



# EL PAISATGE MEDITERRANI. PRESENT, PASSAT I FUTUR

*Joan M. Roure Nolla*

Facultat de Ciències  
Facultat de Biociències

**UAB**

Universitat Autònoma de Barcelona

Sant Albert 2011



**EL PAISATGE MEDITERRANI.  
PRESENT, PASSAT I FUTUR**



Facultat de Ciències  
Facultat de Biociències  
Universitat Autònoma de Barcelona

# **EL PAISATGE MEDITERRANI. PRESENT, PASSAT I FUTUR**

**Joan M. Roure Nolla**

Conferència pronunciada el 16 de novembre de 2011 a la sala d'actes de la Facultat de Ciències i de la Facultat de Biociències de la Universitat Autònoma de Barcelona amb motiu de la festivitat de Sant Albert Magne, patró de les ciències.

Bellaterra, novembre de 2011



*El món està ben girat.  
Llevar-se és una aventura.  
**No té cap gust la verdura**  
i, parlant, la gent no s'entén.*

....  
*Ara les vaques vedellen  
sense haver d'anar de bou.  
**Quan cal que plogui, no plou,**  
**quan plou ho fot tot enlaire.***

....  
*Han arribat a la lluna,  
**però quasi no es fan rovellons.***  
*Som en un món de botons  
que no sabem com funcionen.*

....  
*Remuga l'àvia padrina,  
mentre els aboca un grapat  
de blat de moro a les gallines  
**que el món està ben girat.***

Joan Manel Serrat (1984)





La commemoració de Sant Albert, patró de les facultats de Ciències i Biociències, és un dia per celebrar la dinàmica i vitalitat de les nostres facultats i la tradició ens porta a la retrobada de professors, d'alumnes i de personal d'administració i serveis, entorn dels actes de commemoració i de recordatori.

Agraeixo l'honor d'haver rebut l'encàrrec de preparar i llegir-vos la conferència que constitueix un dels actes tradicionals en la celebració dels patrons de les diverses facultats de la nostra universitat. Aquest acte és, per a mi, especialment agradable, ja que es produeix en un moment molt especial: el de l'accés al pla d'emeritatge, que representa una nova fita i un nou repte en la meua carrera acadèmica dins d'aquesta universitat, a la que, des de fa tants anys, em sento intel·lectualment i sentimentalment lligat.

A l'hora d'escollir el tema de la conferència se'm plantejaren algunes alternatives i, sobretot, la conveniència que fos intel·lectualment estimuladora i, a la vegada, certament entretinguda per persones que provenen de camps molt diversos de la ciència. Finalment vaig decidir plantejar l'exposició com un viatge en el temps (present, passat i futur) i revisar breument el que coneixem de la història dels paisatges mediterranis i com pensem que poden ser en un futur.

Els paisatges mediterranis són, per la majoria dels habitants el nostre país, l'escenari on ha tingut, té i tindrà lloc l'esdevenir diari. Vivim envoltats de paisatges mediterranis, ens movem dins d'aquest escenari mediterrani, el gaudim, el patim i fins i tot traiem profit dels seus escassos recursos. Tot això, molt sovint, sense quasi conèixer ni saber del seu estat, dels seus límits, dels seus problemes, de com l'hem tractat i de quina serà la seva problemàtica futura. L'home es comporta, habitualment, amb el seu entorn natural, com si no hi tingués cap lligam, cap interdependència, ni cap obligació.

El que plantejo és iniciar-nos en el coneixement bàsic del que representen els nostres paisatges i quina és la seva problemàtica, en un moment que s'està manifestant com a crític: estem immersos en una molt forta crisi econòmica, resultat d'un descontrol social, i que també té efectes molt importants en tots els sistemes naturals. Fruit d'aquest descontrol del "tot s'hi val", ens trobem a les portes d'una nova crisi climàtica, que en el fons està molt relacionada amb la crisi econòmica. Podem dir, sense equivocar-nos gaire, que la societat, i especialment les societats mediterrànies, tenen davant seu alguns anys d'incerteses econòmiques i molts més anys d'incerteses climàtiques que, al seu torn, poden tenir greus efectes econòmics. Una de les sortides d'aquest atzucac, en el que ens hem ficat

nosaltres sols, passa per fer canvis que ens haurien de dur a formes de vida més austeres i responsables en relació amb l'economia i amb la Natura.

Per entendre cap on anem, des del punt de vista d'uns futurs escenaris climàtics i ambientals, o sia quins canvis podem esperar en els paisatges mediterranis que ens acompanyen, hem de mirar al passat, buscar les respostes en el que va succeir en els canvis dels darrers milers i fins i tot milions d'anys. Aquesta visió passada ens dóna molta informació sobre l'origen i dinàmica dels grans daltabaixos climàtics i biogeogràfics dels temps històrics. Però, per tenir-ne la visió complerta, cal analitzar el paper que ha jugat l'home i quines han estat les seves accions sobre el paisatge en els 3000 darrers anys.

Del futur, com ja he comentat anteriorment... incerteses, grans incerteses. Existeixen exhaustius treballs de modelització de possibles escenaris climàtics, però, malauradament, no contempen els escenaris econòmics pel proper decenni, que també ens parlen de possibles grans canvis. Evidentment en sortirem - com ja ha passat d'altres cops i com li va succeir a la vegetació, que també se'n va sortir- però la gran incertesa és... en quin estat en sortirem?

Curiosament les crisis climàtica i econòmica que ens afecten, tenen molts punts en comú i fortes interrelacions; però les respectives durades i dinàmiques tenen escales diferents. Pel que fa a la crisi econòmica alguns analistes en preveuen, en aquelles regions més febles, una durada de més d'un decenni. Per a la crisi climàtica la incertesa és més gran. La resposta dels diferents governs sobre com enfrontar-se a la crisi econòmica no ens tranquil·litza sobre com gestionaran la crisi climàtica. La durada d'aquestes crisis pot ser molt i molt llarga i els seus efectes molt importants pels territoris més sensibles, com ho són els nostres territoris i els nostres paisatges mediterranis.

No voldria donar la visió d'un futur ambiental massa complicat, però els fets són els que són. Quan parlem d'incerteses, aquestes fan referència a la magnitud que poden assolir els efectes del canvi climàtic, no al sentit dels seus efectes. Però, fins i tot en el cas que estiguéssim equivocats i, en lloc de l'escalfament preconitzat comencés ja una fase natural de refredament, com les que s'han anat repetint en els darrers mil·lennis, no hi ha cap seguretat que els seus efectes poguessin apaivagar o contrarestar l'escalfament global generat per l'home. Ans al contrari, existeix la possibilitat d'un fort efecte de rebotada, molt difícil de preveure, que podria augmentar els efectes de l'escalfament o del refredament; fent créixer, fins a límits econòmicament inabordables, la necessitat de recursos energètics.

## Índex

### **Els paisatges mediterranis a l'actualitat. El present**

Els sistemes mediterranis en el Món.....	1
El medi físic dels paisatges mediterranis .....	2
La biodiversitat, una característica dels paisatges mediterranis .....	4
Funcionalitat, processos i dinàmica en els paisatges mediterranis .....	7
Variabilitat i distribució dels paisatges mediterranis a la península Ibèrica.....	10
El paper de l'home en el desenvolupament i manteniment dels paisatges mediterranis.....	15
L'aprofitament dels recursos forestals dels sistemes mediterranis .....	16

### **Història del clima i de la vegetació mediterrània. El passat**

L'origen del clima i els paisatges mediterranis .....	19
El Quaternari .....	21
L'Holocè .....	24
Cronologia de la història del clima i la vegetació ibèrica .....	29
Els darrers 3000 anys. Paper de l'home en la història dels sistemes mediterranis.....	31

### **Els paisatges mediterranis i el futur**

Escenaris de futur, realitats i incerteses .....	35
Els paisatges mediterranis en front d'un món en canvi .....	37

### **Bibliografia**



## EL PAISATGES MEDITERRANIS A L'ACTUALITAT. EL PRESENT

### Els sistemes mediterranis en el Món

El territoris amb paisatges mediterranis es trobem repartits, ocupant petites extensions, pels cinc continents. Distribuïts entre els 30° i 45° de latitud nord i sud, en els dos hemisferis. Representen aproximadament el 1% dels territoris terrestres mundials i la meitat dels territoris mediterranis estan a l'entorn de la conca de la Mediterrània.

Els diferents territoris mediterranis (la conca de la Mediterrània, Califòrnia, Xile central, sud-oest i sud d' Austràlia i la regió del Cap a Sudàfrica, representats a la fig. 1) es caracteritzen per una gran similitud bioclimàtica (Köppen 1923, Emberger et al. 1962, Gottman 1979), que és la que determina la convergència morfològica i funcional de la seva flora i dels seus paisatges.

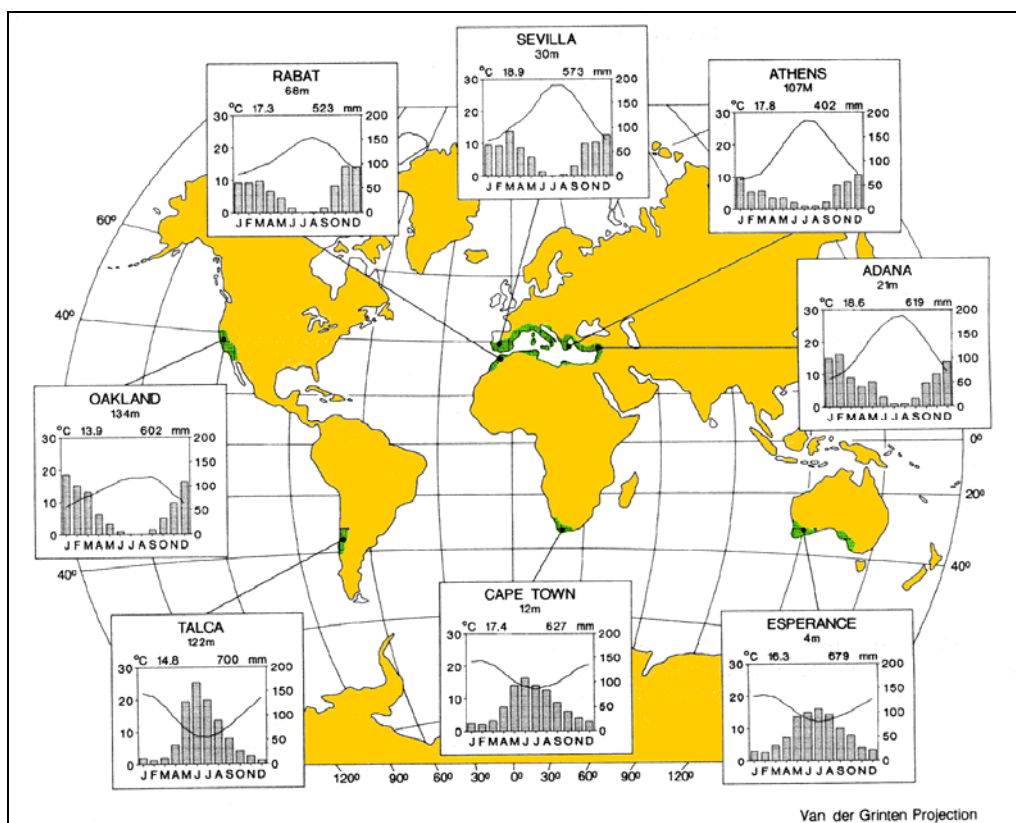


Fig 1. Distribució dels territoris amb paisatges mediterranis (en color verd) i exemples de la tipologia dels diagrames ombroclimàtics que els caracteritzen (basat en Pearson Education Inc 2006.)

## El medi físic dels paisatges mediterranis

Generalitzant, podem definir el clima mediterrani (inclòs en el anomenat món subtropical) com un règim de transició entre els climes tropicals secs (al sud) i els climes temperats i plujosos (al nord). Es caracteritza per tenir les precipitacions concentrades a l'hivern-primavera i a la tardor i pels estius secs. Les precipitacions són molt irregulars i sovint prenen forma d'intensos aiguats, poc profitosos per la vegetació. Així, doncs, el clima mediterrani es caracteritza per hiverns suaus, de frescos a freds, i plujosos i per estius de temperats a calorosos, però secs i amb una elevada evapotranspiració i radiació solar. Quan els territoris mediterranis, com succeeix a la península Ibèrica, estan allunyats del mar, el seu clima mediterrani agafa un caràcter més o menys continental. El clima mediterrani també varia segons la altitud i la situació orogràfica, presentant moltes tipologies, que normalment reflecteixen la quantitat de precipitació (fig. 2) i a la durada i intensitat del període sec. Köppen (1923) va denominar el clima mediterrani com el clima de l'olivera, al considerar que la distribució dels cultius d'olivera es corresponia força bé amb els territoris que posseïen aquest tipus de clima.

És interessant notar que el clima mediterrani es presenta fonamentalment en les costes oest dels continents (fig. 1). Aquesta localització estaria relacionada amb l'existència de corrents oceàniques fredes; la corrent de Portugal i Canàries, la corrent d'Alaska i Califòrnia, la corrent de Humboldt al Perú, la corrent de les Falkland (costa del Pacífic del Canadà), la corrent de Benguela (golf de Guinea) i la corrent de la costa occidental d' Austràlia. Excepcionalment, en el cas de la conca Mediterrània (fig. 2), els paisatges mediterranis tenen una gran penetració cap a l'est. Aquesta distribució s'explicaria per la gran extensió de costa i l'efecte del mar sobre els territoris propers.

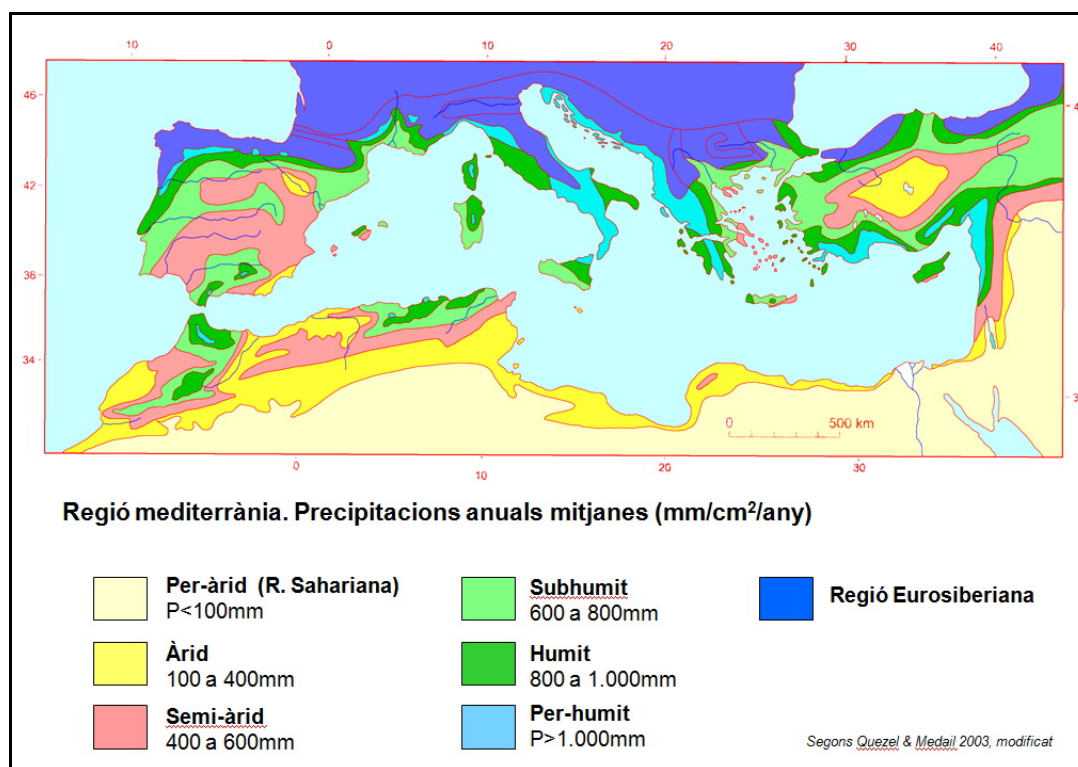


Fig 2. Distribució de les precipitacions anuals mitjanes entorn la conca mediterrània.

El clima mediterrani no és uniforme, segons la altitud, la situació orogràfica, la distància al mar, presenta moltes variacions i tipologies, que normalment fan referència la quantitat de precipitació (fig. 2) i a la durada i intensitat del període sec.

Les disponibilitats d'aigua i de nutrients són els grans condicionants dels paisatges mediterranis i permeten interpretar el paper relatiu d'aquests dos grups de factors en les adaptacions que presenten les plantes formadores d'aquests paisatges (di Castri 1981).

Els ecosistemes mediterranis es consideren, des d'una visió molt general, pobres en nutrients (Gallardo 2009). Però, des del punt de vista funcional, són fonamentalment les condicions climàtiques les que determinen la disponibilitat de nutrients dels sòls mediterranis. La baixa disponibilitat de nutrients és una de les raons que explicaria la gran quantitat d'adaptacions de la flora mediterrània, orientades a l'augment de l'eficiència en la captació i utilització de nutrients.

