

**EVOLUCIÓ DEL PAISATGE VEGETAL HOLOCÈ
AL PLA DE BARCELONA,
A PARTIR DE LES DADES POL·LÍNIQUES**

TESI DOCTORAL

Presentada per
Santiago Riera i Mora

Octubre de 1994

Dirigida per:

Dra. Maria de Bolòs i Capdevila

Dr. Josep Maria Gurt i Esparraguera

**Programa de Doctorat 912: Economia i Societat en el Món Antic.
Bienni 1989-1991.**

**Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia.
Facultat de Geografia i Història. Universitat de Barcelona.**

IX. ECOLOGIA DE SISTEMES VEGETALS TERRESTRES. FASES DE PERTORBACIÓ I DE REGENERACIÓ: ELS INCENDIS

IX.1. INTRODUCCIÓ A LA PERTORBACIÓ EN SISTEMES VEGETALS TERRESTRES

Tradicionalment, en teoria ecològica, les pertorbacions han estat considerades com un fenomen inusual, causa de canvis més o menys sobtats en les comunitats naturals i que provoquen el seu allunyament d'un estadi d'equilibri (SOUSA, 1984). Aquesta concepció es basava en el principi de l'existència d'una situació de clímax, que correspondria a l'etapa final d'un procés de successió, i en la qual la vegetació seria estable, trobant-se en una situació d'equilibri amb determinades condicions ambientals, principalment climàtiques (TERRADAS, 1987b). Tanmateix, el concepte de clímax ha estat reiteradament criticat en el marc de l'ecologia, aduint que les comunitats vegetals naturals són temporalment dinàmiques -ja que no assoleixen un estadi d'equilibri a escala local- i espacialment heterogènies, en tant que existeixen discontinuïtats en la distribució de les poblacions (SOUSA, 1984).

En aquesta línia, J. Terradas (1987b) ha definit una pertorbació com:

"aquelles accions exercides sobre un ecosistema per un agent extern, no controlat pel sistema, i que determina un canvi observable en la seva estructura o en el seu funcionament" (TERRADAS, 1987b, p. 20)

Aquest mateix autor insisteix en el fet que els ecosistemes estan reiteradament

sotmesos a pertorbacions -tant d'origen natural com antròpic- i que són aquestes les que causen l'heterogeneïtat espacial i temporal en l'estructura i dinàmica de la comunitat.

La incidència d'una pertorbació en un ecosistema depèn principalment de dos factors, a saber, la intensitat de la pertorbació i les pròpies característiques del sistema -vulnerabilitat, etc. (SOUSA, 1984)-.

Per a l'estudi que proposem realitzar, ens interessa retenir, per la seva aplicació potencial, el concepte de *règim de pertorbació* en sistemes forestals, entenent-lo com la pauta de mortalitat dels arbres dominants en una comunitat. Aquest nou paràmetre permet calcular taxes de pertorbació, que en últim terme determinaran les característiques del propi ecosistema (Runkle, a TERRADAS, 1987b).

El règim de pertorbació en un determinat sistema, depèn dels següents paràmetres (SOUSA, 1984):

- a. Mida de l'àrea afectada.
- b. Magnitud: agrupa la intensitat i la severitat o mesura del dany causat per la pertorbació.
- c. Freqüència o nombre de pertorbacions per unitat de temps.
- d. Predicibilitat o variància respecte a la mitjana dels temps de pertorbació.
- e. Taxa o període de renovació. Temps emprat en la pertorbació de tota l'àrea considerada.

En el marc dels sistemes terrestres mediterranis, han estat diferenciats dos tipus de successió (RIBA & TERRADAS, 1987). En la *successió primària*, la pertorbació ha provocat una destrucció total de la vegetació que es desenvolupava en una àrea. En aquest

cas, la successió significa un procés de substitució en el temps d'unes comunitats vegetals per unes altres, amb una etapa inicial d'espècies colonitzadores. Segons R. Margalef (1986), a mesura que avança la successió s'incrementa la complexitat estructural de l'ecosistema, augmentant, per tant, la seva diversitat, procés observable, també, en sistemes vegetals terrestres (BARBERO *et al.*, 1987a). Alguns autors han demostrat, però, que el moment de màxima diversitat en una comunitat vegetal es produeix en situacions intermèdies de pertorbació (SOUSA, 1984).

Un exemple d'aquesta successió primària seria la recuperació d'un camp de conreu abandonat (MASALLES & VIGO, 1987). A la figura III.10 es mostren les sèries de vegetació regressives i successives de l'alzinar litoral, de la roureda de roure valencià i de la màquia de garric i margalló, al Pla de Barcelona (BOLÒS, 1962).

Per a l'interès que pot tenir en la interpretació de les seqüències pol·líniques estudiades, citem alguns exemples, si bé no de forma sistemàtica, sobre el temps necessari per a l'instal·lació d'algunes comunitats en medis mediterranis (MASALLES & VIGO, 1987). Així, s'ha observat que, per a la colonització de camps abandonats per part de comunitats herbàcies, es requereix un període entre 2 i 10 anys, la instal·lació d'una brolla - romaní, estepes, etc. - amb pins requereix entre 20 i 50 anys, mentre que un mínim de 50 anys són necessaris per a la constitució d'un alzinar. Altres autors han aportat dades d'uns 40/50 anys per al desenvolupament d'arbusts rebrotadors -*Phillyrea media*, per exemple- i de 100/150 anys per a la instal·lació de l'alzinar i de la roureda seca (BARBERO *et al.*, 1987a).

D'altra banda, en medis mediterranis, es pot produir un procés d'*autosuccessió*, corresponent al model de *composició florística inicial* (TRABAUD, 1987; TERRADAS, 1987b).

En aquest segon procés, els individus no són eliminats totalment de l'àrea on s'ha produït la perturbació, per la qual cosa existeix una *base històrica* a l'iniciar-se la regeneració posterior (TRABAUD, 1987, 1993; RIBA & TERRADAS, 1987). El procés de regeneració no comporta la penetració a l'àrea de noves comunitats vegetals, sinó que aquesta es realitza a partir de les espècies que ja hi eren presents. Es considera un procés endògen de regeneració directa (TRABAUD, 1987). En l'autosuccessió, doncs, no es produeixen canvis qualitius -florístics ni de comunitats vegetals- com succeïa en la successió primària, sinó que els canvis són principalment quantitius -variacions en l'abundància relativa dels individus de cada espècie (TRABAUD, 1987; RIBA & TERRADAS, 1987)-. Així, per exemple, el 87% de les espècies que existien en una àrea abans d'una perturbació són de nou presents cinc mesos després que s'iniciés la regeneració (FRANQUESA, 1987).

El procés d'autosuccessió permet una regeneració força ràpida -més que en els processos de successió primària-, ja que la majoria d'espècies vegetals que trobem en les comunitats on es produeixen aquests processos, són rebrotadores.

