal dels estats en el sentit que sota climes marítics es troben a més baixa altitud que no pas sota climes continentals.

També cal recordar que el pretès paral·lisme entre zones latitudinals i estats altitudinals (vegetació de la plana europea, des de la Mediterrània fins a Escandinàvia i, d'altra banda, des del mateix punt fins als cims alpins) no pot ser en absolut generalitzat. Es manifesta només, i encara no del tot comparable, referit al conjunt de les serralades alpines europees, a causa que les

glaciacions quaternàries en certa manera homogeneïtzaren la flora del continent. Així, al llarg dels dilatats períodes de glaciació-desglaciació, s'anaren barrejant plantes d'alta muntanya i plantes àrtiques, o bé plantes subalpines amb plantes boreals, etc, de forma que, actualment, hom sol parlar d'un únic element florístic àrtico-alpí, element que es troba separat en dos tipus de zones diferents, l'una latitudinal i l'altra altitudinal; o d'un element bòreo-subalpí de característiques comparables, també disjunt. En altres serralades que no siguin les alpines, la base florística és més o menys pròpia i diferent de la de latituds superiors, i també són ben diferents les comunitats vegetals d'un determinat estatge de les que es fan a terra baixa però en latituds més elevades. Per exemple, la vegetació de coixinets espinosos que

Fig. 5. Esquema sintètic de la zonació altitudinal a les grans muntanyes del món (TROLL, a partir d'ERHENDORFER, modificat). El nombre d'estats augmenta des dels pols (a l'esquerra i dreta) fins als tròpics, i torna a disminuir fins a l'equador a causa de la desaparició d'estats xerofítics a baixes altituds i del descens del límit altitudinal de la vegetació. Des del pol nord fins a l'equador, per exemple, els estats es van transformant, sovint de forma paulatina (taigà, bosc d'aciculifolis subalpí, bosc d'aciculifolis de muntanya mediterrània...; tundra, rasos alpins, pastures xerofíles...) o amb brusquedat; i es desplacen en altitud degut a l'augment generalitzat de temperatures, que, a més, va provocant l'aparició de nous estats a terra baixa





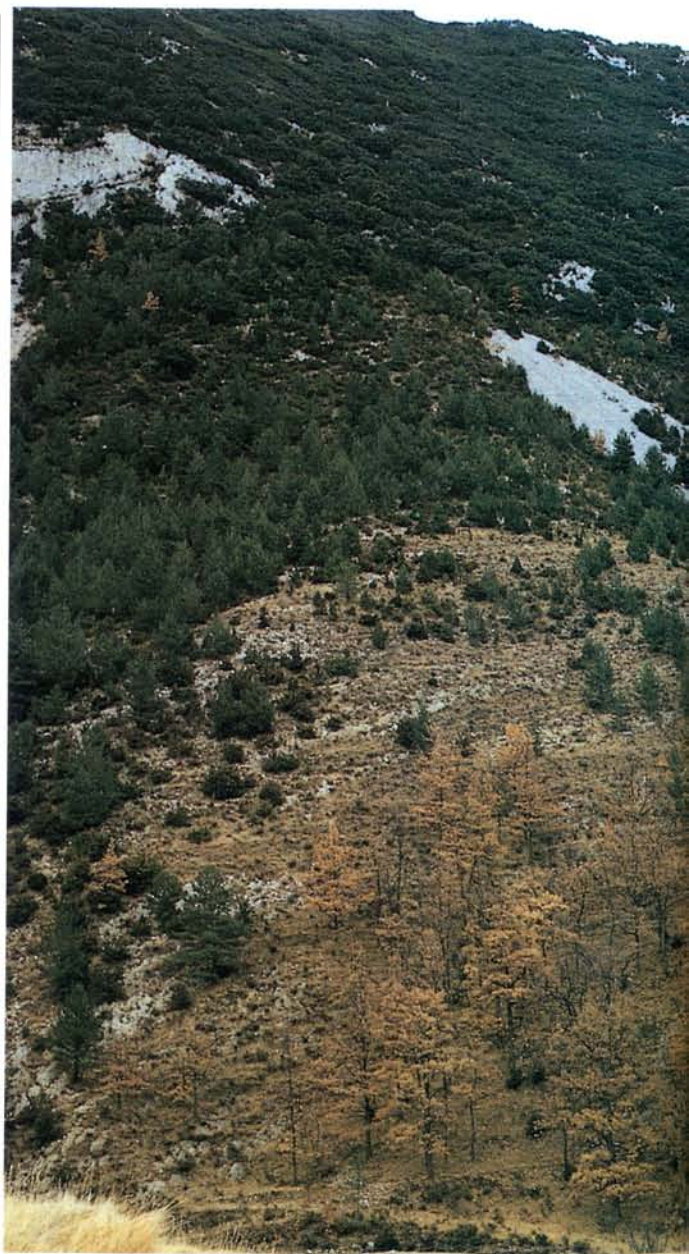
es fa als estats superiors de les muntanyes meridionals de la península Ibèrica no té paral·lelisme amb les comunitats vegetals que es facin en cap àrea de terra baixa de latituds superiors. En l'aspecte bioclimàtic, tampoc no és igual el clima d'una determinada àrea de muntanya amb el de cap zona de terra baixa més boreal, encara que determinats gradients molt generals hi puguin ésser comparables (disminució general de temperatures, increment de precipitacions, etc).