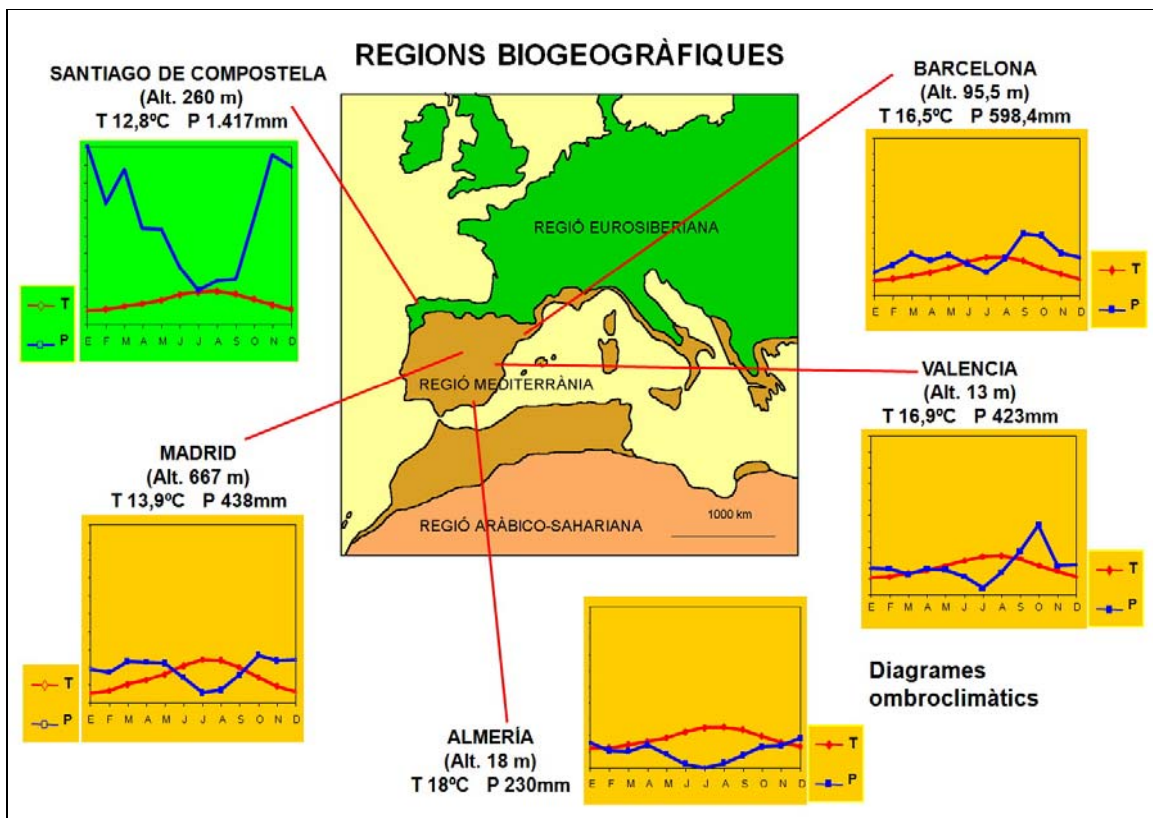


Fig 3. Distribució de les regions biogeogràfiques mediterrània i eurosiberiana, amb alguns dels diagrames ombrotèrmics (precipitació-temperatura) que les caracteritzen.

En la península Ibèrica, els territoris amb paisatges mediterranis (fig. 3) ocupen aproximadament les tres quartes parts de la superfície. En comparació amb les altres dues penínsules de la Mediterrània (Itàlia i Grècia), la península Ibèrica presenta una part central amb un caràcter continental força acusat. Els paisatges de caire centreeuropeu (eurosiberians) ocuparan els territoris amb precipitacions més elevades i sense estrès hídric estival.

## La biodiversitat, una característica dels paisatges mediterranis

L'existència d'un alt grau de biodiversitat és una característica fonamental dels territoris mediterranis i això els confereix un nivell d'importància biològica de primer ordre.

En el conjunt de territoris mediterranis de l'entorn de la conca de la Mediterrània i de les illes macaronèsiques, s'hi podem comptabilitzar unes 22.500 espècies de plantes superiors (Moreno Sáiz 2011), això representa més de quatre vegades el nombre d'espècies que hi ha en la resta d'Europa.

Si ens referim a la flora de la península Ibèrica, la xifra és de 6.720 tàxons (Médail & Quézel 1997). Això significa que el 80% de les plantes amb flors de la Unió Europea creixen en territori peninsular i per tant confereix a la biodiversitat dels nostres ecosistemes (Taula. 1) la màxima valoració, per la seva elevada heterogeneïtat en la seva composició i presència d'hàbitats. Per tant, la conservació de la diversitat biològica dels paisatges mediterranis està reconeguda com d'importància primordial.

---

<i>Territori</i>	<i>Àrea (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Nº tàxons</i>	<i>Nº endemismes*</i>	<i>Percentatge (%)</i>
Itàlia	301.245	5.598	712	12,7
Espanya (incl. Canaries)	517.138	5.600	1.491	26,6
Grècia	140.317	4.992	742	14,9
Portugal (incl. Açores)	91.631	2.573	150	5,8
França	558.342	4.630	133	2,9
Àustria	83.853	3.028	35	1,2
Gran Bretanya	244.754	1.623	16	1,0
Alemanya	552.000	3.500	6	0,2
Bèlgica	30.519	1.452	1	0,1
Dinamarca	43.075	1.252	1	0,1
Suècia	449.790	1.716	1	0,1
Holanda	41.160	1.221	0	0,0

*(\*) Únicament es consideren les plantes vasculars endèmiques exclusives de cada territori*

---

Taula 1. Dades comparatives sobre la flora vascular de diferents països de la Unió Europea (Simón 1994).

---

Si comparem el nombre d'espècies de plantes vasculars d'alguns països d'Europa (Taula 1) amb la riquesa estimada de la flora de les comunitats espanyoles (Fig. 4) podem veure que territoris com Catalunya o Andalusia tenen biodiversitats superiors a la de molts estats europeus.



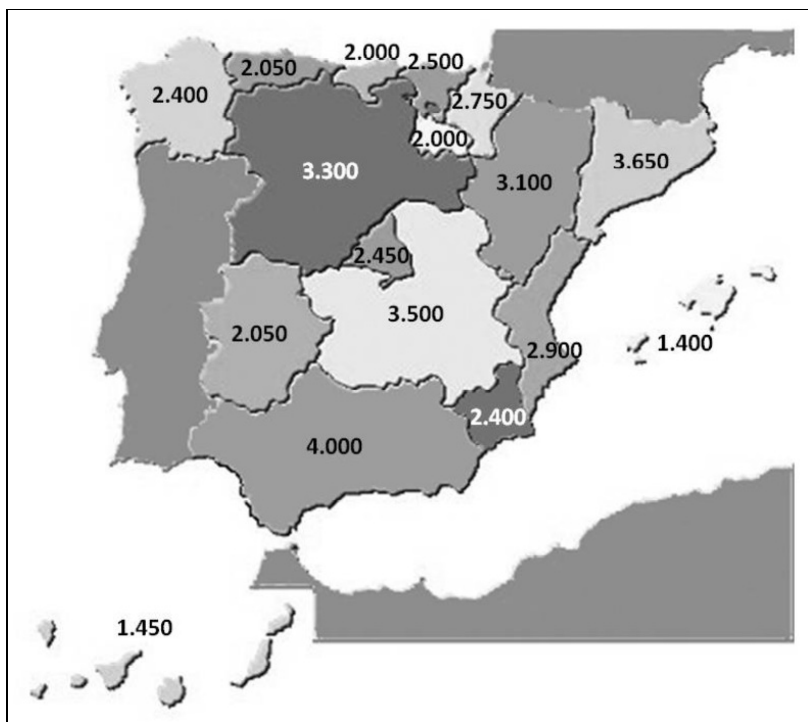


Fig. 4. Estimació, a partir de fonts diverses, del nombre de plantes superiors de les Comunitats espanyoles (Moreno Sáiz 2011).

A nivell mundial (taula 2) el nombre d'espècies vegetals dels biomes mediterranis, únicament és superat per la riquesa florística dels sistemes tropicals.

No.	Biome	<i>z</i>	Mean plant species richness	Mean of data quality index
1	Tropical and subtropical moist broadleaf forests	0.24–0.33	3161	2.6
2	Tropical and subtropical dry broadleaf forests	0.21	1440	2.8
3	Tropical and subtropical coniferous forests	0.19	2225	2.9
4	Temperate broadleaf and mixed forests	0.17	1909	2.3
5	Temperate coniferous forests	0.14	1570	1.9
6	Boreal forests/taiga	0.16	822	1.5
7	Tropical and subtropical grasslands, savannas and shrublands	0.18	1731	2.6
8	Temperate grasslands, savannas and shrublands	0.12	1372	2.1
9	Flooded grasslands and savannas	0.12	767	3.5
10	Montane grasslands and shrublands	0.17	1397	2.9
11	Tundra	0.13	438	1.6
12	<b>Mediterranean forests, woodlands and scrub</b>	<b>0.20</b>	<b>2294</b>	<b>2.7</b>
13	Deserts and xeric shrublands	0.11	1078	2.7
14	Mangroves	–	205	3.9

*z* values as derived from linear regressions of the log–log transformed raw data (all correlations were significant at  $P < 0.05$ ), mean plant species richness per ecoregion and data quality and suitability index (ranging from 1 ¼ good to 4 ¼ very poor). Note that ecoregions differ in size, which limits the comparability of mean plant species richness per ecoregion

Taula 2. Estima de la riquesa d'espècies en diferents ecoregions (Kier et al. 2005).

De la mateixa manera, si analitzem la distribució latitudinal de la diversitat (Mutke & Barthlott 2005), podem veure que es manté un cert patró de comportament, que ens assenyalava la riquesa florística que apareix en les latituds de transició 30°- 45° N (Fig. 5), que corresponen a territoris ocupats per sistemes mediterranis.

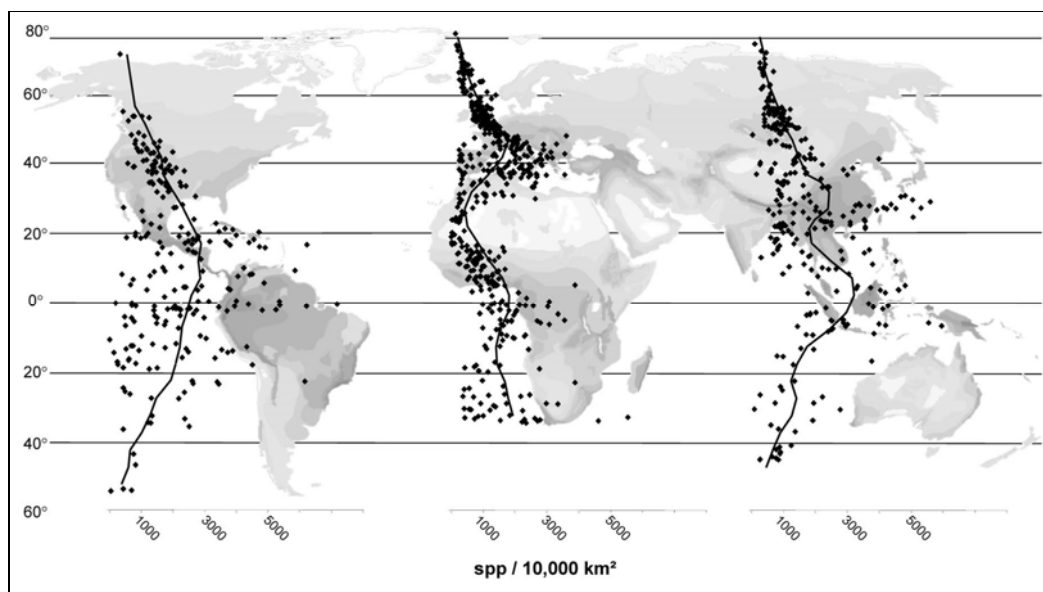


Fig. 5. *Distribució a escala global dels patrons de diversitat de les plantes vasculares (Mutke & Barthlott 2005).*

La biodiversitat i l'heterogeneïtat d'aquests sistemes és el resultat d'un procés evolutiu que s'ha desenvolupat al llarg de milers i fins i tot milions d'anys. És un reflex de les influències combinades del medi físic, de la dinàmica de les pròpies poblacions i, finalment, d'un sistema de limitacions i perturbacions d'origen natural i antròpic.

Aquests mecanismes de diversificació i evolució en els sistemes els troben a tot arreu del món, però en el món mediterrani adquireixen un èxit molt rellevant. L'origen de la gran riquesa del món mediterrani ens fa pensar que té, sobretot, molt a veure amb les seves pròpies característiques bioclimàtiques i històriques.

Entre les raons més intrínseques que expliquen la gran biodiversitat i heterogeneïtat de les flors i paisatges mediterranis, podem considerar el fet que aquests són sempre zones de transició entre climes àrids i humits, entre regions tropicals i temperades, entre zones amb poca o cap estacionalitat climàtica i zones amb una estacionalitat climàtica molt marcada. També, que les seves històries paleoclimàtiques són una acumulació d'alternances d'avanços i retrocessos, de situacions climàtiques contraposades, acompanyades de gradients ambientals, que han permès l'existència de territoris on, quan la climatologia va empitjorar molt, es van mantenir condicions mínimament favorables per servir de refugis de la vegetació.

En el cas dels territoris de la conca Mediterrània, d'altres factors juguen també en favor de l'augment de la biodiversitat. L'existència d'una complexa història geològica, de diferents substrats geològics, d'una topografia amb importants gradients de relleu i

altitudinals. Tot això permet l'existència d'una enorme diversitat de gradients ambientals, que són aprofitats com a substrat d'una flora molt diversificada.

El paper de l'home, amb una llarga història com a causant de perturbacions en la conca Mediterrània, ha produït una fragmentació dels gradients ambientals, potenciant considerablement el manteniment i l'augment de la biodiversitat. L'home ha modificat els usos i organització dels territoris (pastoreig, deveses, tales, agricultura...). Les perturbacions i degradacions generades per l'acció antròpica, han potenciat l'existència de diferents estats sucesionals de la vegetació original, amb les corresponents diferències d'estructura i funcionalisme i, per tant, d'augment de la diversitat biològica.

### **Funcionalitat, processos i dinàmica en els paisatges mediterranis**

L'existència d'un període sec a l'estiu, és un important factor limitant pels ecosistemes mediterranis. Aquest fet té dues conseqüències importants. En primer lloc, l'abundància de fisiognomies esclerofil·les en arbres i arbusts i l'aparició de mecanismes d'adaptació a la xericitat. En segon lloc, una baixa productivitat i unes taxes de renovació també baixes. Es diu que aquests sistemes funcionen lentament, amb baix consum i baix rendiment. No obstant, la biomassa és bastant alta i es produeix una aportació relativament important de nutrients al sòl, especialment a la primavera i tardor, que afavoreixen la formació d'humus.

Podríem simplificar dient que, en termes de producció primària, les formacions mediterrànies (taula 3) no són especialment destacables dins del conjunt de sistemes mundials.

---

#### **Producció Neta Primària (NPP)**

Bosc tropicals	2000–3000	g/m <sup>2</sup> /any	<i>Aquests valors tenen únicament un valor orientatiu i de comparació, ja que la variabilitat dins d'un mateix bioma pot ser enorme.</i>
Bosc caducifolis temperats	600–1500	g/m <sup>2</sup> /any	
Sabanes	400–600	g/m <sup>2</sup> /any	
Mediterrània	300–600	g/m <sup>2</sup> /any	
Bosc de coníferes boreals	200–600	g/m <sup>2</sup> /any	
Praderies	400	g/m <sup>2</sup> /any	<i>Valors orientatius, obtinguts de diverses fonts.</i>
Tundres	100–200	g/m <sup>2</sup> /any	
Deserts	0 - 120	g/m <sup>2</sup> /any	

---

Taula 3. Estima orientativa dels Valors de la producció primària neta (NPP) per diferents biomes (adaptat de Archbold 1995, Melillo et al. 1993, Pidwirny. 2006).

---

Igualment, si comparem la productivitat dels boscos espanyols, distribuïts en les quatre regions que forestalment s'acostuma a dividir el territori (Informe de la SECF 2010), veiem que s'obtenen els següents valors de creixement:

Regió Atlàntica	7,6 m <sup>3</sup> /ha/any
Regió Centre	1,6 m <sup>3</sup> /ha/any
Regió Mediterrània	1,4 m <sup>3</sup> /ha/any
Regió Macaronèsica (Canàries)	2,9 m <sup>3</sup> /ha/any

Les dinàmiques i canvis que, en els darrers cinquanta anys, estan experimentant els paisatges mediterranis, van molt lligats a les pertorbacions antròpiques i, sobretot, als canvis en els usos del sòl. Així podem dir que s'han produït dos processos diferents, que han condicionat la dinàmica dels nostres paisatges.

La destrucció del bosc mediterrani, per afavorir l'agricultura o la ramaderia, o per la recurrència del carboneig o els incendis, ha facilitat l'expansió d'espècies arbustives i herbàcies colonitzadores. Aquest és l'origen de grans extensions de formacions arbustives, més o menys altes i denses, que donen una de les imatges més característiques a una gran part dels nostres paisatges mediterranis: la de mosaics d'arbusts molt rics en espècies.

En les darreres dècades, per altra part, s'ha produït un fort descens en les pràctiques ramaderes i agrícoles. L'abandó dels cultius menys rentables ha portat a la dinàmica inversa que la citada en el paràgraf anterior. Grans zones de cultius extensius han sigut substituïdes per plantacions forestals o han desaparegut per la recuperació dels boscos naturals, processos que han portat a una pèrdua de la diversitat regional.