Del que portem dit fins a aquest moment, podem deduir correctament que la diversitat específica en la dinàmica d'autosuccessió presentarà escasses variacions. Tanmateix, s'ha assenyalat que sí es produeix un cert augment en el nombre d'espècies, entre els 2 i 5 anys posteriors a la perturbació, degut a l'entrada d'algunes espècies forànies en el si de la comunitat perturbada, si bé desapareixen amb certa rapidesa (TRABAUD, 1987; TRABAUD & PAPIÓ, 1987). Aquest procés d'increment de la diversitat és més notable en les comunitats arbòries sobre sòls silícis que sobre màquies calcícoles (TRABAUD, 1993). Tanmateix, cal insistir que aquest no es tracta d'un procés de successió comú, ja que no es produeixen canvis de comunitats vegetals (TRABAUD, 1987).

Un dels exemples més clars i comuns d'autosuccessió, seria un incendi en una zona

de màquia, brolla, pineda o alzinar (TERRADAS, 1987).

Com a esquema general, en un primer moment del procés d'autosuccessió, es desenvolupen les espècies herbàcies i semi-arbustives germinadores, si bé a la llarga, les espècies rebrotadores arbustives i arbòries acaben dominant (RIBA & TERRADAS, 1987), malgrat que els models canviïn segons sigui el tipus de comunitat que hagi patit la pertorbació.

Així, en zones de màquia de *Quercus-Lentiscetum* i brolles associades, alterades pel foc, C. Papió (1988) ha diferenciat entre:

a. Espècies de brotació immediata, que es desenvolupen en els primers mesos posteriors a la pertorbació. Alguns exemples d'aquest grup són *Pistacia lentiscus* i *Daphne gnidium*, així com algunes espècies herbàcies. Per l'interès que per a nosaltres tindrà, cal tenir present que *Pistacia lentiscus* floreix -és a dir, produeix pol·len, que és el que queda reflectit als diagrames pol·línics- al cap de dos anys de l'incendi.

b. Espècies de brotació prolongada, que es desenvolupen entre 6 i 12 mesos amb posterioritat a l'incendi. *Quercus coccifera*, *Erica multiflora* i algunes gramínies - *Brachypodium retusum*, *B. phoenicoides*- configuren aquest grup.

c. Espècies germinadores-rebrotadores que es desenvolupen de forma espectacular durant els primers mesos, com *Cistus salviifolius*, *Chamaerops humilis* i *Ampelodesma mauritanica*.

d. Espècies germinadores, que presenten un augment brusc de densitat retardat respecte a les espècies anteriors, entre 8 i 18 mesos posteriorment a l'incendi. Alguns exemples són: *Pinus halepensis*, *Cistus* sp. i *Rosmarinus officinalis*. Tanmateix, la capacitat de reproducció de *Cistus* s'inicia al cap de dos anys i la de *Pinus halepensis*, al cap de 10

a 20 anys (BARBERO *et al.*, 1987b).

e. Espècies de restabliment lent, com *Juniperus phoenicea*, que reapareix posteriorment als 4 anys.

f. Geòfits i espècies efímeres, molt desenvolupades a inicis del procés d'autosuccessió, però amb escassa importància en la regeneració de la màquia.

Les brolies silícòles d'estepa i bruc boal mostren un procés lleugerament diferenciat de l'anterior (CUCÓ, 1987; FRANQUESA, 1987). Ací s'aprecia una primera fase amb un fort desenvolupament de *Cistus* sp., *Lamiaceae* i algunes gramínies, amb un domini posterior del bruc, regenerat per rebrot, i, en darrer terme, de *Pinus halepensis*, a partir dels 15 anys (CUCÓ, 1987). Tanmateix, al sector del Cap de Creus, T. Franquesa (1987) ha ressaltat que els processos poden ser més o menys paral·lels, amb un desenvolupament d'herbàcies i rebrotadores en aquelles zones on ja existien, i de germinadores, com *Cistus* sp. i *Euphorbia* sp., en aquells espais buits, si bé aquests darrers gèneres presenten un cert retard respecte al primer grup de taxons.

Per la importància que pot tenir en la interpretació dels diagrames pol·línics, en tant que pot permetre inferir la freqüència de les perturbacions -principalment incendis-, volem resumir algunes dades que es disposa en l'actualitat sobre la resistència al foc de diverses espècies mediterrànies. Així, espècies com *Quercus coccifera*, *Q. ilex*, *Q. humilis* i *Phillyrea media* presenten una important resistència al foc, inclús en altes freqüències. *Pistacia lentiscus* i *Phillyrea angustifolia* presenten menys resistència al foc, i, si aquest es produeix amb una freqüència superior als 3 anys, tendeixen a reuir-se. D'altra banda, *Cistus* sp., *Juniperus* sp., per exemple, són més sensibles al foc, desapareixent si aquest té una freqüència d'entre 3 i 6 anys (TRABAUD, 1992).

IX.2. VALORACIÓ SOBRE DIVERSES VARIABLES ÚTILS EN LA INTERPRETACIÓ DELS DIAGRAMES POL.LÍNICS

IX.2.1. AP COM A INDICADOR DEL RECOBRIMENT FORESTAL

Des dels primers moments de l'elaboració de diagrames pol.línics, s'ha utilitzat el paràmetre AP -suma dels valors de taxons arboris-, en contraposició al de NAP -suma dels valors de taxons no arboris-, com un indicador de la taxa de recobriment forestal.

Donat que en les nostres latituds, les pertorbacions en medis naturals es tradueixen, en la majoria de casos, en un descens de la superfície o densitat de la massa forestal, creiem oportú fer una ràpida valoració sobre el paràmetre AP, en tant que les seves oscil·lacions podrien aportar un primer criteri per a la identificació de possibles fases de pertorbació.

En aquest sentit, J. Heim (1970) demostrà l'existència d'una relació entre el valor AP i la densitat i extensió de les masses forestals. Així, posà en evidència que els valors d'AP són més alts en zones forestades -sempre superiors al 50%- que en zones no forestades -valors inferiors al 40%-. En aquelles àrees forestals que havien patit aclariments, aquest autor pogué, també, constatar que els valors d'AP descendien a mesura que els aclariments s'estenien i, per tant, el front del bosc s'allunyava respecte al punt de mostreig.

Tanmateix si bé en mostres actuals existia una correlació directa entre AP i el grau de recobriment forestal, J. Heim assenyalava, molt encertadament que, en el cas de registres fòssils, a més de les oscil·lacions de la corba AP, és imprescindible tenir en compte la presència de taxons heliòfils per a identificar una fase de desforestació-pertorbació.

Posteriorment, en estudis sobre mostres pol·líniques actuals realitzats en àrees més mediterrànies, H. Triat-Laval (1978) assenyalà que la significació del paràmetre AP és força

imprecisa i que únicament els valors superiors al 80% permeten parlar de zona forestada, mentre que aquells inferiors al 20% posen de manifest una àrea desforestada. Els valors compresos entre aquests dos líndars, corresponen a situacions paisatgístiques molt diverses, sense que sigui possible establir el grau de recobriment forestal.