### Zonacions locals

A escala local el macroclima és, per definició, uniforme, i no té influència en les zonacions. Sí que hi tenen importància certs gradients climàtics, però llavors hom parla de microclima, el qual es troba molt lligat amb la topografia. Però, a més del microclima, hi ha molt diversos factors que condicionen variacions en la vegetació a nivell local: condicions hídriques, intensitat lumínica, vent... i, sobretot, factors edàfics.

En una catena de la vegetació forestal d'un vessant que presenti un canvi de pendent important, que separi una part del vessant més inclinada d'una altra més planera, s'hi sol observar una zonació senzilla, que comporta dos tipus de boscos diferents, l'un lligat a un sòl més madur, més gruixut (i per tant, amb més disponibilitat d'aigua i de nutrients) i l'altre en un substrat més desfavorable. Cal remarcar, però, que, encara que la causa principal s'aquesta zonació sigui edàfica, les dues parts del vessant suporten microclimes lleugerament diferents, ja que l'angle d'incidència solar (i, per tant, les temperatures) hi és diferent. Un cas semblant es dona en la transició que es fa des d'un vessant forestat fins al cim d'una muntanya: bosc; bosc esclarissat amb arbres més i més reguçats i amb sotabosc arbustiu important; comunitat arbustiva; pastura. Aquí juguen el paper principal la disminució del gruix del sòl, que, com més amunt, es va fent més esquelètic, i l'augment de l'aridesa deguda a la proximitat creixent de la carena, sempre ventosa. Un dels casos més notables, i més tòpics, de zonació local regida sobretot pel microclima és la de la vegetació de les congesteres d'alta muntanya. Allà, al voltant d'una toca de neu, més o menys persistent al llarg de l'estiu, s'estableixen zones més o menys concèntriques definides per la diferent durada del període en què es veuen lliures de neu. La vegetació respon al lapse de temps vegetatiu de què disposa, des del prat alpí climàtic de festuca supina (3-5 mesos) fins a les modestes formacions de la molsa *Polytrichum sexangularis* (al voltant d'un mes).

Són també clàssiques, i molt freqüents, les zonacions que genera un gradient de disponibilitat hídrica. N'és un cas la successió de boscos, ja esmentada més amunt, que es dona des d'un rierol mediterrani fins a mig vessant. O el conjunt de prats que s'estableixen, sovint con-



cèntricament, al voltant d'un estanyol pirinenc, des de la comunitat helofítica de grans càrexs, que viu amb l'aparell radical i les parts baixes de tiges i fulles immerses dins de l'aigua, fins al prat meso-xeròfil que es fa vessant amunt, gens influït per la proximitat de la massa d'aigua estagnant.

En alguns casos, però, tot i que s'observa un clar gradient d'humitat al llarg d'una zonació, no és directament aquest el factor condicionant de la zonació, sinó més aviat alguna particularitat edàfica molt influïda per la dinàmica hídrica. La vegetació dels manglars tropicals n'és un bon exemple. Allí, s'estableixen bandes de vege-