Així doncs, l'actual dinàmica local i regional dels nostres paisatges està dirigida per la pròpia dinàmica ecològica, però condicionada per raons històriques i socioeconòmiques, que operen en els canvis d'usos i ocupacions dels territoris per part de l'home.

De tots els processos funcionals que condicionen la dinàmica dels ecosistemes i paisatges mediterranis, n'existeixen dos que, per la seva importància, podríem dir es converteixen en dues senyals identitàries del món mediterrani: ens referim a les adaptacions a l'estrès hídric i els mecanismes de resposta als incendis.

### *“Adaptacions” a l'estrès hídric*

Les adaptacions anatòmiques i fisiològiques de gran nombre d'espècies mediterrànies a l'escassetat d'aigua, especialment d'aquelles que viuen en ambients més oberts i no forestals, són una de les característiques dels nostres paisatges. A més, la convergència en les adaptacions utilitzades confereix una certa uniformitat fisiognòmica a moltes de les nostres formacions arbustives i herbàcies.

Fent un resum de les adaptacions anatòmiques, poden dir que consisteixen bàsicament en la presència de cutícules engruixides o de ceres, desenvolupament de parènquimes i presència de pilositat abundant en el revers de les fulles. També en la reducció del nombre i mida de les fulles (augmenta la seva relació biomassa/superfície), l'existència de fulles dimòrfiques, la reducció del nombre d'estomes i la seva ubicació en cavitats... podem veure que tots aquest mecanismes convergeixen en reduir la transpiració.

Però una de les adaptacions més característiques d'aquests vegetals és la presència d'olis essencials monoterpènics que, amb la seva evaporació refresquen l'entorn de la fulla i redueixen la pèrdua del vapor d'aigua de la planta. També s'hi ha buscat una finalitat complementària, com seria la defensa contra els herbívors. Igualment s'ha relacionat la presència d'aquestes substàncies volàtils i altament inflamables, amb estratègies de colonització (mecanismes d'al·lelopatia) i fins i tot amb estratègies d'adaptació al foc.

### *Incidència dels incendis en els paisatges mediterranis*

Les altes temperatures i la sequedat dels estius són els elements naturals que contribueixen a l'alta incidència dels incendis en el món mediterrani. Amb l'aparició de l'home, la importància dels incendis ha augmentat de forma considerable, passant de ser un fenomen natural i fins i tot característic dels paisatges mediterranis (de fet també ho és d'altres sistemes, com en algunes zones de la taigà) a convertir-se en un problema de primera magnitud i una de les amenaces més importants lligades a l'escalfament global.

Les plantes tenen, fonamentalment tres sistemes de regeneració-protecció en front dels incendis: la rebrotada, una ràpida producció de brots vegetatius després dels incendis, com és el cas dels brucs; la germinació, quan són les llavors les encarregades de regenerar el vegetal, com en el cas de les estepes i els pins; i la protecció, normalment mitjançant la presència d'escorces especialment gruixudes, com és el cas de les alzines sureres.

Un dels aspectes més interessants de la relació planta-foc, en el món mediterrani, és la discussió de si aquests mecanismes de regeneració-protecció es poden considerar com verdaderes adaptacions i si es pot parlar, aleshores, de l'existència d'estratègies per aprofitar i fins i tot afavorir els incendis.

La incidència dels incendis en els nostres paisatges és molt important. Segons l'*Informe de la SECF* (Sociedad Española de Ciencias Forestales) 2010, en 48 anys de registres (1961-2008) el 26% de la superfície forestal espanyola ha estat afectada pels incendis. Això vol dir uns 7,2 milions d'hectàrees, amb una superfície forestal mitjana anual de 149 mil ha. D'aquestes, el 40% era superfície arbrada i el 60% superfície no arbrada.

És molt interessant i significatiu l'anàlisi de l'evolució dels incendis forestals al llarg dels anys i l'anàlisi de la seva distribució geogràfica i climàtica.

El grau d'afectació dels incendis sobre la superfície arbrada respecte de la no arbrada ha anat disminuint, passant del 47% registrat en la dècada de 1961-1979 al 32% dels anys 2001-2008. Igualment, si es compara el nombre mig anual de sinistres en la dècada 1961-1970, ha passat de 1.910 sinistres als 17.988 (multiplicat per nou!) en el període 2001-2008; possiblement degut al notable increment de biomassa en el darrer període, encara que a partir de l'any 2007 s'ha observat una tendència a la reducció.

De l'anàlisi de la distribució geogràfica i climàtica dels incendis se'n poden extreure conclusions interessants. Segons regions climàtiques, es pot comprovar que Galícia (amb clima atlàntic, per tant molt més plujós que el mediterrani) ha registrat el 60% dels

sinistres, però que només representa el 37% de la superfície forestal nacional cremada. La regió Centre (amb un clima de transició entre el món atlàntic i el mediterrani) és la més afectada amb el 42% de totes les superfícies cremades. La regió Mediterrània conté únicament el 22% de totes les superfícies cremades.

Per Comunitats, Galícia ocupa el primer lloc amb el 26% de la seva superfície afectada, seguida d'Extremadura (10%) i Andalusia (10%).

### **Variabilitat i distribució dels paisatges mediterranis a la península Ibèrica**

La península ibèrica, a més de presentar una molt notable biodiversitat florística, presenta una gran diversitat de paisatges. Aquesta diversitat de paisatges es tradueix en uns gradients de variabilitat de la vegetació com no existeix en cap d'altre territori europeu, que no sigui mediterrani.

En la figura 6 trobem un esquema, certament simplificat, sobre la relació entre la variació dels gradients de les precipitacions i l'estructura i fisiognomia de la vegetació. En aquest esquema veiem que hi ha dos llinars o fronteres de precipitació que són molt importants, ja que assenyalen el començament de canvis molt significatius en els paisatges.

El primer llinar, correspon als 650-700mm/cm<sup>2</sup>/any de precipitació. Assenjala – a grans trets- el trànsit entre la vegetació mediterrània esclerofil·le (per dessota aquesta xifra) i l'inici de la presència de caducifolis. Aquests caducifolis seran primerament marcescents (rouedes submediterrànies, climàticament, de trànsit) i a mida que augmentin les precipitacions, i per tant disminueixi el dèficit estival, seran caducifolis de tipus centreeuropeu (fagedes i rouedes atlàntiques).

El segon llinar, la frontera dels 400mm/cm<sup>2</sup>/any, ens assenjala el pas a les zones més seques de la mediterrània. Quan les precipitacions anuals baixen per dessota d'aquest llinar, es considerarà que la vegetació no té massa superàvit, que una vegada completades les funcions fisiològiques bàsiques ja no disposa de recursos per construir grans boscos i únicament pot construir formacions arbustives (taula 4). Aquest plantejament –certament massa col·loquial i simplificat- explicaria un dels canvis de paisatge més significatius i importants del món mediterrani i que podem veure clarament a la península Ibèrica.

La consideració d'aquest llinars, ens permet entendre la importància que arribarien a adquirir les disminucions de precipitació previstes per a la mediterrània en els diferents escenaris de canvi climàtic. Tenim una part dels paisatges forestals mediterranis que creixen amb precipitacions que no arriben als 500mm. En el cas d'una reducció de 100mm en la precipitació anual, quedarien per dessota la frontera de precipitacions de les formacions arbòries i s'anirien transformant en formacions arbustives, amb el conseqüent empobriment d'espècies. El mateix esquema seria aplicable a la frontera de les precipitacions (250mm) dels territoris semi-àrids, que es transformarien en àrids, quasi arribant a la qualificació de desèrtics.

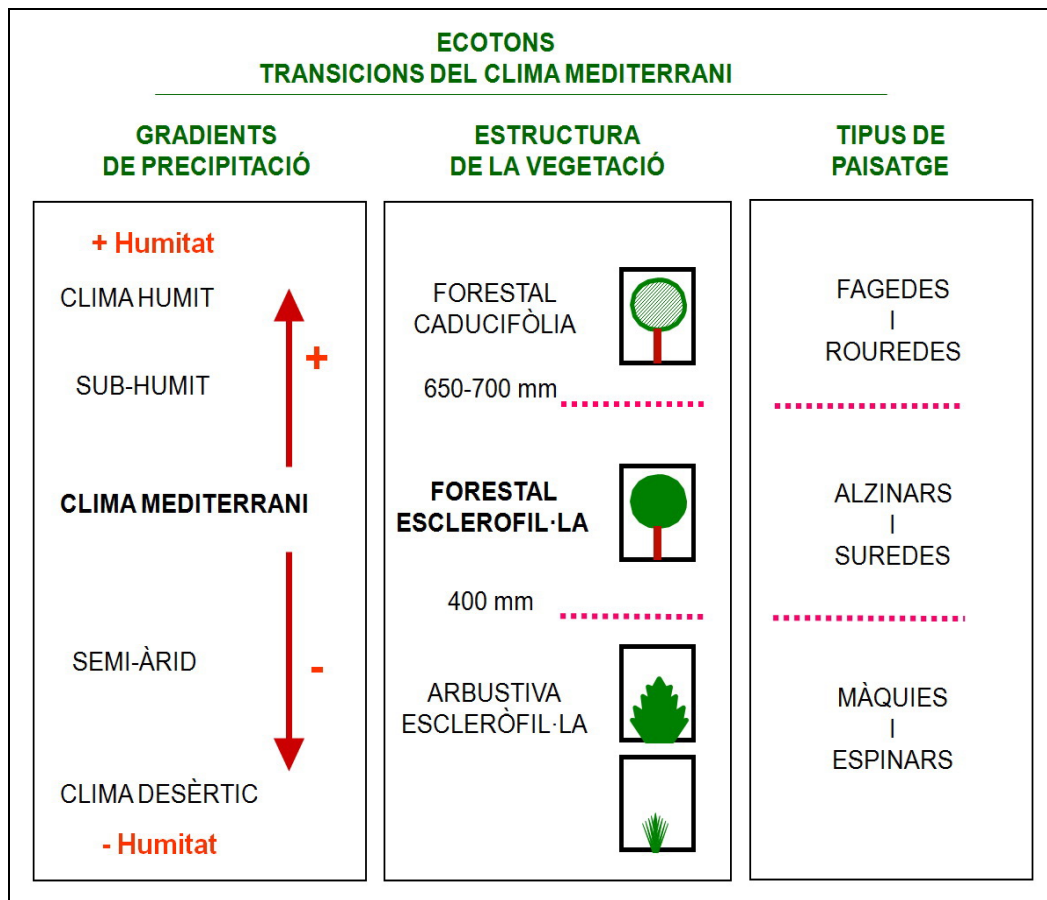


Fig 6. Relació entre el gradient de precipitacions, a la Ibèria mediterrània i els tipus de formacions vegetals que s'hi produeixen.

En la península Ibèrica hi podem trobar (fig. 7) quatre grans tipus de paisatges, que tenen una distribució netament relacionada amb la distribució dels dos paràmetres ambientals fonamentals, les temperatures i les precipitacions:

### *Els paisatges eurosiberians (centreeuropeus)*

Són paisatges propis de territoris on l'aigua no és un factor limitant. El paràmetre ambiental que els condiciona és, fonamentalment, l'estacionalitat tèrmica produïda per les baixes temperatures a l'hivern. No presenten dèficit hídric estival. Són paisatges que arriben del centre d'Europa i per tant tenen el seu mateix funcionalisme, la mateixa fisiognomia (taula 4) i la mateixa composició florística. De totes maneres, la influència del món mediterrani que els envolta és tant forta que sovint aquests paisatges en presenten molts dels seus elements.

La seva distribució (fig. 7) coincideix amb els territoris ibèrics que reben les màximes precipitacions, normalment durant la primavera i d'origen atlàntic. Estan localitzats en un arc que va del nord de Portugal a la part oriental dels Pirineus.

### *Els paisatges submediterranis*

Són paisatges de trànsit entre el món centreeuropeu i el món mediterrani. Corresponen a territoris que climàticament tenen força precipitacions, però que a l'estiu presenten un dèficit hídric més o menys acusat. Les temperatures són més baixes, especialment a l'hivern, que en els territoris clarament mediterranis. Fisiognòmicament (taula 4) són interessants per la presència de caducifolis amb marcescència, mecanisme que els permet assecar les fulles al final de l'estiu o quan les condicions estivals són massa rigoroses.

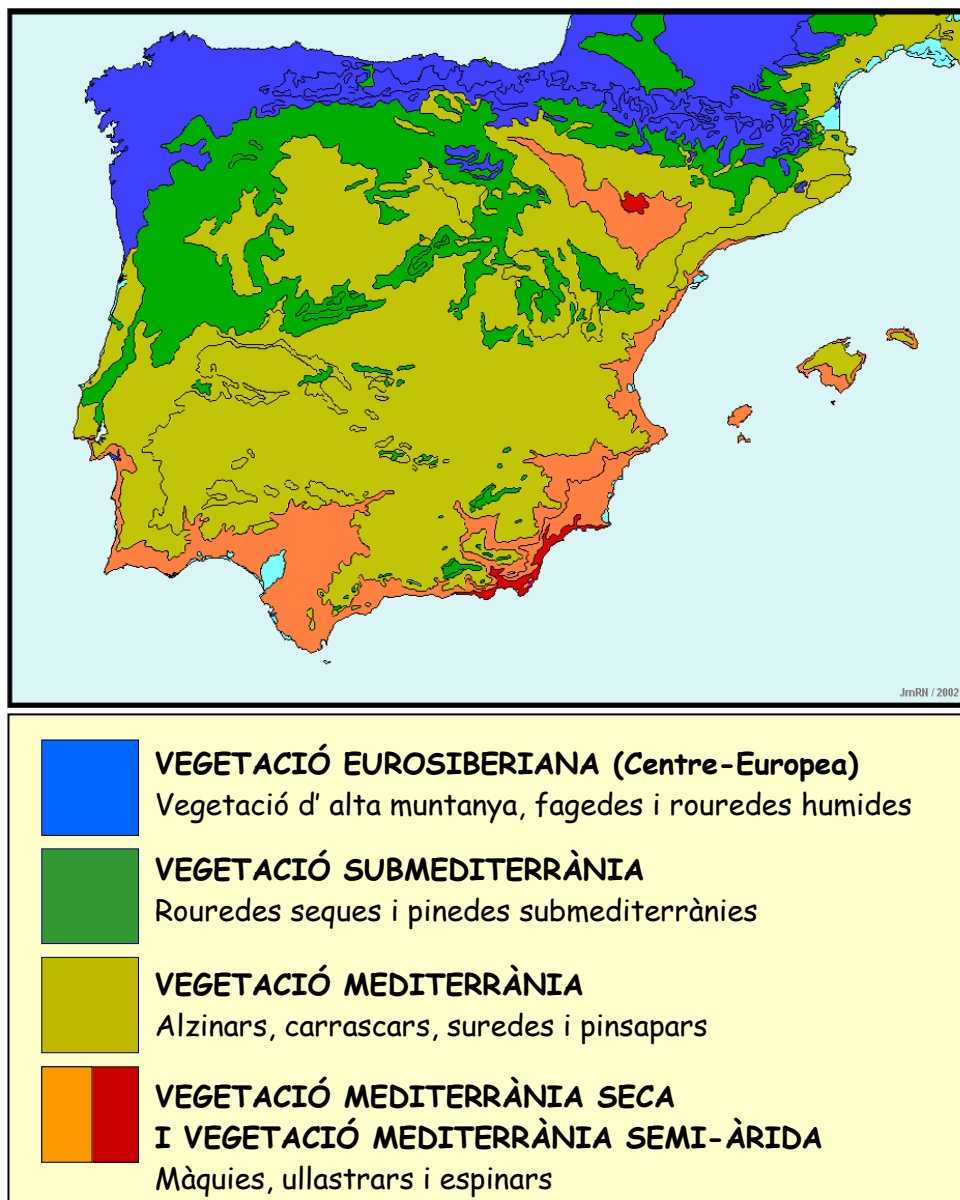


Fig 7. Distribució dels diferents tipus de vegetació que conformen els paisatges ibèrics.



A la península Ibèrica els trobem distribuïts darrera dels paisatges centreeuropeus, en els territoris que encara tenen precipitacions elevades, però que a l'estiu ja estan sotmesos a dèficit hídric. També els trobem a les parts més humides de les muntanyes mediterrànies (sistema Central, sistema Ibèric, serralades Bètica i Penibètica, etc). La influència mediterrània sobre aquests paisatges és enorme, de tal manera que no els podem deslligar del món mediterrani.

### *Els paisatges mediterranis*

Ocupen quasi les dues terceres parts del territori ibèric. Són paisatges (fig. 7) que es generen en espais cada cop més allunyats de l'entrada dels fronts de pluja atlàntics. El principal paràmetre que els condiciona és la quantitat de precipitacions rebudes i la intensitat i durada del dèficit hídric estival. Tot i que el fred i la continentalitat poden arribar a tenir una certa influència.

Són, juntament amb els de les zones mediterrànies més seques, els que considerem el paisatges més característics de la mediterrània. La fisiognomia dominant (taula 4) és la de formacions forestals molt estructurades amb fulles esclerofil·les i perennes.

### *Els paisatges mediterranis secs i semiàrids*

Són els paisatges típics dels territoris amb precipitacions anuals mitjanes per dessota del 400mm/cm<sup>2</sup>/any. La fisiognomia és sempre arbustiva (taula 4), la quantitat anual de precipitacions condiciona la major o menor quantitat de biomassa i alçada. Cal tenir en compte que la capacitat de recuperació d'aquests paisatges es limitada, per tant l'aspecte que prenen actualment és molt menys dens i complex que el que suposem seria el natural.