Davant el "pessimisme" manifestat per l'anterior autora, en estudis realitzats al Mediterrani oriental, S. Bottema & H. Woldring (1990) han destacat que la relació AP/NAP dona una idea sobre l'extensió i densitat del bosc, si bé aquesta és força imprecisa. Tanmateix, afirmen que en zones mitjanament i altament desforestades, els valors d'AP descendeixen.

Si bé fer una revisió exhaustiva de tots els estudis realitzats allargaria innecessàriament la discussió, a partir del conjunt de dades presentades creiem poder afirmar l'existència, a grans trets, d'una relació directa entre els valors d'AP dels espectres pol·línics i la taxa de recobriment forestal. Nogensmenys, en la nostra àrea d'estudi caldria fer una sèrie de matisacions:

a. - El tipus de comunitat forestal dominant determina, en últim terme, el grau de relació entre el paràmetre AP i la taxa de recobriment forestal. Així, en algunes àrees on els boscos de *Quercus* són dominants, com al nord del Pla de Barcelona, on es localitza el diagrama BES, les oscil·lacions d'AP tindran, com veurem posteriorment, un valor com a indicadores de perturbacions del bosc, mentre que al sud de la citada plana (diagrames de CUB i MBA) l'important paper jugat per *Pinus* dificulta l'establiment d'aquesta relació degut, principalment, a dos factors: en primer lloc, els espectres pol·línics actuals posen de manifest que en les comunitats de *Quercus-Lentiscetum*, on existeixen alguns peus aïllats de *Pinus halepensis*, AP pot assolir valors d'entre el 75 i 90% (dins els quals el 65-75%

correspon a pol·len de pi- malgrat la taxa de recobriment forestal sigui força baixa (PÉREZ & ROURE, 1985). Aquest fet és conseqüència de l'elevada capacitat de producció i dispersió dels grans de pol·len de *Pinus*, a més de la bona circulació dels grans al tractar-se d'individus aïllats. Com a conseqüència d'això, les pertorbacions produïdes en el si de pinedes deixen un escàs reflex en els espectres pol·línics percentuals (BOTTEMA & WOLDRING, 1990). En segon lloc, en els diagrames de CUB i MBA, es pot observar com, durant les fases que hem considerat de pertorbació, es produeix sovint un increment percentual de *Pinus* que, contràriament al que podríem esperar, fa créixer els valors d'AP. Aquest fet pot tenir diverses explicacions. D'una banda, hem de considerar la possibilitat d'un artefacte estadístic inherent als valors relatius -el descens d'alguns taxons provoca el creixement dels altres (v. cap. VI.6.1). D'altra banda, però, *Pinus* pot presentar un creixement real com a espècie de substitució amb posterioritat a algunes pertorbacions. Per últim, en el cas que la xarxa de mostreig no fos prou densa com per a enregistrar fases de molt curta durada -en el cas que entre mostres existís, per exemple, un lapse de temps superior als 15 anys-, el moment inicial, en que *Pinus* també hauria patit la pertorbació, no hauria quedat reflectida al diagrama pol·línic.

b.- Com a solució a alguns dels problemes plantejats anteriorment, alguns autors han exposat l'interès de recórrer al paràmetre AP de C.P., com a un indicador més fiable de la taxa real de recobriment forestal i que no presenta els problemes inherents als percentatges, anteriorment citats. Com ha estat exposat (v. cap. VI.6.2.), només ha estat possible usar els valors de C.P. en aquells sondatges que presenten una relativa homogeneïtat sedimentològica: CUB i MTR.

Posant com a exemple el sondatge CUB (Fig. IX.1), podem observar, en primer lloc, com en alguns trams -punts indicats amb les lletres a, b, c, d, l, m, t, etc.- existeix una certa

correlació entre valors relatius i de C.P. En d'altres casos, les crescudes percentuals de *Pinus* en moments de reducció del bosc de *Quercus*, no són més que un artefacte estadístic -lletres e, g, etc. (Fig. IX.1)-, mentre que alguns increments de *Pinus* es produeixen tant en percentatges com en C.P. -lletres f, h (Fig. IX.1)-. Respecte als valors d'AP, podem constatar que les fases considerades de pertorbació estan relacionades, en la majoria de casos, amb reducció dels valors d'AP en C.P. -lletres i, j, k, etc.-, mentre que la relació amb la reducció de valors relatius és menys evident -lletres l, m, etc.-.

c.- Al sector sud de l'àrea d'estudi, es desenvolupen també comunitats de màquia -*Quercus-Lentiscetum*-, que podem considerar una comunitat natural o potencial del sector, i que està formada, principalment, per vegetació arbustiva. Hem de tenir present, doncs, que en aquestes àrees les pertorbacions podrien provocar oscil·lacions no tan sols de la corba d'AP, sinó també de la d'arbusts.

d.- En aquestes zones mediterrànies de contacte entre vegetació boreomediterrània i austromediterrània, existeix la impossibilitat de poder determinar amb major precisió alguns taxons de gran importància en l'estudi de pertorbacions. Aquest seria el cas, per exemple, de les espècies *Quercus ilex* i *Quercus coccifera*, que tenen un significat força diferent en les sèries regressives de l'alzinar, però que llurs grans de pol·len no poden ser diferenciats en l'actualitat.

IX.2.2. CÀLCUL I SIGNIFICAT DE LA DIVERSITAT EN SEQUÈNCIES POL·LÍNIQUES FÒSSILS

Ha estat exposat en el primer punt del present capítol, com la diversitat està intrínsecament associada a les condicions d'estructuració, pertorbació, etc., d'un ecosistema.

A l'hora de plantejar la possibilitat de quantificar la diversitat dels sistemes vegetals terrestres, a partir de seqüències pol·líniques fòssils, cal fer prèviament una sèrie de valoracions.

En primer lloc, és imprescindible saber si existeix una relació entre la diversitat d'espècies d'una comunitat vegetal actual i la diversitat taxonòmica del seu espectre pol·línic. En aquest sentit, els estudis realitzats per H.J.B. Birks (1973), ja van posar de manifest l'existència d'un alt grau de correlació ($r^2=0.91$) entre els paràmetres tot just citats. Més recentment, B. Odgaard (1992a) ha corroborat aquesta relació entre diversitat pol·línica i florística, però matisant que a partir d'un determinat llindar l'augment d'espècies vegetals no té una traducció en un increment dels tipus pol·línics.

En segon lloc, cal entendre què reflecteixen realment els valors de diversitat d'un diagrama pol·línic fòssil. En aquest sentit, ja l'any 1973, P.D. Moore, en un dels treballs que aplicaven per primer cop índexs de diversitat en registres pol·línics fòssils, assenyalava que els valors de diversitat obtinguts expressaven, d'una banda, un increment real de la diversitat florística, si bé també poden ser el reflex d'una millor difusió pol·línica, conseqüència de l'aclariment de la cobertura arbòria (MOORE, 1973). Posteriorment, la significació d'aquestes corbes de diversitat ha estat més àmpliament estudiada per H.J.B. Birks i J.M. Line (1980). Aquests dos autors opinen que la diversitat en diagrames pol·línics fòssils està influïda per les pròpies característiques físiques de la conca de recepció -depenent dels tipus de cursos d'aigua que hi arriben, de la morfologia de la conca, dels processos de ressedimentació, etc.-, així com per la diferent capacitat de producció i dispersió pol·líniques de les diverses espècies vegetals. Tanmateix, afirmen que, en darrer terme, el factor determinant de l'augment de la diversitat pol·línica és l'increment de la riquesa florística en les diverses comunitats vegetals que configuren l'àrea font pol·línica, però també, i molt

especialment, del grau d'estructuració en mosaic del paisatge vegetal (ODGAARD, 1989; BIRKS & LINE, 1993).