**Foto 2:** Exemple de zonació de vegetació als voltants de Saldes (foto, R. Folch): alzinar de carrasques a la part alta i més seca del vessant, amb sòl rocós permeable; boixeda amb pi roig a mig vessant, pedregós i pendent; franja de pastures sobre un replà que permet sòls relativament ben desenvolupats; roureda esclarissada de roure martinenc a la part baixa del vessant; al peu del vessant, sobre sòls col·luvials molt profunds, prats i conreus. La disposició zonal de la vegetació, en forma de franges paral·leles, respon a molt diversos factors, que varien segons línies de gradient coincidents amb la de pendent màxim: microclimàtics (vent, inclinació del vessant, possiblement inversió tèrmica...), edàfics (disponibilitat hídrica i de nutrients segons el gruix de sòl, estructura...) i antropozoics (d'ús: pastura, tala, conreus)

tació paral·leles a la costa i formades cadascuna, en general, per una sola espècie arbòria dominant. La més externa, dominada als manglars africans per *Sonneratia*, passa la major part del dia amb els troncs immersos en l'aigua marina, mentre que en la més interna, d'*Avicennia*, el sòl resta sota de l'aigua de mar només unes poques hores diàries al volt de la marea alta. Però la immersió no sembla pas que sigui la protagonista de la zonació del manglar, sinó l'oscil·lació de salinitat que s'esdevé en el sòl (i, doncs, de pressió osmòtica generada en l'aparell radical dels arbres que hi viuen). Aquesta oscil·lació és mínima, encara que la tensió sigui relati-

vament elevada, en la banda més externa del manglar; i molt acusada en la més interna. En aquella, amb el sòl sempre amarat d'aigua marina, la pressió osmòtica deguda a la salinitat no sol moure's gaire de les 25-26 atmosferes, mentre que en la darrera, com que al llarg de bastants hores de cada dia el nivell freàtic baixa cap als 30-50 cm de profunditat, les capes superficials del sòl perden aigua intensament per evapotranspiració sota les altes temperatures tropicals, i esdevenen cada cop més salinitzades, fins a ocasionar tensions de més de 40 atmosferes; o es renten bruscament de sals al llarg d'un ruixat, tot generant tensions molt més baixes. De fet,



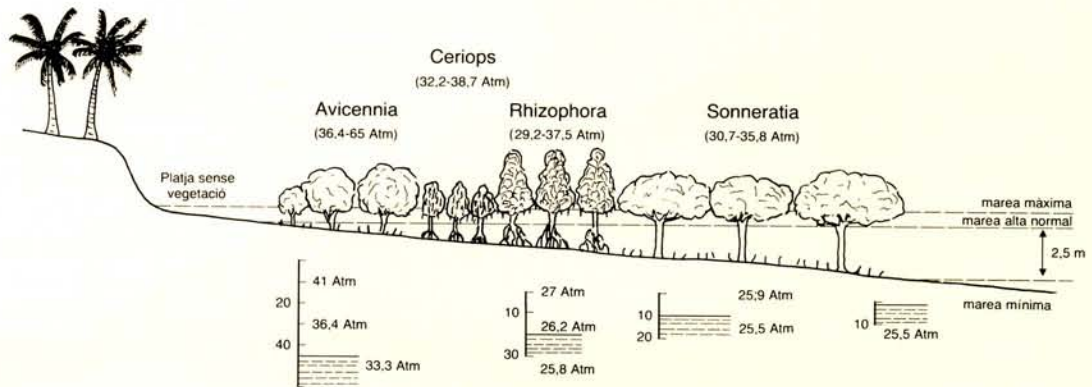


Fig. 6. Transecte de la vegetació d'un manglar tropical de la costa oriental africana (WALTER, 1976). S'ha anotat, per a cada espècie arbòria dominant, el nivell freàtic mínim, l'interval de tensions osmòtiques corresponents a diferents profunditats del sòl i l'interval de pressió osmòtica cel·lular. El gradient format pels dos primers conjunts de dades ocasiona la zonació, en la qual els vegetals es disposen segons la seva capacitat de resposta osmòtica

més cap a l'interior de la banda d'*Avicennia*, se sol presentar una zona desproveïda de vegetació fanerogàmica, per tal com l'amplitud de les oscil·lacions en la salinitat es fa encara més important.