Ocupen (fig. 7) les zones costaneres més seques i amb més dèficit estival. Hi podem diferenciar, encara, dues situacions: quan les precipitacions cauen per dessota el llindar dels 400mm i una més extrema, quan les precipitacions estan per dessota dels 250mm. En aquest darrer cas, la composició florística i la fisiognomia de la vegetació són ja més properes a la de les zones més seques nord-africanes.

Tipus de paisatge	Formacions vegetals i espècies dominants
<p><b>Vegetació eurosiberiana (centre-europea)</b></p> <p>P &gt; 900mm/cm<sup>2</sup>/any T ≈ 12°C</p> <p>Paisatges amb caducifolis i coníferes d'alta muntanya</p>	<p>Fagedes (<i>Fagus sylvatica</i>) Rouredes humides atlàntiques de roure pèrol i roure de fulla gran (<i>Quercus robur</i> i <i>Quercus petraea</i>) Pinedes de pi negre d'alta muntanya (<i>Pinus mugo</i> subsp. <i>uncinata</i>) Avetoses (<i>Abies alba</i>) Vegetació arbustiva d'alta muntanya Prats alpins</p>
<p><b>Vegetació submediterrània</b></p> <p>900 &gt;P&gt; 650-700mm/cm<sup>2</sup>/any T ≈ 13°C</p> <p>Paisatges amb rouredes marcescents i coníferes de la muntanya mitjana.</p>	<p>Rouredes de roure martinenc (<i>Quercus humilis</i>) Rouredes de roure reboll (<i>Quercus pyrenaica</i>) Rouredes de roure de fulla petita (<i>Quercus faginea</i>) Rouredes de roure africà (<i>Quercus canariensis</i>) Pinedes de pi roig i pinassa (<i>Pinus sylvestris</i>, <i>Pinus nigra</i>)</p>
<p><b>Vegetació mediterrània</b></p> <p>700 &gt;P&gt; 400mm/cm<sup>2</sup>/any T ≈ 16-17°C</p> <p>Paisatges amb boscos d'esclerofil·les i coníferes de la terra baixa i</p>	<p>Alzinars (<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i>) Carrascars (<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>) Suredes (<i>Quercus suber</i>) Pinedes de pi blanc (<i>Pinus halepensis</i>) "Pinsapares" (<i>Abies pinsapo</i>)</p>
<p><b>Vegetació mediterrània seca</b></p> <p>400 &gt;P&gt; 250-300mm/cm<sup>2</sup>/any T ≈ 17°C</p> <p>Formacions arbustives altes Màquies i savinars litorals</p>	<p>Màquies litorals, màquies continentals i savinars litorals Margalló (<i>Chamaerops humilis</i>) Garrofer (<i>Ceratonia siliqua</i>) Ullastre (<i>Olea sylvestris</i> var. <i>sylvestris</i>) Llentiscle (<i>Pistacia lentiscus</i>)</p>
<p><b>Vegetació mediterrània semiàrida</b></p> <p>P &lt; 250-300mm/cm<sup>2</sup>/any T ≈ 18°C</p> <p>Formacions arbustives baixes Espinars</p>	<p>Espinars subdesèrtics "Cornicabra" (<i>Periploca angustifolia</i>) "Arto" (<i>Maytenus europaeus</i>) Margalló (<i>Chamaerops humilis</i>) "Azufaifo" (<i>Ziziphus lotus</i>) Arc de tanques (<i>Lycium intricatum</i>) Espart (<i>Stipa tenacissima</i>) Albardi (<i>Lygeum spartum</i>) "Chumberillo" (<i>Caralluma europaea</i>)</p>

Taula 4. Esquema simplificat dels tipus de paisatges ibèrics, indicant les temperatures i precipitacions mitjanes dels seus territoris, el tipus de fisiognomia que presenten i les principals espècies que els caracteritzen. Els colors corresponen als de la Fig. 7.

## **El paper de l'home en el desenvolupament i transformació dels paisatges mediterranis**

La conca Mediterrània ha estat considerada, des de sempre, com una de les parts del món més afectada per l'acció antròpica. Ja des de l'antiguitat, l'impacte del foc, el pastoreig l'agricultura i, més recentment, una explotació i gestió inadequades, són la causa de les transformacions i la degradació que es pot apreciar en la major part dels paisatges mediterranis (Aschman 1973, 1973, Naveh & Dan 1973, Naveh & Lieberman 1984).

Els estudis més clàssics expliquen que les modificacions més importants dels paisatges es varen iniciar a l'orient fa uns 10.000 anys (Zohary 1969, Aschmann 1973), però Naveh & Lieberman (1984) assenyalen que els caçadors-recol·lectors del paleolític, fa almenys uns 50.000 anys, ja utilitzaven el foc. És evident que el paisatge mediterrani actual no s'entén sense la intervenció humana i que aquesta (incendis, pastoreig, agricultura, desforestacions...) ha produït unes modificacions importants en els sistemes naturals.

És necessari diferenciar entre antiguitat i importància de l'acció antròpica en la part oriental de la conca Mediterrània i el que s'ha detectat en la part occidental, en concret en la península Ibèrica. Malgrat que tenim constància de l'existència d'importants nuclis de civilitzacions molt antigues a la península Ibèrica, els efectes importants sobre el medi natural no es detecten, tal com veurem quan parlem del passat dels nostres paisatges, fins molt més tard. Caldrà esperar a fa uns 3.000 anys per trobar senyals d'una acció antròpica important, que molt segurament ja existia des de força abans, però que fins aleshores no va assolir la significació que ja tenia en la mediterrània oriental un miler d'anys abans. Igual que les tècniques agrícoles antigues tardaren entre 1.000 i 2.000 anys a arribar des de l'orient a la península Ibèrica, el mateix sembla haver succeït amb la importància de l'acció antròpica, possiblement fruit del retard en el desenvolupament tècnic de les nostres poblacions.

Un dels aspectes que ha passat força desapercebut, ha estat el paper de l'home com a facilitador de l'entrada de plantes invasores. Històricament hem tingut episodis en els que s'han introduït nombroses espècies cultivades (època dels grecs i fenicis, romans, àrabs, descobriment d'Amèrica). Fins ara es considerava que els boscos i paisatges mediterranis madurs eren relativament resistents a l'entrada de plantes forànies. Més aviat es considerava (Groves y DiCastrì 1991) que les espècies mediterrànies es comportaven com espècies invasores vers d'altres territoris.

Aquesta tendència de resistència a l'entrada d'espècies invasores sembla que s'està modificant. Pràcticament des del segle XVIII i de manera més important en el segle XX, ha augmentat el nombre d'espècies forànies que s'incorporen als nostres sistemes naturals. La diferència qualitativa es produeix pel fet que moltes espècies invasores que s'arriben a naturalitzar, ho fan en sistemes més madurs i aparentment més estables i resistents. El nombre és encara relativament baix, però la tendència sembla clara. En la flora mediterrània d'Andalusia Occidental (Valdés et al. 1987) el percentatge d'espècies exòtiques naturalitzades és aproximadament un 5%; A les illes Balears (Vilà 2001) la taxa d'invasió es una mica superior, el 8%.

Pel que fa al grau de “naturalitat” dels nostres boscos, els podríem classificar entre tres categories: *boscos no modificats per l’home*, *boscos seminaturals* i *plantacions*. Es considera que a Espanya (Informe de la SECF 2010) no existeix una superfície significativa que pugui ser considerada com a no modificada per l’home, entenent com a tal els boscos primaris o almenys no alterats durant algun centenar d’anys. Les masses pròpies de la silvicultura intensiva, les anomenades plantacions, ocupen el 6,8% de la superfície arbrada total. La resta de superfície arbrada (93,2%) correspondria a la categoria de boscos seminaturals.

### ***Història de les repoblacions forestals***

Per comprendre la situació dels nostres boscos, cal fer una revisió històrica del que han estat les polítiques de recuperació, que no de conservació, dels boscos, ja que quedava ben poc a conservar.

A partir del 1837, la desamortització de Mendizabal va facilitar que les propietats de l’Església passessin a mans de particulars, que, per compensar les despeses de les compres d’aquestes propietats, varen procedir a la tala i venda de la fusta dels boscos adquirits. Es culminà així una dinàmica de destrucció dels boscos que encara quedaven i que havia començat alguns segles abans.

És en l’any 1902 quan es crea la anomenada “Guardería Forestal”, encarregada de recuperar un paisatge forestal totalment desarborat i s’inicien les grans repoblacions de coníferes i eucaliptus.

A l’any 1939, després de la guerra civil, amb un país aïllat econòmicament i política i amb necessitat de fusta, que a més necessitava lluitar contra l’erosió de les conques hidrològiques, s’elabora el “Plan General para la Repoblación Forestal de España”. Aquest pla va fixar l’objectiu de repoblar 11,3 milions d’hectàrees. Ben aviat, i suposo que amb gran sorpresa dels mateixos autors del pla, es va veure que –amb la coincidència de l’abandonament progressiu de les zones agrícoles tradicionals- el nombre d’hectàrees repoblades superava, de llarg, les previsions més optimistes. En aquest moments les superfícies forestals recuperades ja arribaven als 18,5 milions d’hectàrees.

El “Plan Forestal Español” del 2002, amb una projecció pels propers 30 anys, quantificava en 4,7 milions les hectàrees amb necessitat de repoblació forestal, dels que unes tres quartes parts amb caràcter prioritari, per la seva importància com a protecció contra l’erosió.

### **L’aprofitament dels recursos forestals dels sistemes mediterranis**

Si fem referència a l’aprofitament dels recursos forestals, podem pensar en un aprofitament des de tres punts de vista: els boscos com a productors de fusta, els boscos com a sistemes de protecció de l’entorn ambiental i, finalment, la funció dels boscos en l’estratègia contra l’escalfament global.

### *Capacitat de producció de fusta*

Quan volem fer una valoració dels recursos, especialment els forestals, que ens proporciona la regió Mediterrània, veiem que les seves condicions ecològiques estan molt sovint properes als mínims necessaris per un bon creixement. Això ens dona uns boscos que, en general tenen unes capacitats de producció força limitades.

Si comparem la producció dels nostres boscos amb la de la resta de boscos europeus, Espanya es situa en el cinquè lloc en creixement de fusta (6,3% del creixement anual europeu). Els boscos espanyols produeixen una mitjana de 2,5 m<sup>3</sup>/ha/any, que és un valor força inferior a la mitjana europea (5,1 m<sup>3</sup>/ha/any). Espanya ocupa el penúltim lloc en creixement per hectàrea, únicament per davant de Xipre ( SECF 2010).

Si analitzem, segons els diferents territoris, les estimes de productivitat de fusta dels boscos espanyols, els valors són molt variables i clarament condicionats per la precipitació. La regió atlàntica (Galícia, Astúries, Cantàbria, País Basc i Navarra) té una producció amb valors alts, 7,6 m<sup>3</sup>/ha/any. La regió centre (Castilla y León, La Rioja, Extremadura, Madrid, Castilla la Mancha i Aragó) obté valors baixos, 1,6 m<sup>3</sup>/ha/any. La regió mediterrània (Andalúcia, Balears, Murcia, Comunitat Valenciana i Catalunya) té una producció amb valors molt baixos, 1,4 m<sup>3</sup>/ha/any. La regió macaronèsica (Canàries) té una producció estimada de 2,9 m<sup>3</sup>/ha/any.

Pel que fa al creixement anual, el 56% es concentra en quatre comunitats: Galícia (23,9%), Castilla y León (15,6%), Catalunya (8,6%) i País Basc (8,3%).

També és important la qualitat de la fusta obtinguda. En els boscos espanyols hi predominen els arbres amb poc diàmetre: 61% d'arbres amb la categoria de molt prims, 27% d'arbres prims i 11% d'arbres mitjans.

### *Funció dels boscos en l'estratègia contra l'escalfament global.*

Els boscos espanyols constitueixen un magatzem de biomassa de notable valor. No disposem encara de dades massa fiables del que representen les formacions arbustives, el sotabosc i la biomassa morta en els boscos. Els boscos ibèrics han suposat un embornal net de carboni des del 1990 fins a l'actualitat (entre 21 i 28 milions de tones de CO<sub>2</sub>).

### *Altres aprofitaments forestals*

L'elevada diversitat dels nostres boscos ha permès l'aprofitament tradicional de gran varietat de productes relacionats amb el món forestal (carboneig, resines, bolets i tòfones i fins i tot l'espert en zones no forestals). Des de l'any 1960, l'abandó del sistema agrari tradicional i l'èxode rural, han fet que la major part d'aquestes produccions paral·leles hagi perdut importància. En el darrer segle les produccions més significatives han estat el suro, la resina i també l'espert en les zones més seques.

Pel que fa al suro, Espanya és el segon productor mundial, darrera de Portugal. La producció ha anat baixant d'un màxim de 120.000 tones l'any 1998 fins a unes 25.000 a

l'actualitat. L'obtenció de resina va tenir els màxims en la dècada dels 60, a l'actualitat és una activitat totalment en retrocés, amb una producció que en prou feines arribaria a les 2.000 tones. La producció d'espart, pel seu ús com a fibra, també va tenir els màxims de producció en la dècada dels 60, amb una producció d'unes 81.000 tones, a l'actualitat s'ha convertit en una activitat totalment marginal.

En quant a la producció "comercial" de bolets i tòfona, no existeixen dades quantificables a nivell nacional. Encara que representa un sector que pot tenir un cert desenvolupament en el futur (encara que la meteorologia ho posa difícil). Es calcula que Catalunya proporciona el 80% de la producció nacional, seguida del País Valencià que aportaria un 10% de la producció. De totes maneres és un sector massa depenent de la meteorologia i per exemple en aquesta tardor de 2011, degut a la manca de pluges, es calcula que la producció "comercial" de bolets a Catalunya hauria caigut al 10% de lo que seria habitual.

### *Funcions de protecció del territori*

Encara que no tingui un valor econòmic directe, la funció dels boscos com a elements estabilitzadors del medi natural és una de les més importants que els hi podem atribuir. En el món mediterrani, tant exposat a períodes de sequera, erosió dels sòls, inundacions, problemes d'estabilització de cursos d'aigua i de conques fluvials, l'existència de masses forestals representa disposar d'un sistema natural de protecció de gran valor. L'augment de la conscienciació ambiental han fet augmentar l'interès social per les conseqüències ambientals de la desforestació i pel paper protector de les masses forestals i de la vegetació arbustiva.

# HISTÒRIA DEL CLIMA I DE LA VEGETACIÓ MEDITERRÀNIA. EL PASSAT

## L'origen del clima i els paisatges mediterranis

El clima de la Terra ha variat molt al llarg del Fanerozoic (darrers 545 milions d'anys). Les causes d'aquests canvis han estat diverses i complexes; entre d'altres els canvis en la radiació solar (degut a modificacions de paràmetres orbitals o de l'activitat del sol), en la disposició de les terres emergides i en la mida i disposició dels casquets de gel, en la circulació oceànica i en la concentració de CO<sub>2</sub>.

Encara que la concentració atmosfèrica de CO<sub>2</sub> no ha estat la única causa dels continuats canvis climàtics, si que se n'ha detectat una correlació directa amb les temperatures mitjanes globals, al llarg de la major part dels darrers cinc-cents milions d'anys.

Tot i que una part important del Fanerozoic ha estat dominada per concentracions elevades de CO<sub>2</sub> i per climes càlids, des de finals de l'Eocè (fa uns 38 milions d'anys) es van anar produint diverses oscil·lacions que portaren cap un refredament global, amb la presència d'algunes glaciacions de curta durada. Aquest refredament coincidí amb una progressiva reducció del CO<sub>2</sub> atmosfèric i culminà amb la formació d'importants casquets de gel durant el Pliocè superior (fa 2,7 Ma), acabant així amb el període càlid del Pliocè mitjà (3,3-3 Ma) en el que les temperatures mitjanes globals eren entre 2 i 3°C més càlides que les actuals.

Es considera que els sistemes mediterranis europeus tenen el seu origen el Cenozoic (Terciari) i més concretament cap finals del Miocè (Suc 1984), abans del període càlid del Pliocè mitjà i, per tant, molt abans del refredament posterior del Pliocè superior (fig. 8).

### *El Miocè i la crisi del Messinià*

Durant la fase final del Miocè (fig. 8), en l'anomenat Messinià (6,7-5,2 Ma), coincideixen una forta aridesa amb el final dels moviments orogènics alpins que produïren el tancament i la dessecació de gran part del mar de Tethys (precursor de l'actual Mediterrània). Es tracta d'un període complex, en el que encara subsistia una part important de la flora tropical d'èpoques molt més càlides i humides, que es va veure afectada per una xericitat creixent i, sobretot, per l'aparició de l'estacionalitat climàtica.

La desaparició progressiva de les espècies tropicals i l'aparició d'espècies de fulles caduca (fig. 8) cal interpretar-la com una conseqüència del pas d'un clima sense estacionalitat a un clima amb estacionalitat tèrmica i possiblement també hídrica. És en aquesta situació (fa uns 5,2 milions d'anys) que comencen a aparèixer els primers representants de la flora i dels paisatges mediterranis. Acompanyant la flora mediterrània i els nous caducifolis, penetren des de l'orient les espècies xeròfiles i



halòfiles, que colonitzaran els medis més secs i salats de les zones centrals i baixes de la conca.