En tercer lloc, és important el tipus d'índex usat per a portar a terme la quantificació de la diversitat.

Diversos autors han usat el nombre total de taxons (T) com a un índex de diversitat en diagrames pol·línics (BOTTEMA, 1982). Tanmateix, aquest valor depèn en gran mesura del nombre de taxons comptats en cada mostra, que normalment oscil·la de forma notable. Per tal d'evitar aquest problema, B. Odgaard (1989) opta per usar el valor T comptant sempre el mateix nombre de grans de pol·len en cada mostra.

Davant d'aquesta problemàtica, nosaltres hem optat per l'aplicació d'índexs usats actualment en ecologia (MARGALEF, 1986) i aplicats ja per alguns estudiosos en palinologia fòssil.

Les figures IX.2 i IX.3 mostren diverses corbes de diversitat calculades als diagrames de Cubelles i Besòs. A més dels valors bruts de T -nombre total de taxons identificats-, la diversitat ha estat també calculada segons les següents fórmules:

$$D = \frac{(T-1)}{\ln N}$$

essent T el nombre total de tipus pol·línics -taxons- identificats i N, el nombre total d'espormorfs comptats (MARGALEF, 1986). En ambdós paràmetres, els taxons aquàtics han estat exclosos.

L'índex de Simpson es basa en la probabilitat que dos individus extrets a l'azar pertanyin al mateix tipus pol·línic. La fórmula per al càlcul d'aquest índex és:

$$D = 1 - I$$

on

$$I = \sum \left(\frac{N_i}{N} \right)^2$$

essent N_i el nombre d'espormorfs comptats del taxó i (MARGALEF, 1986).

Aquest índex ha estat utilitzat en algunes seqüències pol.líniques fòssils (CWYNAR, 1982).

El següent índex, també usat en paleopolinologia (MOORE, 1973) és el de Shannon-Weaver (MARGALEF, 1986), usat en teoria de la informació:

$$D = -\sum p_i \log_2 p_i$$

essent p_i el nombre de grans d' i taxons partit pel nombre total d'espormorfs comptats.

L'aplicació dels diferents índexs als nostres diagrames (Fig. IX.2, IX.3) mostra que existeix una bona correlació entre els índex de Simpson i Shannon-Weaver, i en menor mesura amb l'índex $N-1/(\log N)$. Hem optat per l'ús de l'índex Shannon-Weaver, pel fet que les variacions dels valors són més pronunciades i pel fet d'haver estat posada de manifest la seva eficàcia en d'altres estudis paleopolínics (MOORE, 1973).

Tanmateix, cal tenir present que la validesa d'aquests índexs en el camp de la paleopolinologia ha estat recentment posada en entredit, basant-se en el fet que els valors proporcionals dels diversos tipus pol.línics no depenen tan sols de la composició vegetal, sinó també dels factors de representació pol.línica -producció, dispersió, sedimentació, etc.- (BIRKS, LINE & PERSSON, 1988; BIRKS & LINE, 1992). Aquests autors proposen la

riquesa taxonòmica d'una mostra com a mesura simple, però real, de diversitat. Per tal d'evitar les imprecisions provocades pel diferent nombre d'espormorfs comptats en cada mostra, fan ús de la tècnica del *rarefaction analysis*.

Sense pretendre fer una anàlisi en detall del significat que té la diversitat en la teoria ecològica, volem recalcar que aquesta és una expressió de l'estructuració resultant de la interacció entre els diversos elements d'un ecosistema (MARGALEF, 1986). En aquest sentit, s'afirma que la diversitat és baixa en aquells ecosistemes transitoris, explotats o fluctuants, mentre que el valor de diversitat s'incrementarà a mesura que creix la maduresa del sistema, i assolirà el seu valor màxim en punts propers a l'estat d'equilibri de la comunitat (MARGALEF, 1986).

Tanmateix, ja des dels primers estudis, s'observà que en els registres paleopol.línics la diversitat augmentava durant les fases de perturbació -*Interference phase*- i disminuïa en els períodes de regeneració -*Regeneration Phase*- (MOORE, 1973), contradint, fins a cert punt, el principi anteriorment exposat, al posar de manifest l'increment de diversitat en un sistema pertorbat i explotat, en aquest cas per part de l'home. En la mateixa línia s'expressa B. Odgaard (1989), a l'establir l'estreta relació existent entre augment de diversitat i acció humana. Aquest autor interpreta aquest increment com el resultat d'un conjunt de factors: major diversitat específica de les comunitats vegetals de substitució, increment de l'estructuració en mosaic de la vegetació, i major facilitat de dispersió dels grans de pol.len amb l'obertura del bosc. En aquest mateix sentit s'expressa S. Bottema (1982) a l'afirmar que existeix una relació inversa entre diversitat i valors d'AP.

Tanmateix, són diverses les interpretacions que podem fer a aquest augment de la diversitat en moments de perturbació. En primer lloc, cal tenir present l'estreta relació que existeix entre diversitat i successió (MARGALEF, 1986). Així, una etapa de desforestacions

podrien provocar l'inici d'un procés que implica la successió d'unes comunitats vegetals per d'altres. Sense contradir el que acabem d'exposar, la majoria d'autors relacionen aquest creixement de la diversitat amb:

. augment, en fases de pertorbació, de fronteres o límits en el paisatge durant un període en que l'estructura en mosaic es fa més complex, essent aquestes àrees de frontera on la diversitat és més alta (MARGALEF, 1986),

. increment de la diversitat específica dins de les diverses comunitats vegetals. (BIRKS & LINE, 1992; ODGAARD, 1992a):

"We thus interpret the changing patterns of E(Tn) (diversitat) as largely reflecting the combination of a changing mosaic structure of the landscape through time and the floristic richness of the constituent vegetational types within the landscape." (BIRKS & LINE, 1992, p. 8).

Existeixen un parell de constatacions, exposades en diversos treballs, que tindran un contrast en els diagrames per nosaltres estudiats. En primer lloc, caldrà retenir la idea que els moments de major diversitat són els nivells intermedis, dins d'una fase de pertorbació (BIRKS & LINE, 1992). En segon lloc, el fet que existeix un llindar en l'augment de la diversitat en relació a la pertorbació, a partir del qual, malgrat que l'alteració pugui intensificar-se, la diversitat disminueix (ODGAARD, 1992b).

IX.2.3. DETERMINACIÓ D'INCENDIS EN REGISTRES POL.LÍNICS FÒSSILS

Ha estat assenyalat, anteriorment, que una de les causes més comuns, actualment, de perturbació al bosc mediterrani són els incendis. Però, com identificar un incendi en un registre pol.línic fòssil?