També són notables les zonacions que es donen en les àrees àrides i endorreiques quan el substrat conté sals més o menys solubles. L'escassa pluviositat mobilitza les sals de la roca mare de manera diferencial, de forma proporcional a llur solubilitat (grans quantitats de clorurs, menys de sulfats i molt pocs carbonats, per exemple). I les precipita també de manera diferencial, però inversament, al llarg de l'espai, camí de la llacuna endorreica. En un transecte idealitzat que vagi des del cim d'un pujol dels Monegres fins al centre d'una d'aquestes llacunes, poden observar-se unes quantes comunitats vegetals ben diferents: timoneda esclarissada, brolla, espartar i salicornars. En aquest mateix sentit, el gruix del sòl augmenta progressivament, des de l'esquelètic i pedregós del cim fins al profund i llimós dels voltants de la llacuna, com també augmenta la concentració de les sals més solubles i, per tant, la tensió osmòtica generada pel sòl en l'aparell radical de les plantes, i l'amplitud d'oscil·lació d'aquestes tensions osmòtiques. Semblantment al cas del manglar, la part més propera al centre de la llacuna, molt rica en sals altament solubles (clorurs), sol manca de vegetació per causa de les elevades tensions osmòtiques que s'hi atenyen. Els sulfats (guix), en canvi, abunden més al turó que no pas més avall, perquè les minses precipitacions els mobilitzen per poc espai. De fet, són més abundants relativament a la part culminant, ja que allà el sòl és molt incipient, i participa molt directament de les propietats de la roca mare, molt superficial, que conté força més sulfats que no pas clorurs.

D'altra banda, com que els sulfats són menys solubles, no ocasionen a les plantes tants problemes de tensió osmòtica, sinó més aviat d'una mena de toxicitat química per l'excés de calci absorbit. Els carbonats, encara molt menys solubles, abunden al llarg de tot el transecte, i no sembla que siguin gaire responsables de la zonació de la vegetació.

La salinitat, combinada amb altres factors edàfics (textura, humitat, etc), genera també zonacions especialment complexes en els ambients litorals. En una platja poc alterada, anant des de la sorra mullada per l'aigua de mar cap a l'interior, es travessen diverses zones força ben diferenciades, cadascuna lligada a un ambient ben determinat (duna, zona de reraduna, marge de les llacunes litorals, etc). Com en els dos casos precedents, la salinitat edàfica, i els altres factors que comporta (tensió osmòtica, disponibilitat hídrica, etc) donen zonacions força nítides, amb límits relativament clars; però aquí igualment ocasionen canvis de vegetació força sobtats altres paràmetres físics que canvien al llarg de l'espai amb certa brusquedat, lligats a la topografia complexa de l'ambient costaner: duna (més o menys mòbil, ventejada, molt sorrenca...), zona de reraduna (amb sòl un xic més ben estructurat, més protegida del vent...), depressions interiors (llimoses i relativament humides, però salabroses...), etc.

Com a observació general, hom pot destacar que el conjunt de les zonacions locals depèn de factors molt més diversos que no pas les zonacions a gran escala. I, també, que com més a petita escala es manifesten les zonacions, més plural és llur causalitat. Així, les zonacions mundials resulten gairebé d'un sol complex de factors interdependents (el macroclima); les zonacions d'escala



intermèdia solen anar lligades, a més, a diversos factors edàfics generals; i les zonacions locals molt sovint han d'ésser explicades per la combinació de diversos condicionants, sovint no depenents entre ells.

### La causalitat del paisatge vegetal

Al llarg dels exemples esmentats més amunt, i de molts altres a l'abast, hom pot concloure que les comunitats vegetals, i els paisatges que componen, no són en absolut una realitat desordenada, sense gaire relació amb factors generals o regles de comportament, sinó una resposta a factors analitzables. I, per tant, són quelcom susceptible d'ésser estudiat científicament, fins al punt que hom pot establir-ne models predictius referits a la seva natura i a la seva distribució espacial. També és cert que en tots els paisatges, fins i tot en els menys humanitzats, es presenten fenòmens catastròfics amb certa freqüència (incendis naturals, esllavissades, inundacions, etc) que generen altres paisatges secundaris, amb comunitats que no es troben en equilibri amb l'ambient. Però fins i tot aquestes situacions comporten una dinàmica successional poc o molt activa que porta els paisatges secundaris cap als climàtics.

De tota manera, seria artificiosos de pensar que el lligam entre paràmetres ambientals i vegetació és una relació immediata entre uns i altres. O, encara més, que la distribució de les comunitats vegetals respon amb certa fidelitat a una valoració grollera d'un sol factor ecològic, com, per exemple, actualment hom sovint pressuposa en les preteses relacions entre sectors fitogeogràfics i sectors bioclimàtics, definits aquests darrers per índexs numèrics simples. Cal tenir present que, per senzilla que sembli, l'explicació de la presència d'un paisatge, de cada comunitat, i, dins d'aquesta, de cada individu vegetal, és el resultat de molts factors que s'integren i que s'expressen, encara, a través d'una capacitat de competència per l'ocupació de l'espai. El fet que el límit nord-oriental de l'àrea de distribució del faig segueixi una línia semblant a la isoterma de gener de  $-2^{\circ}$  C, o que els roures s'acabin cap al nord a partir de la ratlla que limita les àrees amb quatre mesos de període de creixement, no ha de pressuposar una relació causal directa, sinó que indica que la capacitat de competència dels arbres esmentats enfront d'altres es fa crítica aproximadament en

aquests punts, i encara influïda, a més de la temperatura, per molts altres factors ambientals (hídrics, edàfics...). I, a més a més, expressada a través de la diversificació racial dels mateixos arbres.