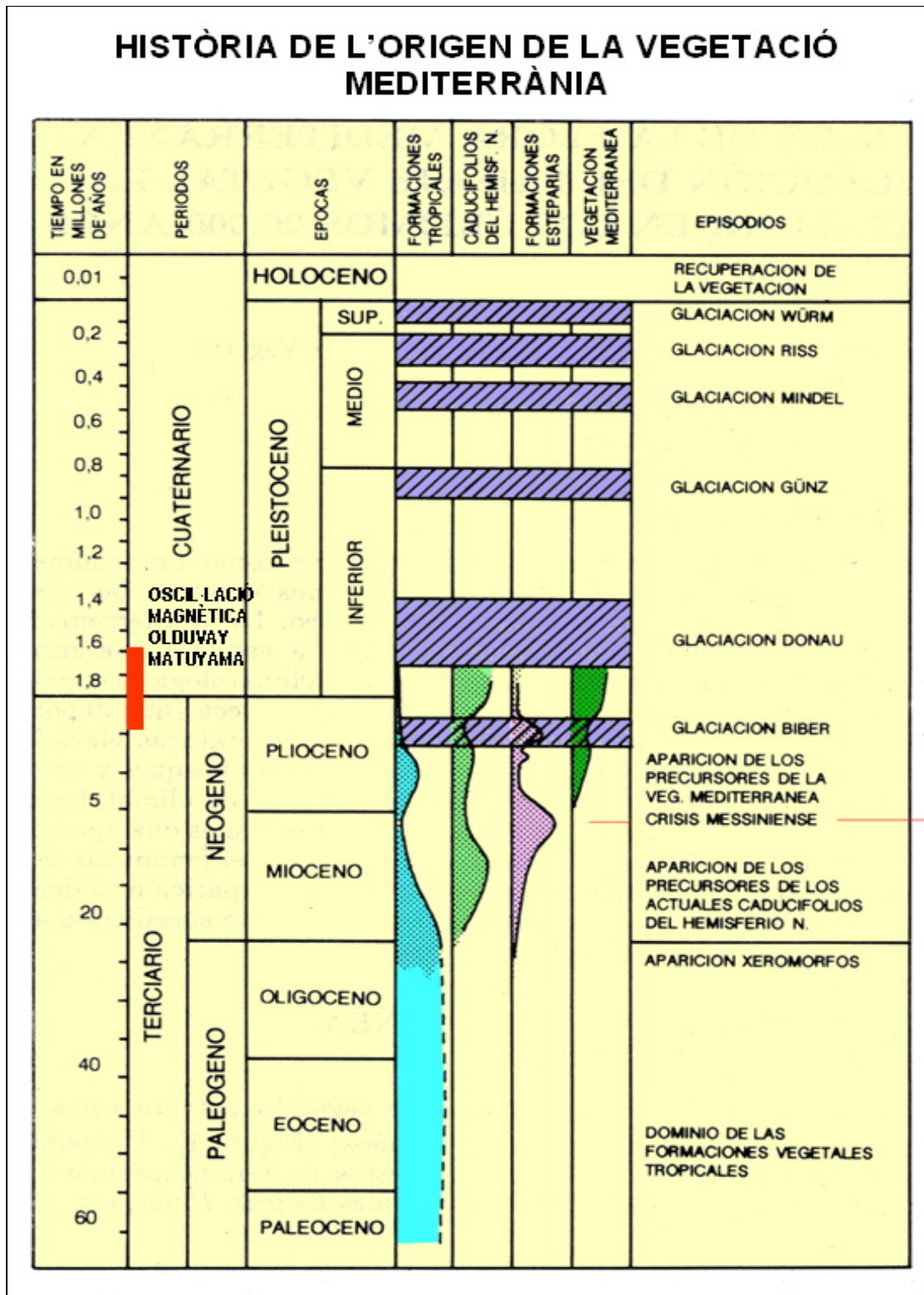


Fig. 8. Esquema de la història de l'origen de la vegetació mediterrània (Suc 1984, Roure 1990).



## ***El Pliocè***

El Pliocè (5-2 Ma) es caracteritza per successius episodis d'empitjorament climàtic (en el sentit de disminució de les temperatures i manteniment de l'aridesa) i per l'accentuació de l'estacionalitat tèrmica i hídrica característica de la mediterraneïtat. Aquest escenari climàtic contribueix a la definitiva desaparició dels elements de la flora tropical. L'inici del Pliocè coincideix també amb una transgressió marina, conseqüència de la reobertura de la comunicació de la Mediterrània amb l'oceà Atlàntic a través de l'estret de Gibraltar.

És en aquesta època quan apareixen les primeres evidències d'episodis glacials en l'hemisferi nord, precursors dels que caracteritzaren el Quaternari.

## **El Quaternari**

Actualment es considera que el Quaternari comença fa 2,6 Ma, coincidint amb una intensificació de la glaciació de l'hemisferi nord. Està diferenciat en dos períodes de durada força desigual: el Pleistocè (de 2,6 Ma a 11.500 anys BP) i l'Holocè (dels 11.500 BP fins a l'actualitat). BP són les sigles convingudes internacionalment per expressar abans de l'actualitat, fixant aquesta actualitat en l'any 1950.

És una època de gran inestabilitat climàtica (fig. 9), amb sobtats canvis ambientals que afectaren, amb major o menor intensitat, tota la Terra. Aquests canvis climàtics, que van arribar a ser realment importants i intensos, van afectar de manera molt notable la vegetació de tota la Terra, però molt especialment la de l'hemisferi nord. El món mediterrani no va poder quedar al marge d'aquestes inestabilitats climàtiques i també va patir enormes canvis que, de manera consecutiva, modificaren tots els trets fonamentals del seu paisatge. La pèrdua i desaparició d'espècies i les substitucions repetides de flors pròpies de climes càlids per d'altres adaptades al fred en un cicle i al contrari en el cicle següent, són processos que es van repetir de forma continuada durant més de dos milions d'anys. En arribar a la darrera glaciació (Würm), la seva intensitat quasi va representar una "*tabula rassa*" per a la major part dels paisatges vegetals d'Europa i la mediterrània.

Al llarg de la major part del Quaternari la Terra ha estat en fases fredes un 80% del temps (fig. 9), pel que podem dir que, estadísticament, els períodes freds o glacials han estat més normals que els períodes càlids o interglacials. Durant tot el Quaternari els dos hemisferis han estat sotmesos a glaciacions i s'han identificat més d'un centenar de cicles glacial-interglacial, amb unes durades i intensitats molt variables.

Fa 2 Ma, a principis del Pleistocè (fig. 8), les oscil·lacions climàtiques seguien cicles d'uns 400.000 anys i les masses de gel no eren massa extenses. Des de fa 1,5 Ma fins fa 600.000 anys la durada dels cicles glacials augmentà. A partir de fa 600.000 anys, els cicles glacials s'han succeït a intervals de 80.000 i 120.000 anys. A més dels cicles glacials-interglacials, que tenien durades d'entre milers i desenes de milers d'anys, també s'han produït els anomenats canvis ràpids, amb unes durades de tant sols centenars o desenes d'anys.

Com a conseqüència de les glaciacions, moltes espècies vegetals van arribar a desaparèixer, especialment durant la darrera glaciació (Würm) que va ser la que produí una destrucció més intensa en els paisatges mediterranis.

### *Els refugis glacials*

Un dels aspectes més interessants per la pervivència de la vegetació, durant les fases més fredes i dures dels episodis glacials, és el dels anomenats refugis. Durant les fases glacials moltes espècies vegetals i animals van poder arribar a refugiar-se en territoris que mantenien unes condicions climàtiques més favorables. Amb la recuperació climàtica, durant les fases interglacials, aquestes zones actuaven com a punt de partida per la re-colonització.

A la península Ibèrica sembla que alguns dels territoris que haurien pogut servir de refugi (Carrión et al. 2000, Carrión 2003) estarien localitzats a les zones costaneres meridionals i també a les serralades Bètiques, així com en algunes zones meridionals de la serralada Ibèrica (Salvador et al. 2000). Molt segurament queden per identificar molts d'altres territoris que van actuar de zones refugi.

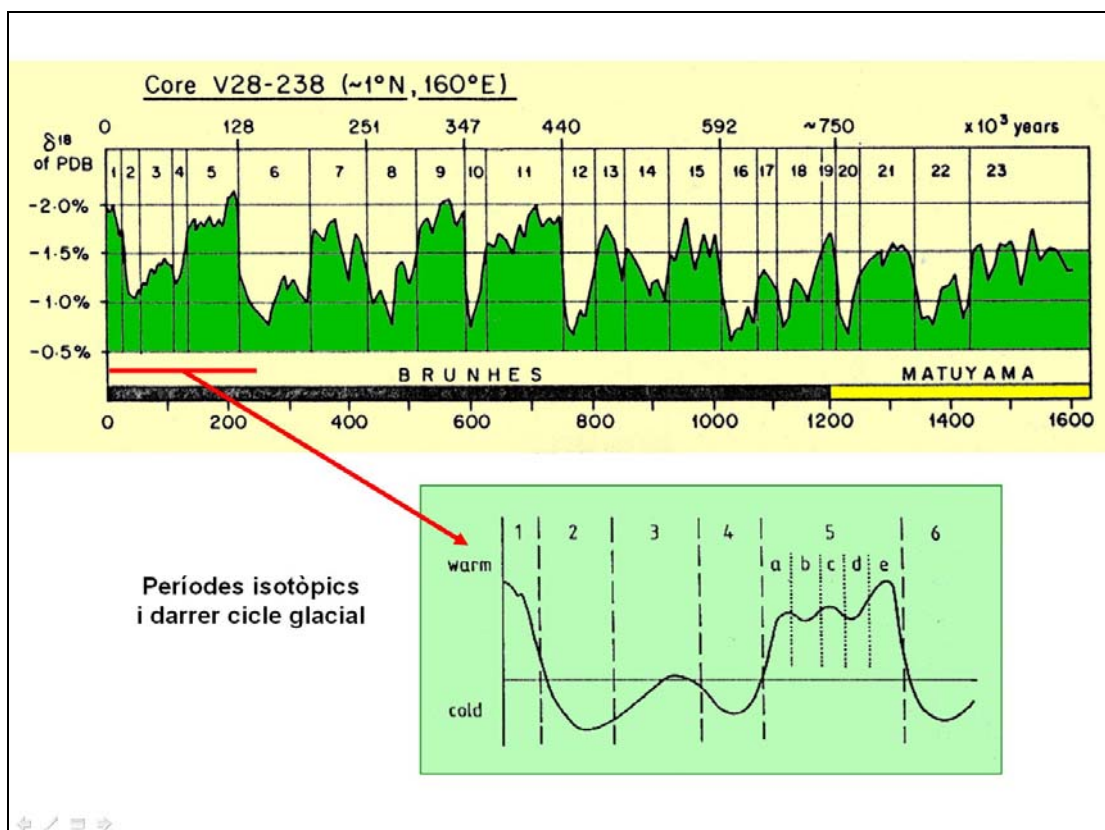


Fig. 9. Corbes dels darrers 1,6 Milions d'anys i detall del darrer cicle glacial. Els valors alts corresponen a períodes freds, els baixos a interglacials. Els números parells són períodes glacials, els imparells interglacials. L'estadi 5 correspon a l'Eemià. L'estadi 1 a l'Holocè (l'actualitat).

### ***L'Eemià (127.000 BP)***

Al finalitzar la penúltima glaciació (Riss), fa uns 127.000 anys (fig. 8 i 9), va començar un període càlid, l'anomenat interglacial Eemià, que va durar alguns milers d'anys. Així doncs, l'Eemià representa l'últim període càlid del Quaternari abans de la darrera nova glaciació (Würm) i de l'actual període càlid, l'Holocè.

S'estima que en les fases més càlides de l'Eemià (fig. 9), les temperatures globals de la Terra eren entre 1°C i 2°C superiors a les actuals. Aquest augment de les temperatures va produir una important pujada del nivell del mar (entre 4 i 6 m) i la consegüent inundació d'àmplies zones costaneres, per exemple dels Països Baixos o de part de la península Escandinava, que hauria quedat aïllada del continent.

### ***El darrer cicle glacial. La glaciació Würm (115.000-14.000 BP)***

La darrera glaciació (anomenada Würm, a Europa, i Wisconsin, a Amèrica) va començar fa 115.000 anys, amb una primera fase de ràpida transició al fred. Les glaciacions no són períodes uniformes, i en aquesta s'hi poden diferenciar tres fases.

#### ***Primera fase: 115.000 – 80.000 BP***

La primera part de la glaciació va ser relativament suau. Cap els 85.000 anys BP es va produir un estadal molt fred, però que durà pocs segles. Els efectes sobre la vegetació van ser força limitats.

#### ***Segona fase: 80.000 - 30.000 BP***

Glaciació amb freds més intensos que en l'anterior. Forta acumulació de gel sobre els continents i, com a conseqüència, baixada d'uns 20m del nivell del mar.

#### ***Tercera fase: 30.000 – 18.000 BP***

Cap els 30.000 BP s'inicià la fase més freda de la glaciació, que assolí la fase més aguda (màxim Glacial) entre els 23.000 BP i els 18.000 BP. Finalment, cap els 14.000 BP, les temperatures es moderaren, el nivell del mar començà a pujar i s'inicià el desglaç, i va començar l'etapa anomenada Tardiglacià.

Al llarg d'aquesta darrera glaciació (estadis 2 a 4 a la fig. 9) s'han detectat un cicles freds i càlids de curta durada (de menys de 1000 anys). S'han descrit sis episodis freds, anomenats "*Heinrich Events* (HE)", que coincideixen, però no sempre, amb el final de fases de refredament i que estarien relacionats amb l'entrada massiva d'icebergs a l'Atlàntic nord (Hemminh 2004). També s'han detectat una vintena d'episodis anomenats "cicles de Dansgaard-Oeschger (D-O)", en els que es produïen fortes pujades de temperatura durant períodes de temps molt curts, d'una desena a pocs centenars d'anys.

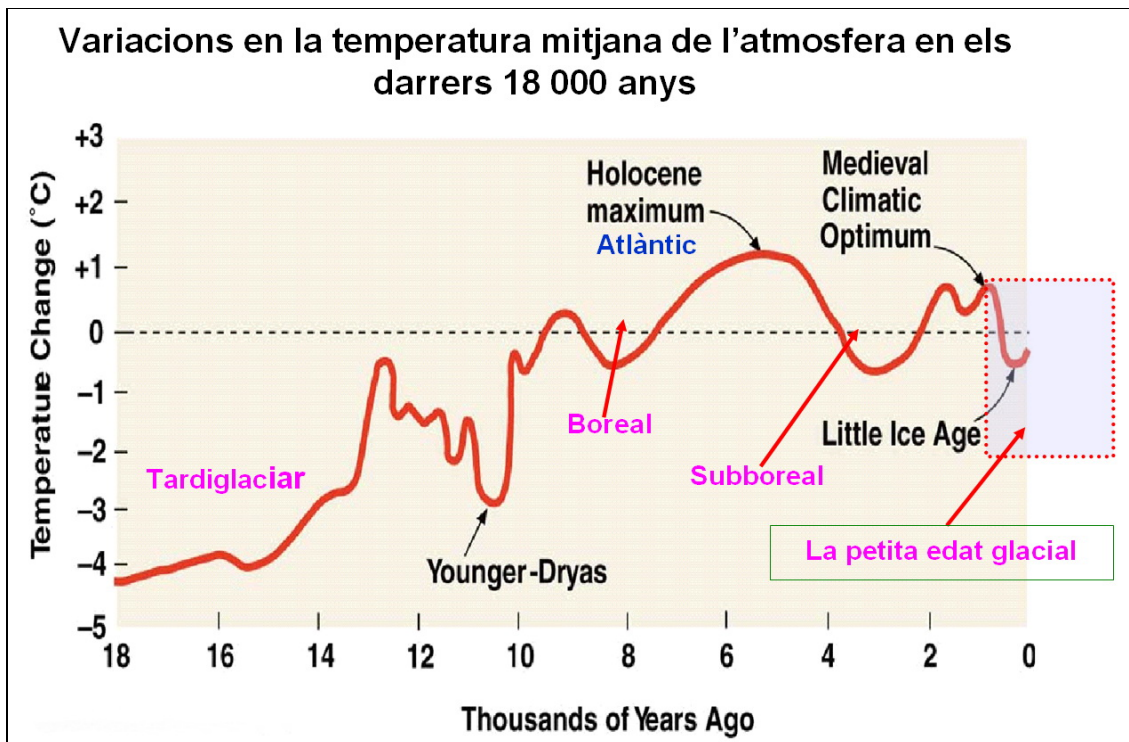


Fig.10. Síntesi de les variacions de les temperatures mitjanes de l'atmosfera en els darrers 18.000 anys, amb èmfasi de l'Òptim Medieval i la Petita Edat de Gel.

### *El Tardiglaciari (14.000 – 11.500 BP)*

El Tardiglaciari (fig. 10 i 11) és la fase de desglaç que es produeix per la recuperació tèrmica després de la darrera glaciació. Representa, igualment, el començament de la recuperació del nivell del mar. A la vegada s'inicia la recolonització forestal, a partir de les àrees refugi, de tots els territoris que havien quedat afectats per la dura climatologia del màxim glacial. Es constata, encara, una pulsació freda tardana (Dryas) que suposà una aturada breu en el camí de la recuperació de la coberta forestal.