La majoria de treballs que han plantejat aquesta qüestió (SWAIN, 1973; CWYNAR, 1978; PATTERSON, EDWARDS & MAGUIRE, 1987; McDONALD *et al.*, 1991), han apuntat els següents elements com a indicadors:

a. Augment del nombre de cendres com a resultat directe de la producció de carbó.

b. Canvis en el registre pol.línic -tant en valors relatius com de C.P.- com a conseqüència dels canvis produïts pel foc en la vegetació. Hem parlat anteriorment de les oscil·lacions del paràmetre AP, però caldrà que tinguem presents altres canvis, com el desenvolupament de taxons colonitzadors, rebrotadors, etc. (McDONALD *et al.*, 1991). Alguns autors han proposat determinats índexs per a la detecció d'incendis, com la ratio C.C./C.P. (v. cap. VI.5) o coníferes/rebrotadors (SWAIN, 1973, 1978).

c. Canvis en la taxa de sedimentació i i composició química dels sediments, com a conseqüència dels processos d'alteració del sòl durant el foc i l'erosió posterior a l'incendi.

D'aquests tres elements, la concentració de carbons es considera el mètode més directe per a la identificació d'incendis.

Tanmateix, arribats a aquest punt, nombrosos autors s'han plantejat la qüestió de si existeix realment una relació entre els incendis forestals i l'augment de cendres en registres fòssils. La relació entre aquest dos factors no és tan directa com es podria esperar, pel fet que en aquest procés hi intervenen nombrosos factors que determinen la producció, dispersió, deposició, etc. de les micropartícules de carbó.

Gran part dels treballs d'investigació, s'han realitzat a partir de la comparació entre els registres fòssils dels darrers dos segles i les dades històriques sobre incendis que es disposa (SWAIN, 1973; 1980; TOLONEN, 1986; CLARK, 1988b, McDONALD *et al.*, 1991; GELL, STUART & SMITH, 1993, etc.). Com ja hem apuntat, la relació entre cendres i incendis presenta força problemes (CLARK, 1988a).

En aquest sentit, A.M. Swain (1973) demostrà que la majoria d'incendis coneguts històricament havien quedat enregistrats, si bé un d'aquests incendis tan sols podia ser identificat a partir dels valors de la ratio C.C./C.P. En un altre treball, aquest mateix autor observa l'existència d'un fort pic en C.C. i C.C./C.P. durant els anys 1900-1910 sense que es conegui l'existència de cap incendi proper (SWAIN, 1980). Un estudi més complet ha estat realitzat recentment (McDONALD *et al.*, 1991), on s'afirma que, donada l'existència d'un ampli marge de variació, no és possible relacionar cendres amb incendis individualitzats, si bé una fase amb incendis més freqüents queda reflectida en els registres fòssils per un increment de C.C.

Aquesta manca de relació directa entre incendis i cendres és conseqüència de la intervenció de nombrosos factors que poden fer variar la deposició de micro- i macrocarbons en una conca. Entre aquests destaquen la producció del carbó, la difusió, sedimentació, erosió, etc. (CWYNAR, 1978; PATTERSON, EDWARDS & MAGUIRE, 1987).

Sense pretendre fer una explicació exhaustiva d'aquests factors, si creiem necessari especificar-ne alguns d'ells.

En primer lloc, hem de tenir present que el volum de cendres produït durant un incendi depèn de paràmetres com l'extensió de l'àrea cremada, el tipus de material inflamat - tipus i compactació de la fusta, grau d'humitat, etc.-, els aspectes del propi incendi - intensitat, duració, temperatura, etc.-, així com les condicions meteorològiques en el moment

de l'incendi -humitat, vent, etc.- (PATTERSON, EDWARDS & MAGUIRE, 1987).

En segon lloc, existeix un factor de gran importància: la difusió del carbó. Segons W.A. Patterson, K.J. Edwards & D.J. Maguire (1987), els fragments de carbó poden ser difosos, en un primer moment, pel vent, durant i poc temps després de l'incendi, essent la mida i pes de les partícules paràmetres limitadors en aquest tipus de difusió. Posteriorment a l'incendi, els fragments de carbó poden ser arrossegats per l'aigua, més si tenim en compte l'augment d'erosió que es produeix en aquest moment. Aquest segon tipus de difusió ha estat considerat per alguns autors com la forma més important d'arribada de partícules carbonoses a les conques (SWAIN, 1973; CWYNAR, 1978).

Posteriorment, J.S. Clark (1988a) ha intentat modelitzar el sistema de dispersió de partícules carbonoses, modificant algunes de les idees anteriorment exposades. Existeixen dos tipus principals de difusió: la suspensió durant l'incendi -partícules inferiors a 130-150 μm - i la saltació, posteriorment a l'incendi. Assenyala, també, que el model de difusió del carbó difereix sensiblement del pol·lúnic, en tant que durant l'incendi existeix una ploma tèrmica ascendent que el determina. Per últim, afegeix que l'arrossegament de les partícules per l'aigua, posteriorment a l'incendi, ha estat sobrevalorat i que tan sols pot ser important en àrees amb un règim torrencial de pluges.

Del que portem fins a aquest moment exposat, es desprenen dues qüestions, objecte de discussió dels diversos autors i que han estat ja parcialment exposades (v. cap. VI.5). En primer lloc, partint del principi que les partícules més petites i més lleugeres es desplacen a major distància (PATTERSON, EDWARDS & MAGUIRE, 1987); és possible establir una relació entre microcarbons i incendis regionals, d'una banda, i macrocarbons i incendis locals, de l'altra?. En segon lloc, i com a conseqüència de l'anterior, quina mida de partícules carbonoses reflecteixen millor l'existència d'incendis que afecten l'espectre

pol.línic?

Normalment, es parteix del principi que la mida de les partícules cendroses augmenta a mesura que l'incendi és més proper a la conca estudiada. Així, una classificació per mides d'aquestes partícules pot donar-nos una idea de la proximitat dels incendis (PATTERSON, EDWARDS & MAGUIRE, 1987). J.S. Clark (1988a), a partir de la seva modelització de difusió de partícules carbonoses, opina que les microcendres poden romandre en suspensió un lapse més llarg de temps i desplaçar-se a majors distàncies que les macrocendres. Així, les micropartícules carbonoses són representatives d'incendis regionals -incendis localitzats entre 40 i 120 km de distància o fins i tot a escala subcontinental (CWYNAR, 1978; McDONALD *et al.*, 1991)-, essent possible, per tant, observar en els registres fòssils concentracions d'aquestes partícules sense correspondència amb variacions de l'espectre pol.línic (McDONALD *et al.*, 1991). D'altra banda, les macrocendres -superiors a les 150 micres- són indicadores d'incendis locals i tenen una major correspondència amb els canvis pol.línics (CLARK, 1988a, 1988b; BRADSHAW & HANNON, 1992), fet que, com serà analitzat, ha estat també observat als nostres diagrames pol.línics.