La fitotopografia, ciència relativament moderna que consisteix en la descripció del paisatge vegetal tot prenent per base el coneixement del medi físic (geomorfologia, edafologia, climatologia...), dels factors antropogènics (geografia humana) i de la capacitat de resposta dels vegetals (ecofisiologia vegetal), pot considerar-se iniciada sobretot amb l'obra del gran geògraf Alexander von Humboldt. Ultra la seva incessant activitat, cal reconèixer-li un gran esperit científic i una capacitat de síntesi gens corrent, que culminà en la seva grandiosa obra *Cosmos*. En aquesta i en d'altres obres, descriví fidelment paisatges vegetals tan diversos com els de les planúries siberianes, els de les illes Canàries o els dels Andes sud-americans. I, en l'aspecte conceptual, anomenà i fonamentà científicament conceptes geobotànics de primera importància, com és el de la comunitat vegetal o el d'estatge altitudinal. En aquesta línia descriptiva, l'han succeït nombrosos fitogeògrafs, que aquí seria excessiu d'intentar recordar. A Catalunya, com a quasi tots els països de l'Europa meridional i occidental, ha tingut una enorme influència el científic suís Josias Braun-Blanquet, creador de l'escola fitocenològica; ell i els seus seguidors han treballat i treballen en la descripció sistematitzada de les comunitats vegetals i fins i tot dels paisatges.

Paral·lelament, diverses ciències ambientals han anat escometent l'estudi cada cop més complet d'aspectes que permeten el desenvolupament i la diversificació de la fitotopografia: el bioclima, la fisiologia vegetal ambiental, les regles ecològiques generals, els fenòmens de la successió vegetal, la capacitat de resposta de les comunitats enfront d'alteracions ambientals dràstiques, etc. Paulatinament, la intervenció d'aquestes disciplines en els estudis paisatgístics ha de portar la fitotopografia a ésser cada cop més una ciència, no merament descriptiva, sinó també causal.

Data de recepció de l'original: 04.89

**Josep Maria Ninot i Sugañes**

Doctor en Biologia, Professor de Botànica  
Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona

## BIBLIOGRAFIA

- BOLÒS, O.: *Botànica y Geografía*. Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes, núm. 44. Barcelona, 1963, pp. 443-479.
- BOLÒS, O.: *Bioclimatología i Geografía botànica*. Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes, núm. 48. Barcelona, 1989, pp. 423-444.
- BIROT, P.: *Les formations végétales du Globe*. Sedes. París, 1965.
- BRAUN-BLANQUET, J.: *La végétation alpine des Pyrénées orientales*. CSIC. Barcelona, 1948.
- BRAUN-BLANQUET, J., BOLÒS, O.: *Les groupements végétaux du bassin de l'Ebre et leur dynamisme*. An. Est. Exp. Aula Dei, núm. 5. Saragossa, 1957, pp. 1-266.
- EHRENDORFER, F.: *Geobotànica* (a STRASBURGER, E., *Botànica*). Marín. Barcelona, 1986.

- FOLCH, R.: *La vegetació dels Països Catalans*. Ketres. Barcelona, 1986.
- GOOD, R.: *The Geography of Flowering Plants*. Longman. Londres, 1974.
- LARCHER, W.: *Physiological Plant Ecology*. Springer. Berlín, 1980.
- PEINADO, M. i RIVAS MARTÍNEZ, S. eds. i diversos autors: *La vegetación de España*. Universitat d'Alcalá d'Henares, 1987.
- TERRADAS, J.: *El paisatge vegetal dels Monegros: assaig d'interpretació*. Orsis, núm. 2. Barcelona, 1986, pp. 71-95.
- WALTER, H.: *Vegetació i climes del món*. Departament de Botànica, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Barcelona, 1976.
- DIVERSOS AUTORS: *The Plant Cover of Sweden*. Acta Phytogeographica Suecica, núm. 50. 1965.