### **L'Holocè**

Una vegada recuperades les temperatures, després que finalitzà l'episodi de refredament del Dryas recent (fig. 10 i 11), les temperatures es suavitzen de nou i entrem en el darrer interglaciari (període càlid) en el que ens trobem actualment, l'Holocè (fig. 10 i 11). Es va iniciar fa 11,7 Ka BP i representa un període de relativa estabilitat climàtica, encara que amb oscil·lacions de durada i intensitat variables. És al llarg d'aquesta època, després de la desfeta que va representar el Würm, quan es produeix la recuperació total dels paisatges mediterranis i europeus.

El restabliment dels paisatges mediterranis, davant dels diferents canvis que es succeïren en els nostres territoris, va molt lligada a la millora tèrmica i a l'augment de precipitacions en la primera fase de l'Holocè (fig. 10, Òptim Holocè fins el 7.000 BP) i





## *L'òptim Holocè*

Els canvis observats en la dinàmica de la vegetació holocènica han permès diferenciar tres fases climàtiques: un primer interval humit (11,5-7 ka BP), un segon interval (7-5,5 ka BP) amb unes condicions climàtiques de transició i un tercer interval que arribaria fins a l'actualitat (5,5-0 ka BP) de característiques més àrides (Jalut *et al.* 2009).

Els registres marins (mar d'Alboran, Cacho *et al.* 2001, Martrat *et al.* 2004) i les reconstruccions dels nivells dels llacs del sud d'Europa (Harrison i Digerfeldt 1993, Perez-Obiol i Julià 1994), indicarien que el període més càlid i humit (el primer interval) s'hauria produït als inicis de l'Holocè i que, des d'aleshores, s'hauria produït un refredament progressiu. Malgrat aquesta tendència tan clara, observada en la primera fase de l'Holocè, també s'han detectat importants i significatives diferències regionals, en funció de la seva latitud i altitud.

Dins d'aquest Òptim Holocè es van produir esdeveniments o oscil·lacions de curta durada (pocs segles o pocs decennis), amb aridesa i disminució de temperatures, que tenien un caràcter quasi d'excepcionalitat. El més important va ser el màxim refredament que es va produir entre 8.400 i 8.000 BP, cap als 8.200 ka BP, i que va rebre el nom d'esdeveniment 8.2 (Alley *et al.* 1997). L'esdeveniment del 8.2 sembla coincidir amb el període conegut com el «silenci arqueològic», detectat a la depressió de l'Ebre i descrit com el moment en que es varen abandonar la major part dels assentaments humans de la zona. Aquests assentaments varen aparèixer de nou a més altitud (González-Sampériz *et al.* 2009).

Després d'aquest Òptim Holocè comença el que s'ha anomenat (possiblement d'una manera un xic exagerada) el Neoglacial, en el que les temperatures, a grans trets, davallen progressivament. Però també aquí es detecten oscil·lacions que trenquen la uniformitat del patró climàtic: l'augment de les temperatures en l'anomenat Òptim Climàtic Medieval (Fig. 10 i Fig. 12; segles X a XIV) i un període amb una forta baixada de les temperatures, l'anomenada "Petita Edat de Gel" (Fig. 10 i Fig. 12; anys 1300 a 1820 aD). Les sigles aD, "after Dominus" i es corresponen amb el còmput dels anys del calendari cristià

## *La Petita Edat de Gel (1300 – 1820 aD o 130-650 BP)*

Al llarg del Quaternari, els patrons regionals de variacions climàtiques assenyalen que existeix una associació entre episodis freds i aridesa. Però una anàlisi acurada ens indica que no sempre va ser així. Alguns períodes d'aridesa podrien estar associats a episodis d'augment de les temperatures i alguns períodes freds podrien anar associats a episodis d'augment de les precipitacions.

Un exemple d'aquest trencament de patrons de comportament climàtic el trobem en el que s'anomena la Petita Edat del Gel (1300-1820 aD). Es tracta d'un període relativament fred, en el que tenim evidències de l'augment de les glaceres, fins i tot en algunes muntanyes mediterrànies, i d'episodis de fortes pluges i inundacions. Les senyals de refredament van ser importants, malgrat que la baixada global de les temperatures mitjanes d'hivern es situa únicament a l'entorn dels 2°C.

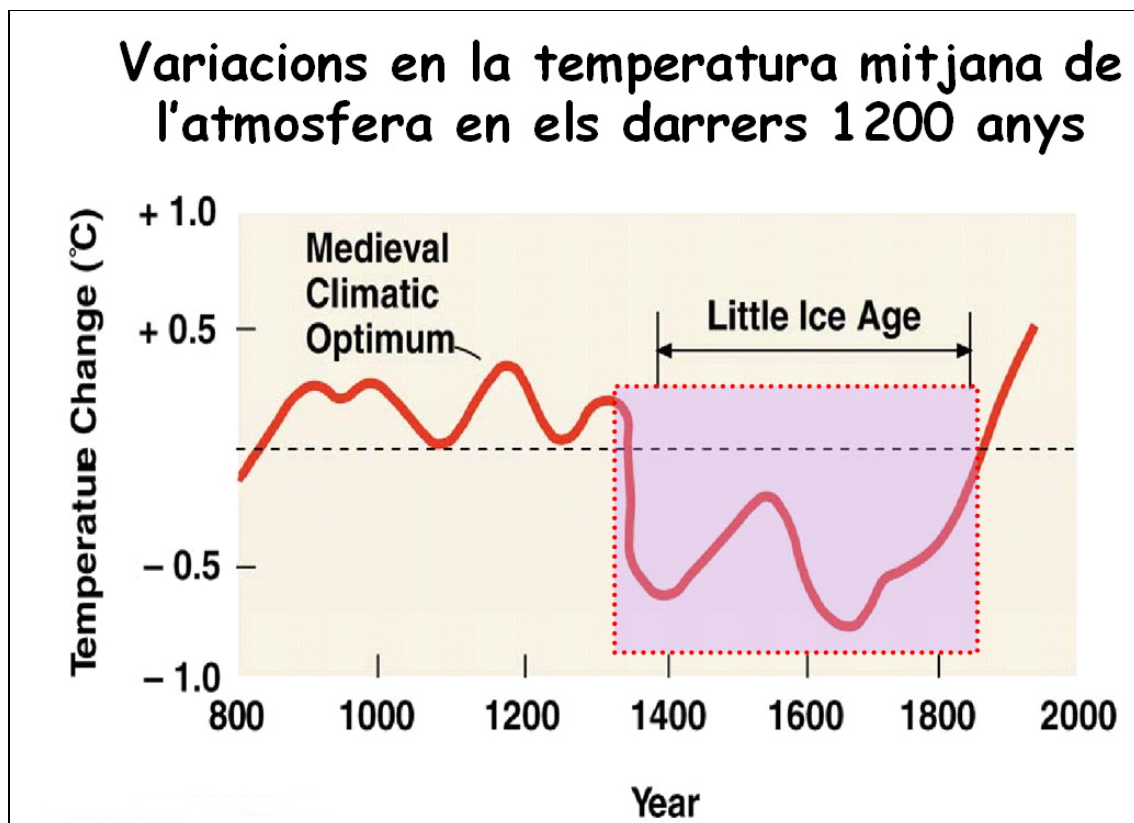


Fig.12. Síntesi de les variacions de les temperatures mitjanes de l'atmosfera en els darrers 1200 anys. Situació de l'Òptim Medieval i la Petita Edat de Gel.

Les condicions d'aquest període no van ser uniformes, com ja hem vist que sol passar en la història climàtica. S'han comptabilitzat quatre fases de refredament, separades per fases de recuperació tèrmica:

*1300-1360 Inici i primer màxim de la Petita Edat de Gel (mínim de Wolf).* Irregularitat climàtica, amb inundacions, llargs i freds hiverns i estius plujosos. A Catalunya hi ha una notícia escrita de l'any 1313 que parla de "lo primer any dolent" en la que s'explica que començaren tota una sèrie d'irregularitats climàtiques, que afectaren greument l'agricultura. De l'any 1442 hi ha referències de les primeres gelades de l'Ebre al seu pas per Tortosa, on els carros poden travessar el riu per damunt del gel. També hi ha notícia de gelades als rius Tajo i Guadalquivir. Són importants les referències detallades de les gelades del Tàmesi.

*1450-1540 Segon màxim de la Petita Edat de Gel (mínim de Spörer).* Inundacions i sequeres. Hiverns especialment freds i estius plujosos.

*1650-1715 Tercer màxim de la Petita Edat de Gel (mínim de Maunder).* Freds i sequeres.

*1800-1820 Quart màxim de la Petita Edat de Gel (mínim de Dalton).* Freds i sequeres. L'any 1816 es produeix el darrer episodi d'aquest període, amb un estiu fred i un hivern extraordinàriament rigorós. Va ser precisament aquest any el que va escollir Napoleó per fer la campanya de Rússia.

Les conseqüències d'aquest període tant fred i irregular van ser molt importants per l'agricultura i per la salut de la població (sembla que l'efecte de les pestes hauria estat menys important si l'alimentació de la població no hagués estat tant sota mínims). En canvi, pel que fa a la vegetació natural no hi ha evidències de problemes importants, és més, en els paisatges mediterranis les senyals dels seus efectes són mínimes.



## CRONOLOGIA DE LA HISTÒRIA DEL CLIMA I LA VEGETACIÓ IBÈRICA

(Llegenda: BP, MA, Ka, a.C.BC; aD; i s. – Before Present, Milions d'anys, Milers d'anys, abans de Crist, Before Christ, Anno Domini o After Dominus, i segle, respectivament)

34 MA BP	Oligocè. Fauna i flora de característiques similars a les tropicals actuals
23 MA BP	Inici del Miocè. Clima moderat. Flora amb un elevat percentatge d'espècies animals i vegetals que provenen d'un clima tropical-subtropical anterior. Al llarg del Miocè es passa d'un règim climàtic tropical, sense estacions, a un règim amb marcada estacionalitat anual. Aquest fet produeix l'aparició dels arbres caducifolis.
6.5 MA BP	Crisi del Messinià (Miocè, Terciari). Dessecació de la Mediterrània. Crisi de salinitat, paral·lela a un augment de la xericitat. Expansió dels tàxons esteparis i dels adaptats a la salinitat. S'accentua la presència d'una estacionalitat anual.
3.2 MA BP	S'estabilitza el domini del clima mediterrani. Continua la desaparició de les espècies subtropicals que s'havien mantingut des de l'Oligocè. Expansió de la flora mediterrània.
2.3 MA BP	Inici de les glaciacions a l'Hemisferi Nord. Fins a 20 oscil·lacions climàtiques amb alternances pluviositat-xericitat i canvis importants en les temperatures. Coexisteixen i s'alternen els paisatges oberts i tancats, amb alternança del domini d'espècies caducifòlies i perennifòlies.
127.000 BP	Eemià. Interglacial Riss-Würm. Darrer període càlid abans de la darrera glaciació, amb temperatura 1 a 2°C superior a les actuals. Notable augment del nivell del mar.
100.000 BP	Darrera glaciació (Würm), la més intensa i més destructiva per a la vegetació. Desapareixen quasi totes les espècies supervivents de la flora tropical del Terciari.
18.000 BP	Màxim glacial del Würm. Condicions extremadament fredes i seques que tenen efectes devastadors sobre els paisatges. Les espècies que sobreviuen ho fan en "refugis" on el clima és més favorable.
12.900 BP	Després del pleniglacial s'inicia la recuperació climàtica amb una pujada de les temperatures. Aquesta recuperació es veu interrompuda per una crisi d'aridesa i de refredament.
8.000 BP	Període Atlàntic, recuperació del clima. S'inicia amb una oscil·lació més frescal que evoluciona cap a un clima més calorós i humit. Gràcies a un clima més favorable, es produeix l'expansió dels boscos de diferents espècies de <i>Quercus</i> . Predomini de <i>Quercus</i> caducifolis i perennifolis. Els pins suposen menys del 25% del total d'espècies forestals. Els paisatges es van recuperant totalment i ocupen amplis territoris.
7.000 BP	Hi ha constància de l'inici de les activitats humanes (Neolític, foc). Però la incidència sobre la natura és extraordinàriament baixa. Podem dir que no se'n aprecien senyals importants.
5.000 BP	Lleuger augment de l'aridesa. S'entra en una lleugera davallada climàtica, que s'anirà prolongant fins a l'actualitat, amb ocasionals i moderades recuperacions. Entrem en el clima Mediterrani tal com el coneixem actualment.
4.030 BP	Gran sequera, que despobra gran part de la península Ibèrica.
4.000 BP	Augment de l'acció antròpica. En el sud de la península apareix la important cultura de El Argar (Edat del Bronze), en la que malgrat disposar d'eines per a la tala de la vegetació i l'inici d'una mineria incipient, els efectes sobre el paisatge són mínims y molt locals.
3.500 BP	Episodi amb davallada de temperatura. Període "neoglacial" a Europa.
3.000 BP	Augment significatiu de l'activitat antròpica i senyals més netes, amples i regionals de les accions humanes. Es pot considerar l'inici real de la modificació del territori per part de l'home. El pastoreig esdevé important a la península Ibèrica.
2.800 BP	Augment significatiu i important de l'activitat minera. Senyals de l'explotació dels boscos. Senyals evidents d'erosió a causa de l'obertura de les zones forestals. S'incrementa el paper de la ramaderia i de l'agricultura. Increment del comerç amb el fenici i altres pobles de la conca mediterrània. Importació de tècniques "industrials" i agrícoles. Primera arribada important de noves espècies cultivades. Implantació definitiva dels conreus de vinya i olivera. Augment de l'erosió amb inici del reblliment de les planes costaneres i estuaris fluvials de les conques del Llevant.
2.220-2.198BP	De nou una gran sequera.
segle II aC – s. IV	Inici de la dominació romana. Segona entrada important de noves espècies cultivades i de nous sistemes d'aprofitament agro-silvo-pastoral. Primeres ocupacions precursors de les deveses. Extensió de les zones cultivades, de les pastures i de l'explotació forestal.
s. IV - s. VIII	La època visigòtica. Encara es mantenen les costums romanes.

any 680	Gran sequera (de 7 anys de durada), la població de la península Ibèrica queda reduïda a la meitat. Possibles cassos de canibalisme.
anys 757-873	Sequera al N. d'Àfrica, Invasió musulmana
s. VIII-s. XV	Època musulmana. Tercera entrada important de noves espècies cultivades. Millora, especialment a la zona del Llevant, dels sistemes de cultius i regadius.
1000 a 1300	Episodi càlid, l'anomenat Òptim climàtic medieval.
s. XI	Disminució de la superfície forestal a la zona occidental de la península, degut a l'augment de la ramaderia. Constitució de La Mesta i extensió de les deveses.
1300-1360	Inici i primer màxim de la Petita Edat Glacial (mínim de Wolf). Irregularitat climàtica, amb inundacions, llargs i freds hiverns i estius plujosos. A Catalunya notícia de l'any 1313 "lo primer any dolent"
1442	Notícia de les primeres gelades de l'Ebre a Tortosa, els carros poden travessar el riu per damunt del gel. Guerra de Granada.
1450-1540	Segon màxim de la Petita Edat Glacial (mínim de Spörer). Inundacions i sequeres. Hiverns especialment freds i estius plujosos.
s. XVI	Regnat de Felipe II. Construcció de la "Armada Invencible" explotant i portant a la desaparició d'importants zones forestals, especialment a la zona del centre de la península.
s. XVII	Regnat de Felip IV. Intent de protegir els boscos i aturar la desforestació general del territori.
1650-1715	Tercer màxim de la Petita Edat Glacial (mínim de Maunder). Freds i sequeres.
s. XVIII	Regnats de Felip V i Ferran VI. Es potencien les repoblacions forestals en un intent d'aturar la desforestació deguda a la necessitat creixent de fusta per la construcció naval, la mineria i les fargues. Primeres repoblacions amb pins.
1800-1820	Quart màxim de la Petita Edat Glacial (mínim de Dalton). Freds i sequeres. L'any 1816 es produeix el darrer episodi d'aquest període, amb un estiu fred i un hivern extraordinàriament rigorós (campanya russa de Napoleó).
1837	La desamortització de Mendizábal. Gran part de les terres i boscos passen de la propietat de l'Església a mans de particulars, que talen els boscos per compensar les despeses de les compres. En un segle es perdran més de 4 milions d'hectàrees de boscos.
1902-1903	Creació de la "Guardería Forestal". Inici dels grans programes de repoblació. Grans plantacions de coníferes i eucaliptus.
s. XX	Crisis del món rural amb grans migracions cap a les ciutats. Progressiu abandonament de camps de cultius que es transformen en terres d'aprofitament forestal, ja sigui per cultiu o per recuperació natural.
1950-actualitat	Abandonament de les terres agrícoles de secà, que s'aniran convertint en forestals. Augment considerable de la zona forestada, ja sigui per plantacions o per la recuperació natural dels boscos autòctons. El "plan General para la repoblación de España" de 1939 és superat en totes les seves expectatives, arribant-se a 18,3 milions d'hectàrees forestades en lloc de les 11,3 previstes. Finalment comença a aparèixer una visió social de la necessitat de la conservació i la protecció del territori. Creació i consolidació dels espais protegits.

**Taula 5. Cronologia de la història del clima i la vegetació Ibèrica.**  
(Elaborat a partir de Costa *et al.* 1998, Grove & Rackham 2001, Maldonado *et al.* 2002, Mesa-Jiménez 2002, Roure 2011, Valladares *et al.* 2004).