Nogensmenys, els estudis de G.M. McDonald *et al.* (1991) no són tan "optimistes" en l'existència d'una estreta relació entre ambdós paràmetres. Aquests autors estableixen fins a vuit categories en base a la mida de les partícules de carbó, afirmant que no existeix una correlació entre cap d'aquestes classes i els incendis documentats històricament. Afirmen, per tant, que tan sols la combinació de micro i macropartícules permet identificar els incendis, essent potser l'àrea total de carbó la mesura més adequada. Tanmateix, afirmen que la categoria més gran de cendres es correspon amb els incendis que es produïren a prop de la conca de sedimentació.

En el cas que haguem identificat un pic de carbons com corresponent a una fase

d'incendis, en tant que està en relació amb canvis de l'espectre pol.línic, ens hem de preguntar quin és el seu significat real, és a dir, si una més alta concentració de cendres correspon a incendis de major intensitat i/o extensió, o a una freqüència més alta dels mateixos (CLARK, 1988a).

Tan sols en aquells estudis en que ha estat possible individualitzar incendis específics - conques amb sediments varvats anuals-, s'ha pogut parlar en termes d'intensitat dels incendis (CLARK, 1988b).

En el cas que les mostres compreguin diversos anys -com és el cas de les seqüències per nosaltres estudiades- un sol incendi aïllat, per molt intens que fos, quedaria diluït, i, per tant, la concentració de cendres baixaria (SWAIN, 1978). Així doncs, hem de pensar que l'increment de cendres en els nostres diagrames impliquen canvis en el règim d'incendis, més concretament, un augment de la freqüència dels mateixos (McDONALD *et al.*, 1991; GELL, STUART & SMITH, 1993).

Hem considerat interessant establir una corba de rebrotadors, en tant que ens pot ajudar a comprendre la dinàmica d'incendis i regeneració en els nostres sistemes mediterranis. La corba agrupa els següents taxons arboris i arbustius: *Thymelaceae*, *Chamaerops*, *Pistacia*, *Ericaceae*, *Rhamnus*, *Phyllirea*, *Olea*, *Quercus t. ilex* i *Quercus t. suber*.

IX.3. CLASSIFICACIÓ DE LES FASES DE PERTORBACIÓ-REGENERACIÓ ALS DIAGRAMES POL.LÍNICS

La primera classificació que podem realitzar es pot basar en l'existència de períodes de pertorbació i recuperació de la vegetació. Aquesta classificació resultaria, però, poc

explicativa, per generalitzadora.

Davant aquest fet, hem obtingut per la classificació usada per diversos autors, com P.D. Moore (1973) o G. Simmons i B. Innis (1981), si bé presenta un problema i és el de considerar l'home com l'agent causant de totes les perturbacions. Aquesta classificació permet diferenciar dos tipus de perturbació: *interference-phase -I-* i *clearance-phase -C-*. La fase d'interferència *-interference-phase-* es caracteritza per ser una perturbació de menor intensitat i anar usualment acompanyada de cendres, mentre que en la fase d'obertura *-clearance-phase-* la intensitat de la perturbació és superior, essent però, els valors de cendres inferiors.

Si bé aquesta divisió reflecteix força bé els canvis per nosaltres observats en els diagrames pol·línics, caldria afegir alguns criteris més objectius per tal d'aplicar aquesta terminologia en les nostres seqüències, ja que les característiques definides per a cada tipus de fase per G. Simmons i B. Innis sovint les trobem barrejades al sector que nosaltres estudiem: fases d'interferència amb baixes concentracions de cendres i fases d'obertura amb altíssims valors de carbó. D'altra banda, com ha estat ja discutit, el criteri d'intensitat de la perturbació és difícilment aplicable en un diagrama pol·línic, i creiem que hauria de ser substituït pel de variació en el règim de perturbacions.

És per això, que independentment dels valors de cendres, diferenciem les fases d'interferència i obertura en base als següents criteris:

. En un alt percentatge de casos, la fase d'interferència és menys dilatada en el temps que la d'obertura.

. El criteri més adient per a diferenciar ambdues fases és que la freqüència de les perturbacions *-règim de perturbacions-* és menor en la fase d'interferència que en la

d'obertura. Aquest fet provocarà que, durant les fases d'obertura, la capacitat de regeneració de la vegetació estigui força limitada per l'alta freqüència de perturbacions, fet pel qual, sovint s'observen diversos estatges en la sèrie regressiva de la vegetació. És també important tenir present que, durant la fase d'obertura, apareixen fases de regeneració intercalades, si bé la vegetació no torna a recuperar l'estat en que es trobava anteriorment al període de perturbacions.

Per a la classificació de les diverses fases en els nostres diagrames pol·línics, hem usat les inicials establertes G. Simons i B. Innis (1981), amb la finalitat de no multiplicar les inicials que apareixen en els diversos estudis pol·línics. Així, **R** correspon a una fase de regeneració; **I**, a una fase d'interferència i **C** a una fase d'obertura.

Tanmateix, en els estudis d'àrees mediterrànies, donada la importància que degueren tenir els incendis, hem cregut oportú afegir al nom de la fase, les inicials **CH** i **ch** segons la concentració de cendres sigui alta o baixa, respectivament.

D'altra banda, donada la complexa dinàmica de perturbació-regeneració en algunes fases en les que es poden identificar petits episodis amb una tendència inversa a la de la fase -per exemple, petits moments de regeneració en una fase d'obertura- hem cregut oportú realitzar, en alguns casos, una subdivisió. En aquests, utilitzem sigles minúscules per a caracteritzar la subfase a continuació de les majúscules, que defineixen la totalitat de la fase. Posem un parell d'exemples: l'expressió **C5/r5a** defineix una fase general d'obertura -**C5**-, a l'interior de la qual podem diferenciar una subfase de regeneració -**r5a**-. D'altra banda, en el cas de l'expressió **C5/c5bCH**, ens referirem a una fase d'obertura general -**C5**- amb una subfase d'obertura -**c5b**-, caracteritzada per l'alta concentració de cendres -**CH**-.

Abans d'entrar en l'anàlisi en detall dels diversos diagrames, cal que insistim en un

parell d'aspectes, limitadors de la interpretació paleopalinològica que ací realitzem. En primer lloc, les característiques de la dinàmica de pertorbació-regeneració depenen en gran mesura del tipus de vegetació que pateix l'alteració. En aquest sentit, en alguns trams dels diagrames és difícil definir el tipus de vegetació dominant. Així, per exemple, en les subzones CUB-A1 i CUB-A2, no ens és possible afirmar amb seguretat si dominava un alzinar mixt amb roure o si la màquia, amb un estrat de pins, existia ja en aquell moment (v. cap. VIII.3).

En segon lloc, cal que insistim en el fet que un diagrama pol·línic dona una visió regional. Així, no podem parlar de canvis taxonòmics dins d'una sola comunitat, sinó principalment de canvis entre comunitats vegetals. També les cendres ens donen una visió regional dels incendis, podent tan sols parlar de canvis en el règim dels mateixos, més que no pas d'intensitats, etc. Amb els valors de diversitat succeeix quelcom similar, més que increments de diversitat específica dins una comunitat vegetal, l'augment de la diversitat reflecteix una major compartimentació del paisatge, i un augment de les tessel·les que configuren el mosaic.