## **Els darrers 3000 anys. Paper de l'home en la història dels sistemes mediterranis**

Tal com comentava anteriorment, la conca Mediterrània ha estat considerada, des de sempre, una de les parts del món més afectades per l'acció antròpica, i que aquesta ha estat una de les causes de la seva important transformació i degradació (Aschman 1973a, 1973b, Naveh & Dan 1973, Naveh & Lieberman 1984).

Des del Neolític l'home ha anat reduint de manera progressiva les superfícies forestades, transformant-les en zones de pastura o de conreu i també n'ha canviat la seva composició, substituint algunes de les espècies originals per d'altres més productives (coníferes, suredes) o més resistents (alzines) a la creixent xerificació que les seves activitats causaven.

Podem parlar de l'existència d'un procés "xerofitització" dels boscos mediterranis. En els darrers segles, un gran nombre dels boscos de caducifolis i marcescents de les muntanyes mediterrànies han estat substituïts per alzinars, carrascars, suredes i formacions de coníferes.

En les primeres fases de les civilitzacions ibèriques, els boscos van ser destruïts per fer-ne pastures i obtenir-ne fusta per escalfar-se i alimentar-se. Més endavant, a mida que les societats primitives evolucionaven i augmentaven les seves necessitats, augmentà la necessitat de noves terres de cultius i més fusta, ara també per a la mineria i la construcció. Les necessitats de la construcció naval varen representar un dany considerable pels boscos ibèrics. Paral·lelament, la substitució de les espècies forestals menys productives per d'altres més adequades a les noves necessitats, va completar un panorama de transformació del nostre medi natural.

El creixent empitjorament climàtic (7.000 BP) i la progressiva aridificació (5.000 BP) que s'anà produint després de l'Òptim Holocènic, van servir d'escenari potenciador de les perturbacions produïdes per l'acció antròpica.

Sovint, quan estudiem les dinàmiques actuals de la vegetació hem de recórrer a un terme que, encara que excessivament sintètic i simple, ens serveix per cercar un referent de la situació de partida, és el concepte de "vegetació potencial-original". Certament, parlar de vegetació potencial en un sistema tan canviant (en el temps i l'espai) com hem anat veient, és una "simplificació utòpica", però és còmode i clarificador per a referir-nos a una situació ideal que no sabem ni com era ni quan es va produir.

Això ens porta a plantejar un altre concepte que també es perd en el temps i que està relacionat amb el terme "vegetació potencial-original", es tracta del de l'inici de l'acció antròpica". Ens plantegem, quan podem considerar que comença l'acció antròpica?

Sembla evident que des de que existeix una població humana ja podem parlar d'acció antròpica. Però la realitat és que, tot i que coneixem de l'existència de nuclis de civilitzacions antigues, aquestes no deixem senyals ambientals de la seva activitat a nivell regional, únicament en deixen a nivell molt local.

Considerem que per valorar l'impacte de l'home antic sobre medi el natural, és important el moment en que es produeix el salt qualitatiu del pas d'una actuació de

nivell molt local a una acció de nivell més regional. Aleshores, la pregunta és: quan comença l'home a actuar a escala regional?; o sia, en quin moment de la història l'acció antròpica és tan important que produeix una pertorbació regional?

En el món mediterrani és difícil trobar marcadors regionals adequats per valorar la destrucció del paisatge, però ens podem fixar en els efectes secundaris de l'obertura i destrucció de les superfícies forestals: l'erosió.

En aquest sentit, l'erosió que es produeix a les conques fluvials és un bon indicador de la situació de les seves cobertes forestals. Com que, malauradament, els sistemes fluvials mediterranis són especialment sensibles a l'erosió, una pertorbació regional té uns efectes molt importants. En aquest sentit, el creixement de la deposició de sediments a les desembocadures, per exemple del riu del Llevant peninsular, seria un bon indicador de l'erosió que té lloc a la seva conca.

Es considera que l'estabilització del nivell de la mediterrània es va completar cap als 6.000 BP i que en els 4.000 BP ja es podia considerar consolidada. En aquestes situacions, la major part dels nostres rius mediterranis tenien una desembocadura propera a formes d'estuari, en canvi a l'actualitat l'aspecte ha canviat a formacions de tipus deltaic. Que ha succeït, mentrestant? L'explicació està en l'aportació d'una quantitat enorme de sediments que ha contribuït a generar aquestes formacions deltaiques. Aquests sediments tenen el seu origen en l'erosió dels sòls de les conques fluvials i el causant d'aquesta erosió ha estat una acció antròpica a nivell regional.

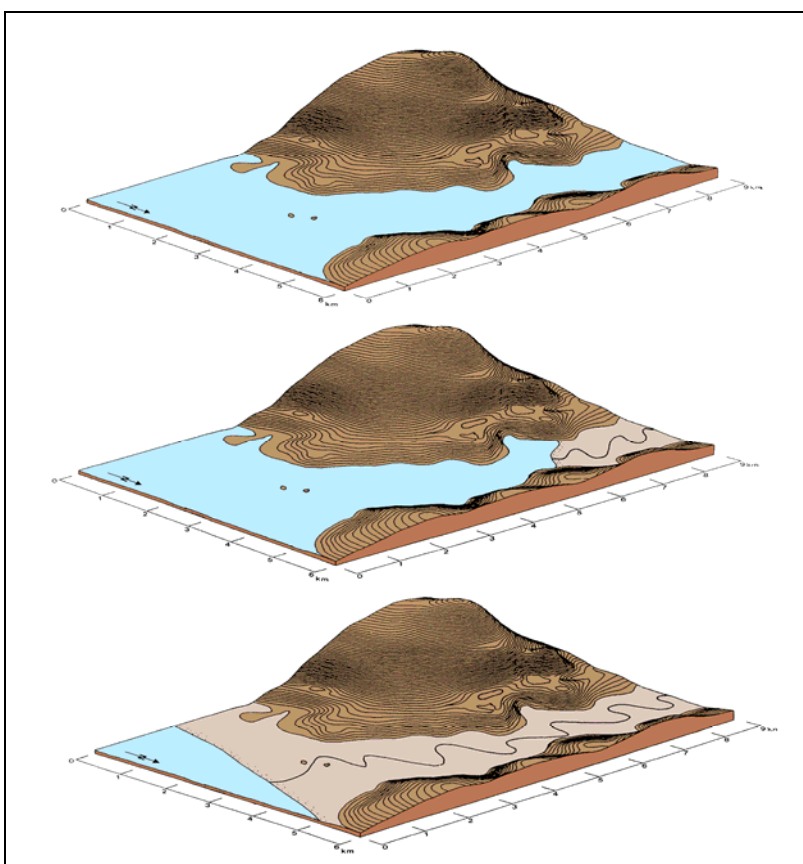


Fig. 13. Evolució de la desembocadura del riu Guadalhorce (Málaga). 6.000 BP a 2.800 BP (Adaptat de Hoffmann, G. 1988).

En la fig. 13, podem veure l'evolució de l'estuari del riu Guadalhorce (Málaga) fins a passar a la morfologia de delta, entre 6.000 BP i 2.800 BP (Hoffmann 1988). Els estudis arqueològics ens assenyalen que en les illes existents davant de la desembocadura hi havia un petit port i una colònia fenícia (aproximadament 800 BC - abans de Crist) i que van haver d'abandonar-les després de quasi un segle, per anar a instal·lar-se sobre la costa. Un dels motius podrien ser les avingudes produïdes per l'erosió de l'interior de la conca del Guadalhorce. En aquest moments, les illes i les restes de la colònia estan totalment reblertes pels sediments deltaics. Això ens portaria a pensar que les accions antròpiques, a nivell regional, haurien començat a ser importants a finals del Neolític (3000 BP), coincidint amb el moment del començament d'una nova etapa cultural, l'Edat del Ferro.

En el mateix sentit, si analitzem l'evolució de l'acumulació dels sediments en el delta de l'Ebre (fig. 14), poden interpretar-ho també com un reflex de l'acció antròpica a l'interior de la seva extensa conca. Existeixen diverses interpretacions de com era la situació original. Encara que consideren que es partia d'una forma d'estuari, els dubtes estarien en la superfície de sediment abans de l'època dels romans. Les hipòtesis més modernes atribueixen al delta una superfície important a l'Holocè superior (Somoza et al 1998, Canicio i Ibáñez 1999), però les cròniques de l'època en donen unes mides força més reduïdes.

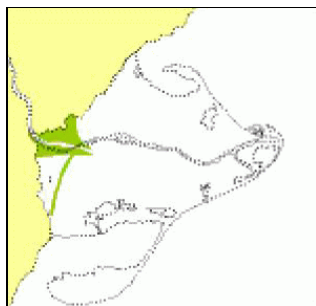


Fig. 14.1. Evolució del delta de l'Ebre. Adaptació dels dibuixos de Canicio & Ibáñez, 1999.

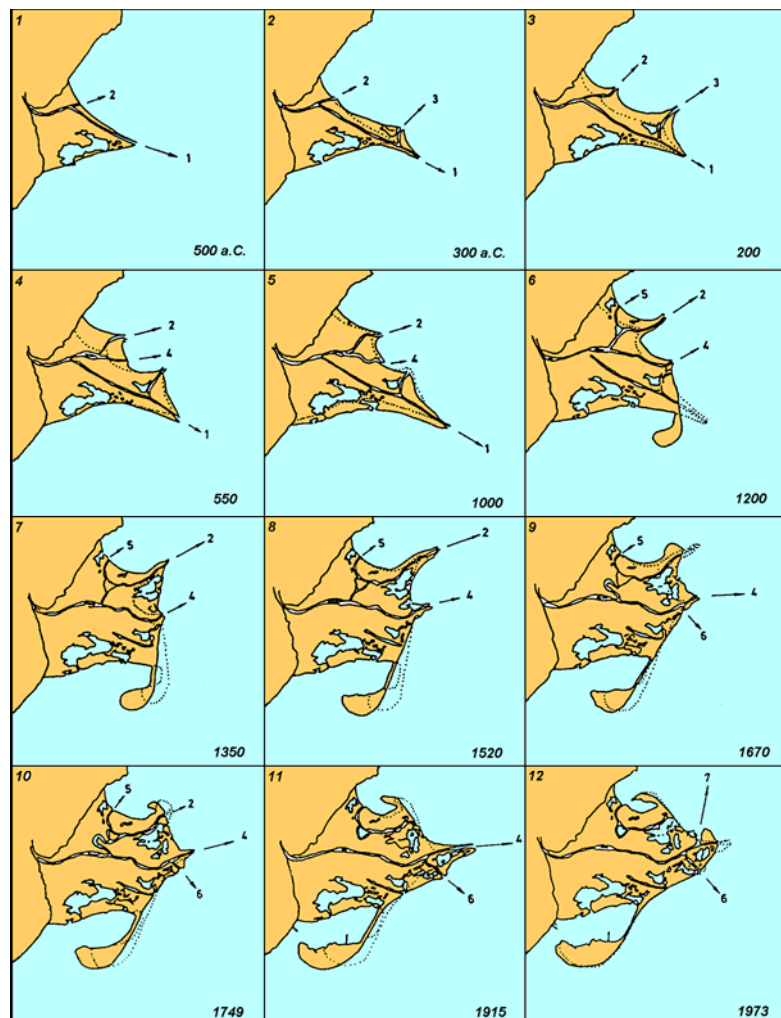


Fig. 14.2. Evolució del delta de l'Ebre. Adaptació dels dibuixos del informe de Iberinsa, 1992.

No serà fins els segles XIV i XV quan es produeix el màxim creixement del delta. Aquest creixement s'atribueix als sediments que arriben com a conseqüència de la desforestació de la seva conca hidrològica per tals massives; la causa estaria en la necessitat de fusta destinada a la construcció de vaixells, després del descobriment d'Amèrica.

*“Per a la integritat del medi ambient potser sigui més perillosa,  
que les pròpies amenaces estratègiques, la nostra manera de  
percebre-les. De fet, la major part de la gent es  
resisteix a acceptar l'extrema gravetat de la situació”*  
Al Gore

*“Pel que fa a les polítiques de canvi climàtic, la crua realitat és  
que cap país estarà disposat a sacrificar la seva economia per  
resoldre el problema”*  
Tony Blair

*“Eso del cambio climático es una mamarrachada que sólo se les  
podía ocurrir a los del premio Príncipe de Asturias”*  
F. Jiménez Losantos

## **ELS PAISATGES MEDITERRANIS I EL FUTUR**

### **Escenaris de futur. Realitats i incerteses**

El darrers informes del Panell Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC), ens confirmen que el clima de la Terra està canviant d'una manera que no té precedents històrics coneguts. Es tracta d'un fenomen a escala global, encara que es reflecteix, també, a escales locals i es revela d'especial importància pels territoris mediterranis. La causa més significativa dels canvis que es detecten té molt a veure amb les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle que emeten les activitats humanes.

S'han publicat diverses projeccions relatives a possibles escenaris de futur per les properes dècades, centrades en les dues variables climàtiques més significatives, la temperatura i la precipitació.

Malauradament, els models de previsió globals encara tenen una baixa resolució, la qual cosa genera un cert grau d'incertesa. Aquesta incertesa augmenta quan ens referim a territoris amb alta complexitat geogràfica i climàtica, com és el cas de la conca Mediterrània.

L'existència d'incerteses en les projeccions d'escenaris de futur no ens ha de fer oblidar les realitats de les observacions i coneixements científics actuals referits a les tendències climàtiques que s'observen.

Fent un esquema de les diverses projeccions sobre els escenaris climàtics de futur, per les properes dècades i a la península Ibèrica, podríem resumir:

### ***Temperatures:***

Fins el 2020. La temperatura mitjana anual tendirà a augmentar, tal com ja ho ha fet en els darrers anys i podria ser 0,5 °C més alta que la mitjana de finals del segle XX.

Fins el 2050. Els escenaris indiquen que la temperatura podria arribar a pujar fins gairebé 2 °C respecte de la de finals del segle XX.

Finals del segle XXI. La temperatura podria ser fins uns 4° o 5,5 °C més alta que la de finals del segle anterior. En els escenaris més desfavorables es considera la possibilitat d'arribar fins a 7°C d'increment, en territoris interiors.

Els augments de les temperatures serien més alts a l'estiu que a l'hivern i primavera. Pel que fa a la distribució espacial, els augments serien menys acusats a les zones litorals i en algunes zones de muntanya.

### ***Precipitacions:***

Fins el 2020. La precipitació podria disminuir lleugerament, menys d'un 10%. Però podria augmentar a l'estiu.

Fins el 2050. Les previsions de disminució global serien de fins el 10% del total anual. La distribució estacional i territorial d'aquestes disminucions és força incerta: diferents escenaris donen resultats diversos. Les disminucions afectarien, especialment, les pluges de primavera i tardor.

Finals del segle XXI. La precipitació total anual podria disminuir entre un 5% i un 15%. Els descensos de precipitació més importants serien a l'estiu; fins i tot amb reduccions de prop del 40% en les zones costaneres.

La tendència global de les precipitacions seria de disminució, especialment durant l'estiu i podrien augmentar a l'hivern. En les zones de muntanya, les reduccions de les precipitacions serien més moderades.

### ***Variabilitat climàtica temporal:***

En tots els escenaris climàtics es preveu un augment de la variabilitat interanual, tant pel que fa a les temperatures com a les precipitacions. També preveuen la tendència a l'augment del nombre de dies seguits sense precipitació, és a dir les sequeres.



Els models de previsió no mostren unanimitat sobre la possibilitat d'augment dels aiguats intensos; però si en l'increment de la freqüència i intensitat de les onades de calor.

### ***Incertesa:***

La diversitat dels resultats dels diferents models de previsió sobre els períodes i la magnitud de la variabilitat dels rangs estimats, planteja una important incertesa. Malgrat això, tot indica una uniformitat en les tendències principals que expressen els models sobre el canvi climàtic. Tenim l'esperança que les incerteses s'aniran reduint quan es tingui la possibilitat d'arribar a descriure escenaris més propers geogràficament o temporalment.

## **Els paisatges mediterranis en front un món en canvi**

Són molts els aspectes de la fisiologia i la dinàmica dels nostres paisatges que es veuran afectats si es confirmen les tendències de canvi climàtic que apunten els escenaris previstos. De tots els efectes possibles de les variacions climàtiques, comentar únicament les conseqüències que poden generar els canvis fenològics, algun dels efectes sobre els boscos i la interacció canvi climàtic-agricultura-paisatge.

### ***Canvis en la fenologia dels vegetals. Incidència sobre l'agricultura i sobre els paisatges naturals***

L'increment de la temperatura es reflecteix en la resposta fenològica de les plantes. L'augment progressiu de les temperatures i l'efecte sobre la floració dels vegetals cultivats o no, pot arribar a ser un dels efectes més insidiosos de tots els que podem preveure.

Les fases fenològiques (Gracia 2008) que tenen lloc a la primavera, com l'activació de les gemmes o la brotada de les fulles, resulten molt més sensibles a les variacions de temperatura mentre que les fases que tenen lloc a la tardor, com la caiguda de la fulla dels caducifolis, amb prou feines difereixen entre espècies (Gracia 2008). Els estudis sistemàtics de les xarxes de Jardins Fenològics i diversos treballs sobre la presència de pol·len a l'atmosfera posen de manifest la tendència a un allargament dels períodes vegetatius del vegetals.

### ***Canvi climàtic i agricultura***

L'augment del període vegetatiu i/o el desplaçament dels diferents episodis fenològics dels vegetals tindran conseqüències importants en agricultura i, en el pitjor de casos, pot obligar a l'abandó de determinats tipus de conreu, al canvi de les varietats cultivades o a incrementar la despesa de manteniment dels cultius.

Finalment, la productivitat agrícola es pot veure afectada per la conjunció de les variacions en la fenologia i la manca de recursos hídrics. De tot plegat en sortirà perjudicada la competitivitat econòmica del sector agrícola. Però aquest no és el tema

que voldria tractar directament. El que voldria considerar són les implicacions paisatgístiques dels efectes del canvi climàtic sobre l'agricultura.

Fins ara, començament del segle XXI, hem vist com l'agricultura ha abandonat grans zones que havien estat cultivades i s'ha orientat als sòls més fèrtils i productius. És evident que si les previsions de canvi climàtic es van confirmant, algunes de les zones de cultiu perdran qualitat o rendibilitat i, per tant, competitivitat.

Aquest és el cas que s'apunta ja en alguns conreus, per exemple en el de la vinya. Els canvis en la fenologia i les temperatures està produint uns canvis en la qualitat dels vins (que són menys apreciats ja que adquireixen molt més grau) que fa que siguin molt menys competitius en el mercat. Aquest fet, i unes previsions encara més negatives, han fet que els productors vinícoles posin els seus ulls en d'altres territoris. Territoris que, en un futur no massa llunyà, poden tenir les aptituds climàtiques per ser convenientment explotats. Moltes d'aquestes noves possibles zones de conreu són zones arbrades. Així, es podria començar un camí invers al recorregut fins ara, el de la posada en explotació d'antigues terres (sovint ja forestades) per convertir-les de nou en terres agrícoles.

### *Canvi climàtic i boscos*

L'allargament del període vegetatiu, associat principalment a l'increment de la temperatura, pot comportar un augment de l'aigua transpirada que s'afegeix a més evaporació potencial (Gracia 2008).

Estem parlant d'unes masses forestals, les mediterrànies, que, com hem vist anteriorment, solen tenir una productivitat de fusta molt baixa, que sovint no justifica la seva explotació comercial. Per tant les masses arbrades destinades a l'obtenció de fusta i ubicades en zones amb disponibilitat escassa d'aigua deixaran de tenir cap mena de rendibilitat.

Els boscos seminaturals, encara que a priori semblen tenir millors perspectives, també es veuran afectats per les variacions climàtiques. El tipus d'afectació serà tan variable com variables són les ubicacions en les que creixen actualment aquests boscos. Però hem de considerar tres aspectes: la substitució d'espècies, la pèrdua de biomassa i estructura, i finalment la disminució de la capacitat de recuperació dels sistemes.

Mentre disminueixi la disponibilitat hídrica, cal esperar un canvi en la composició de les masses forestals, amb la substitució de les espècies amb més requeriment hídric per d'altres més adaptades. De la mateixa manera, cal esperar una disminució de biomassa i de productivitat. De fet, és el que ja podem observar quan ens movem dins dels paisatges forestals mediterranis, seguint un gradient de disminució de les precipitacions totals anuals i d'augment de les temperatures mitjanes. En aquelles zones forestals properes al llinar amb els paisatges naturals arbustius, la substitució de formacions arbòries per formacions arbustives es podria convertir en un procés natural.

La capacitat i, sobre tot, la velocitat de recuperació de la vegetació després d'una pertorbació, té una forta relació amb la disponibilitat hídrica. Totes les hipòtesis de les conseqüències del canvi climàtic sobre la vegetació plantegen l'augment de pertorbacions importants, per exemple dels incendis. Gran part dels territoris ibèrics ja

tenen velocitats de recuperació de la vegetació força baixes, conseqüència de baixes disponibilitats hídriques, de sòls totalment esgotats o degradats, de la manca de masses de vegetació que aportin llavors per reiniciar els processos de colonització... En el paisatge ibèric és fàcil trobar grans extensions cobertes per formacions arbustives “fossilitzades”, de molt baixa biomassa i densitat, amb important erosió i que presenten escassa velocitat de recuperació. Aquest és el model de paisatge que caldria evitar.

### *No tot és el canvi climàtic*

Per finalitzar, voldria fer una darrera reflexió sobre les amenaces que afecten els nostres sistemes mediterranis i que no tenen, en aquest cas, un origen ambiental. Em refereixo a temes de Gestió que, de manera involuntària –o no- acaben produint uns efectes no desitjables sobre els sistemes mediterranis. Uns efectes que es produeixen amb molta rapidesa i, sovint, amb el segell d’assolir millores socials o econòmiques.

Ens pot servir com exemple el tema de la conservació de les deveses i la seva relació amb la producció de ramaderia ibèrica i les normatives europees i espanyoles (Vidal Maté 2010).

Per una part tenim una normativa europea que prohibeix, per raons sanitàries, el curat tradicional dels pernills en caves. Ara, el curat ha de ser en càmeres de condicions controlades, que –per tant- ja poden estar ubicades en qualsevol localitat. En segon lloc, tenim una normativa espanyola de l’any 2007 que, per tal d’evitar el frau en la cria del porc de raça ibèrica, estableix una regulació sobre el creuament de races, el tipus d’alimentació i les modalitats d’engreix, fins i tot permetent-lo en granges intensives. El resultat... en l’any 2007 hi havien uns 1,5-2 milions de caps i una producció de 3 milions de pernills i ara s’ha arribat a 3 milions de porcs “assimilats a ibèrics” i 8 milions de pernills. Tot això amb una demanda que pràcticament no augmenta i, com a conseqüència, es produeix un enfonsament dels preus en origen. Com a resultat indirecte de totes aquestes bones intencions administratives, quasi deixa de ser rendible la cria d’ibèrics en el camp i les deveses tradicionals estan en real perill d’abandó o de transformació en qualsevol altre ús. Finalment unes normes administratives poden fer més mal a les deveses que la “seca” de l’alzina glanera.

“*El món està ben girat*” com diu la cançó d’en Serrat, però no tenim raons per deixar d’actuar. No hi hauria d’haver cabuda pel pessimisme ambiental, si per a la gestió correcta de la Natura. La conservació d’un sistema com el mediterrani, tant ric i divers i que tenim la sort que fa d’escenari de la nostra vida, s’ho mereix.

JM. Roure. Novembre de 2011

## Bibliografía

- Alley R, Mayewski P, Sowers T, Stuiver M, Taylor K & Clark P (1997) Holocene climatic instability: A prominent, widespread event 8200 yr ago. *Geology* 25: 483-486.
- Archbold OW (1995) *Ecology of World Vegetation*. New York, NY: Chapman and Hall.
- Aschmann H (1973a) Man's impact on the several regions with Mediterranean climates. In: F. di Castri et H.A. Mooney (éds), *Mediterranean type ecosystems, origin and structures*, Vol. 7, pp 363-371, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Aschmann H (1973b) Distribution and peculiarity of Mediterranean ecosystems. In: F. di Castri et H.A. Mooney (éds), *Mediterranean type ecosystems, origin and structures*, Vol. 7, pp 11-19, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- Cacho I (2010) Els climes de Catalunya. El passat *2n Informe sobre El canvi climàtic a Catalunya*. IEC
- Canicio A & Ibáñez C (1999) The Holocene Evolution of the Ebre Delta. Catalonia. Spain. *Acta Geographica Sinica*. 54 (5): 462-469.
- Carrión JS, Munuera M, Navarro C & Sáez F (2000) Paleoclimas e historia de la vegetación cuaternaria en España a través del análisis polínico. Viejas falacias y nuevos paradigmas. *Complutum*, 11: 115-142.
- Carrión JS, Yll EI, Walker MJ, Legaz A, Chaín C & López A (2003) Glacial refugia of temperate, Mediterranean and Ibero-North African flora in southeastern Spain: new evidence from cave pollen at two Neanderthal man sites. *Global Ecology and Biogeography*, 12: 119-129
- Costa M, Morla C & Sainz H (1998) *Los bosques de la Península Ibérica. Una interpretación geobotánica*. Geoplaneta, Barcelona.
- Di Castri F (1973) Climatographical comparisons between Chile and the western coast of North America. In: di Castri et H.A. Mooney (éds), *Mediterranean type ecosystems, origin and structures*, Vol. 7, pp. 21-36, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- Di Castri F (1981) Mediterranean-type shrublands of the world. pp. 1-52. In: Di Castri, F., Goodall (, D.W. & Specht, R.L (eds), *Mediterranean-type shrublands*. Elsevier, Amsterdam.
- Emberger L, Gaussen H & De Phillippis W (1963) *Carte bioclimatique de la région méditerranéenne*. U.N.E.S.C.O. Paris.
- Gallardo A (2009) Ciclos de nutrientes y procesos edáficos en los ecosistemas terrestres: especificidades del caso mediterráneo y sus implicaciones para las relaciones suelo-planta. *Ecosistemas* 18(2):4-19.
- González-Sampéiz P, Utrilla P & Mazo C (2009) Patterns of human occupation during the early Holocene in the Central Ebro Basin (NE Spain) in response to the 8.2 ka climatic event. *Quaternary Research*, 71, p. 121.
- Gottman J (1979) *A Geography of Europe*. 588 p., New York, Holt, Rinehart and Wiston.
- Gracia, C (2008) Els boscos ibèrics davant del canvi climàtic. *L'Atzavara*, 16: 39-52.
- Gracia CA, Sabaté S, López BI & Sánchez A (2001) Presente y futuro del bosque mediterráneo: balance de carbono, gestión y cambio global. Publicación del Simposium de la SEET. Granada.
- Gracia CA, Sabaté S & Sánchez A (2002) El cambio climático y la reducción de la reserva de agua en el bosque mediterráneo. *Ecosistemas* 2002/2.

- Grove AT & Rackham O (2001) *The nature of Mediterranean Europe. An ecological history*. Yale University Press, New Haven.
- Groves RH & DiCatri F (1991) *Biogeography of Mediterranean Invasions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Harrison SP & Digerfeldt G (1993) European lakes as palaeohydrological and palaeoclimatic indicators. *Quaternary Science Reviews* 12: 233–248.
- Hoffmann G (1988) *Holozänstratigraphie Und Küstenlinienverlagerung An Der Andalusischen Mittelmeerküste* Berichte, Fachbereich Geowissenschaften, Univ. Bremen
- Ibañez C, Day JW, Canicio A, Prat N & Curcó A (1995) The Ebro Delta, Spain: Water and sediment management in the context of relative sea level rise. *Medcoast* 95, Middle East Tech. University, Ankara.
- Ibañez C, Prat N, Canicio A & Curcó A (1999) *El delta del Ebro, un sistema amenazado*. Bilbao, Bakeaz
- Iberinsa (1992) *Estudio geofísico de la costa de Vizcaya*. Servicio de Proyectos y Obras. Dirección General de Costas. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid.
- Jalut G, Esteban Amat A, Bonnet L, Gauquelin T & Fontugne M (2000) Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160: 255–290
- Kier G, Mutke J, Dinerstein E, Ricketts TH, Küper W, Kreft H & Barthlott W (2005) The present the first global map of vascular plant species richness by Conservation Science Program, ecoregion and compare these results with the published literature on global WWF-US, Washington, DC, USA priorities for plant conservation. Global patterns of plant diversity and floristic knowledge *Journal of Biogeography* 32: 1107–1116. Special.
- Köppen W (1923) *Die Klimate der Erde De Gruyter*, Berlin, Leipzig.
- Maldonado J, Benito M, Sánchez RA & Sáinz H (2002) Evolución reciente de las áreas de los bosques esclerófilos ibéricos. Cambios deducidos a partir de la cartografía forestal. Páginas: 217-236 En: J. Charco, edit. *La regeneración natural del bosque mediterráneo en la Península Ibérica*. ARBA-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Martrat B, Grimalt JO, Lopez-Martinez C, Cacho I, Sierro FJ, Flores JA, Zahn R, Canals M, Curtis JH & Hodell DA (2004) Abrupt Temperature Changes in the Western Mediterranean over the Past 250,000 Years. *Science* 3 Vol. 306 no. 5702 pp. 1762-1765
- Médail F & Quézel P (1997) Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84: 12-127.
- Melillo JM, McGuire AD, Kicklighter DW, Moore B, Vorosmarty CJ, Schloss AL (1993) Global Climate-Change And Terrestrial Net Primary Production. *Nature* 363(6426):234-240.
- Mesa-Jimenez S (2002) Historia de los bosques de la Península Ibérica. Páginas: 153-169 En: J. Charco, edit. *La regeneración natural del bosque mediterráneo en la Península Ibérica*. ARBA-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Moreno-Sáiz JC (2011) La diversidad florística vascular española *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2ª ép., 9, 2011
- Mutke J & Barthlott W (2005) Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. *Biol. Skr.* 55: 521-531.
- Naveh Z & Dan J (1973) The human degradation of Mediterranean landscapes in Israel. pp. 373-390. In: Di Castri F. & Mooney, H.A. (eds), *Mediterranean type ecosystems: Origin and structure*. Springer-Verlag, New-York.

- Naveh Z & Lieberman A (1994) *Landscape Ecology theory and application*. 2nd Edition. Springer-Verlag, New-York.
- Peñuelas J, Filella I, Estiarte M, Ogaya R, Llusà J, Sardans J, Jump A, Garbulsky M, Carrillo B, Stefanescu C, Lloret F & Terradas J (2008) El canvi climàtic altera i alterarà la vida als ecosistemes terrestres catalans. *L'Atzavara*, 16: 13-28.
- Pérez-Obiol R & Julià R (1994) Climatic Change on the Iberian Peninsula Recorded in a 30,000-Yr Pollen Record from Lake Banyoles. *Quaternary Research*, 41: 91.
- Pérez-Obiol R, Jalut G, Julià R, Pèlach A, Iriarte MJ, Otto T & Hernández-Beloqui B (2011) Mid-Holocene vegetation and climatic history of the Iberian Peninsula. *The Holocene* 21(1): 75–93
- Pidwirny M (2006). "Primary Productivity of Plants". *Fundamentals of Physical Geography*, 2nd Edition. Date Viewed.
- Pons A & Suc JP (1980) Lés témoignages de structures de végétation Méditerranéennes dan le passé antérieur à l'action de l'home. *Natur. Monsp.* HS 69-78
- Roure JM 1990 Origen de la flora mediterrànea. Evolución del paisaje vegetal en Cataluña en los últimos 20.000 años. En A. Ruiz i M. Santos. *Temas actuales de Biología Evolutiva*. Publicaciones de la Universitat Autònoma de Barcelona. Pp 145-159.
- SECF (2010) Informe de la SECF Sociedad Española de Ciencias Forestales. *Situación de los Bosques y del Sector Forestal en España*. Pontevedra
- Salvador L, Alía R, Agúndez D & Gil L (2000) Genetic variation and migration pathways of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait) in the Iberian Peninsula. *Theoretical and Applied Genetics* 100: 89-95.
- Simón JC (1994) La flora vascular española: diversidad y conservación. *Ecología*, 8: 203-225
- Somoza L, Barnolas A, Arasa A, Maestro A, Rees JG & Hernández-Molina FJ (1998) Architectural stacking patterns of the Ebro delta controlled by Holocene high-frequency eustatic fluctuations delta-lobe switching and subsidence processes. *Sedimentary Geology* 117: 11-32.
- Vidal Maté (2010) El ibérico metió la pata. *El país* 19/12/2010
- Vilà M, García-Berthou E, Sol D & Pino J (2001) Survey of the naturalised plants and vertebrates in peninsular Spain. *Ecologia Mediterranea*, 27, 55–67.
- Vila M & al., 2004. *Impacts of plant invasion on species diversity in Mediterranean islands*. Proc. 10th MEDECOS Conference, Rhodes, Greece.
- Vilà M, Tessier M, Suehs CM, Brundu G, Carta L, Galanidis A. (2006). Local and regional assessment of the impacts of plant invaders on vegetation structure and soil properties of Mediterranean islands. *J. Biogeogr.*, 33, 853–861.
- Valladares F (2004) *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Páginas 13-25. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid. ISBN: 84-8014-552-8.
- Valdés B, Talavera S & Galiano EF (editors) (1987). *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. 3 vols. Ketres, Barcelona.
- Walker M, Johnsen SJ, Rasmussen SO (2009) Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. *Journal of Quaternary Science*, 24, p. 3-17.
- Zohary D (1969) The progenitors of wheat and barley in relation to domestication and agricultural dispersal in the old world. In: Uko PJ et Dimpley GW (Eds.) *The domestication of plants and animals*, pp. 47-66, Aldine, Chicago, Illinois.

## **Joan Maria Roure i Nolla**

Nascut a Barcelona, 1947

### **Estudis:**

- Llicenciatura en Ciències Biològiques. Universitat de Barcelona
- Doctorat en Biologia. Universitat Autònoma de Barcelona

### **Llocs ocupats:**

- Any 1973 - Becari d'investigació FPI. Universitat Autònoma de Barcelona
- Any 1993 - Catedràtic d'Universitat. Universitat Autònoma de Barcelona
- Any 2011 - S'acull al Pla d'Emeritatge de la UAB

### **Línies de treball:**

#### *Aerobiologia*

- Estudis de la dinàmica atmosfèrica a Catalunya, Espanya i Xile
- Participa en la creació de la XAC. Xarxa Aerobiològica de Catalunya

#### *Paleopalinologia*

- Estudis sobre la història de la vegetació de la mediterrània
- Treballs sobre dinàmica històrica de la vegetació a Catalunya, Balears i Almeria

#### *Modelització climàtica i de la vegetació*

- Atles climàtics digitals de Catalunya i de la península Ibèrica
- Aplicacions a la bioclimatologia i a l'estudi de la distribució dels vegetals