IX.4. LA MARINA PENEDESENCA, SUD DEL MASSÍS DEL GARRAF: CUB

L'anàlisi de les pertorbacions al diagrama de CUB serà realitzada principalment a partir del diagrama de C.P., tenint en compte que les tendències observades en C.P. apareixen, a grans trets, al diagrama de valors percentuals.

Les figures IX.4 i IX.5 mostren les diverses fases de pertorbació i regeneració al diagrama de CUB: cinc fases de pertorbació -tres d'interferència i dues d'obertura- i cinc fases de regeneració.

A la meitat inferior del diagrama, han estat individualitzades tres fases d'interferència -I1ch, I2ch i I3- que responen a grans trets a un esquema comú, que pot ser subdividit en cinc moments:

a- Procés de regressió:

- . **R_a**: moment de regeneració anterior a l'inici de la pertorbació. Bosc ben format.
- . **IP**: inici de la pertorbació. Comença el descens dels valors d'AP i s'incrementa la diversitat.
- . **MP**: moment de màxima pertorbació. AP i la diversitat assoleixen valors mínims.

b- Procés de regeneració:

- . **IR**: inici de la regeneració. Recuperació dels valors d'AP i augment de la diversitat.
- . **R_b**: moment de regeneració final, posterior a la pertorbació. Recuperació dels diversos taxons arboris i descens de la diversitat.

Tanmateix, les fases d'interferència anteriorment citades presenten característiques específiques, que fan possible diferenciar entre dos grups.

El primer grup està format per les fases I1ch -parcialment enregistrada- i I2ch, i respon a l'esquema següent (Fig. IX.6):

. **R_a**: màxima extensió de les comunitats forestals -amb alts valors d'AP- principalment *Quercus t. ilex*, *Q. t. caducifoli* i *Pinus*.

. **IP**: progressiu descens dels valors de taxons arboris i *Pistacia* i increment d'*Ericaceae*. Augment de la diversitat.

. **MP**: mínims valors de taxons forestals i de diversitat i augment important de *Pistacia*. Els valors de microcendres s'incrementen.

. **IR**: progressiva recuperació dels taxons arboris. *Pinus* i *Ericaceae* presenten valors màxims. La diversitat també s'incrementa.

. **R₅**: regeneració del bosc, amb una composició similar al moment Ra.

La fase I3, si bé es subdivideix en els mateixos moments, presenta un esquema lleugerament diferent a l'anterior (Fig. IX.7):

. **R₄**: màxims valors de taxons arboris, amb una composició del bosc similar a la de la fase anterior.

. **IP**: descens dels taxons arboris, paral·lelament a un fort increment d'*Ericaceae* i, en menor mesura, de *Pistacia*. Creixement de la diversitat.

. **MP**: els taxons arboris assoleixen els seus valors mínims. Aquest moment presenta les diferències més notables respecte al primer grup d'interferències, ja que ara els valors de *Pistacia* es redueixen, mentre que *Pinus* manté concentracions relativament altes, i els valors de cendres pràcticament no augmenten. Mínims valors de diversitat.

. **IR**: progressiu augment dels taxons arboris. Fort creixement d'*Ericaceae* i *Pinus* i, en menor mesura, de *Pistacia*. El valor de diversitat augmenta.

. **R₆**: regeneració del bosc amb característiques similars al moment R₅.

Entre els dos models de pertorbació-interferència que acabem de descriure, observem

una sèrie d'elements comuns.

En primer lloc, el moment de regeneració posterior a la pertorbació - R_n - presenta espectres pol·línics quantitativament i qualitativa similars al moment R_a . La pertorbació no ha canviat substancialment les característiques de les comunitats forestals en els moments de major estabilitat.

En segon lloc, el període de pertorbació consta en ambdós models d'uns moments de regeneració - R_a i R_n -, un moment de màxima pertorbació -MP-, en que la freqüència de les pertorbacions és la més alta en el conjunt del paisatge, i dues fases intermèdies d'alteració -IP i IR-, en que la freqüència de les alteracions disminueix respecte a MP.

Podem observar que els valors de diversitat són mínims en els moments R_a , R_n i MP i màxims als intermedis -IR i IP-, fet que corrobora la hipòtesi, anteriorment exposada, d'una major diversitat en les etapes intermèdies de la pertorbació (SOUSA, 1984; BIRKS & LINE, 1993).

Malgrat que és força difícil extreure conclusions temporals del diagrama de CUB -on disposem tan sols de quatre datacions absolutes-, creiem interessant, a tall d'hipòtesi, fer una extrapolació cronològica sobre la durada de les diferents fases. Així, s'observa que les fases d'interferència tenen una durada d'entre els 350 i 550 anys.

Un altre element comú d'aquestes fases d'interferència, són els valors, sempre força baixos, dels microcarbons -pràcticament inexistent a I3- que permeten apuntar altres factors a part del foc com a causants de la pertorbació.

D'altra banda, com ha estat ja apuntat, entre les fases I1ch i I2ch, d'una banda, i I3, de l'altra, existeixen notables diferències.

En primer lloc, les fases I1ch i I2ch, mostren en el moment de MP, un creixement de *Pistacia*, paral·lelament a la reducció de taxons arboris, entre els quals ens interessa fixar-

nos, principalment, en *Pinus*. Com ha estat exposat a la breu introducció ecològica, *Pistacia* és un taxó de rebrotació immediata i que floreix dos anys després de la pertorbació (CUCÓ, 1987; PAPIÓ, 1988), si bé una freqüència d'incendis superior a 3 anys pot limitar el seu creixement (TRABAUD, 1992). Aquesta dada, junt amb la notable reducció de *Pinus* - requereix un mínim d'entre 12 i 20 anys per a fructificar (BARBERO *et al.*, 1987b; PAPIÓ, 1988)- permeten apuntar una freqüència força alta de pertorbacions per al moment MP de les fases I1ch i I2ch, que seria d'entre 3 i 12 anys, aproximadament, en el cas que ens trobem davant de processos d'autosuccessió. En les fases intermèdies, el desenvolupament d'*Ericaceae* (taxó de rebrotada retardada) i de *Pinus*, permeten apuntar la possibilitat que la freqüència de pertorbacions sigui inferior, probablement superior a c. 15 anys?

Tanmateix, en aquestes deduccions sobre règim de pertorbacions, hi ha dos factors difícils de concretar: quin és el paper real dels incendis en les pertorbacions en aquestes fases antigues? i, estem realment davant de processos d'autosuccessió?. Aquestes qüestions ens les fem en tant que donat el període cronològic-cultural en que s'enquadren les fases d'interferència 1 i 2 -Neolític- podrien haver-se produït processos de pertorbació antròpics, no provocats directament pel foc, com l'arrencada d'arbres -rompudes-, que explicarien la baixa concentració de cendres i que, en canvi, ens situarien al davant de processos de successió. Aquesta temàtica serà, emperò, discutida al següent capítol (v. cap. X).

Malgrat tot, si bé els valors de microcarbons són sempre baixos, aquests són superiors a les fases I1ch i I2ch que a I3. Així, si bé podem pensar que els incendis són limitats durant les dues primeres fases, es poden considerar inexistents, a la darrera. Aquesta constatació permetrà establir una clara diferència entre les fases d'interferència a CUB i les observades per G. Simmons & B. Innis (1981) a la Gran Bretanya, així com per nosaltres mateixos en d'altres diagrames -MBA i BES-.

La fase de pertorbació I3 presenta, com hem assenyalat, certs trets diferencials respecte a I1ch i I2ch:

· Els valors d'*Ericaceae* i *Pinus* són netaments superiors als moments intermedis -IP i IR-

· Al moment de MP, *Pistacia* descendeix en lloc d'incrementar-se, mentre que *Pinus* manté valors força elevats.

· Els valors de cendres són pràcticament inexistent i, consegüentment, també els incendis.

Aquestes dades ens permeten plantejar una sèrie d'hipòtesis. En primer lloc, és possible que durant la fase I3, la freqüència de pertorbacions fos menor que a I1ch i I2ch, principalment en el moment MP, fet que hauria afavorit el desenvolupament de *Pinus*, i limitat l'expansió de *Pistacia*. D'altra banda, també podem pensar que és justament la manca d'incendis i no tant la freqüència de pertorbacions, la causant de les peculiars característiques d'aquesta fase. Ens queda, però, una darrera explicació, i és que les característiques ambientals hagin canviat a I3 respecte a les fases anteriors i, per tant també, les comunitats vegetals existents.

Les dues fases d'obertura *-clearance-*, documentades a CUB, són C4 i C5

El primer fet que cal destacar respecte a les fases d'obertura, és que aquestes són més complexes, ja que existeixen oscil·lacions en el règim de pertorbacions, i, per tant, ha calgut dur a terme una divisió en subfases. Aquesta major complexitat fa que el model anteriorment descrit per a una fase de pertorbació/interferència -R₀, IP, MP, IR, R₀-, no sigui ara aplicable, ja que -i aquesta és justament una de les característiques principals de les fases d'obertura- la freqüència de les pertorbacions pot tornar a intensificar-se abans d'haver assolit l'etapa de plena regeneració.

La fase C4 presenta dues subfases força evidents. La subfase C4/c4ach posa de manifest (Fig. IX.4) un primer moment de forta reducció dels taxons arboris, seguit per un increment de *Pinus*, paral·lelament a un creixement progressiu de les cendres. La sub-fase C4/c4bCH es caracteritza per la forta reducció de tots els taxons arboris -inclòs *Pinus*- i l'increment de les micropartícules cendroses.

Creiem, per tant, que la fase presenta tres moments diferents:

Primer moment, amb una freqüència moderada de pertorbacions, que permet el desenvolupament de *Cupressaceae* -*Juniperus*- i *Pinus*. En aquest moment, els valors de diversitat són mínims, mentre que les cendres s'incrementen progressivament, possiblement relacionades amb la instal·lació de les pinedes que afavoririen els incendis.

Segon moment d'intensificació de la freqüència de pertorbacions, ara ja incendis, que provoca la reducció dels pins i provoca un moment de màxima pertorbació dins de la fase C4.

Moment de regeneració del bosc -R4- amb valors de *Quercus t. ilex* i *Q. t. caducifoli* similars a R3, però amb un augment relatiu d'*Ericaceae*.

D'aquest conjunt de dades podem confirmar dues de les característiques de les fases d'obertura, a saber, que el règim de pertorbacions oscil·la notablement dins la pròpia fase, i que la regeneració posterior del bosc -R4- presentarà alguns trets distintius respecte a la fase inicial -R3-. A més, durant aquesta fase, els incendis comencen a ser un factor important dins el conjunt de pertorbacions.

D'altra banda, si tornem a fer ús -repetim, amb precaució- de les dades cronològiques disponibles, es constata que la fase C4 tindria una durada d'uns 1000 anys, aproximadament el doble de les fases d'interferència.

La fase d'obertura C5, es compon també de dues subfases (Fig. IX.4, IX.5).

La subfase C5/c5aCH correspon al moment de màxima pertorbació, sense que hagi quedat enregistrada una fase intermèdia -IP- com succeïa amb les fases d'interferència. El més notable d'aquest període són els altíssims valors de cendres, que posen de manifest una elevada freqüència d'incendis. La reducció dels taxons arboris i arbustius és molt sobtada i el grau d'alteració intens, com evidencia l'aparició de *Cistus* i *Lamiaceae*. Aquesta subfase de major freqüència de pertorbacions provoca la davallada progressiva de la diversitat, presentant els valors mínims a final de la mateixa.

La subfase C5/r5b mostra elements contradictoris. D'una banda, els valors de microcarbons es redueixen dràsticament, fent-se, per tant, els incendis més esporàdics, mentre que, de l'altra, les característiques pol.líniques permetrien definir aquesta subfase com d'inici de recuperació -IR-, amb un increment de *Pinus* i de la diversitat. Podem interpretar aquestes dades de dues maneres:

a. El registre pol.línic finalitza abans que s'hagués produït el moment de regeneració -R_s- posterior al d'IR -C5/r5b-.

b. La freqüència de pertorbacions ha estat tan elevada durant la subfase C5/c5aCH, que ha causat una pèrdua del sòl en les elevacions de substrat calcari, provocant el canvi de la vegetació potencial del sector, caracteritzada ara per les pinedes i la màquia, en detriment dels alzinars mixts existents amb anterioritat a la darrera pertorbació. A partir de la comparació amb els diagrames obtinguts al Pla de Barcelona -on la recuperació posterior del bosc serà possible-, ens decantem per la segona possibilitat. Aquesta acceptació implica que la vegetació actualment potencial al massís del Garraí i estribacions seria en part el resultat d'una fase amb una alta freqüència de pertorbacions, molt probablement provocades per

l'home (v. cap. X.2.5).

Aquesta darrera fase C5 tingué una durada mínima d'uns 700/800 anys, aproximadament, superior, per tant, a la durada de les fases d'interferència.

A tall de conclusions, l'anàlisi de la dinàmica de perturbació-regeneració a CUB, ens permet apuntar:

. Durant les regeneracions posteriors a les fases d'interferència, la vegetació es recupera amb característiques similars a les que presentava amb anterioritat a la perturbació. A les fases d'obertura, però, la fase final de regeneració difereix, en major o menor grau, de la inicial.

. A diferència del que afirmaven G. Simmons i B. Innis (1981), els períodes amb una major freqüència d'incendis corresponen a fases d'obertura. Els incendis durant les fases d'interferència semblen haver estat menys freqüents i, fins i tot en alguns casos, inexistents, com succeeix durant la fase I3.

. Les altes freqüències d'incendis es produeixen amb posterioritat a l'època romana, fet que ens pot fer pensar en el seu origen antròpic. Aquest serà un punt, però, que tractarem al següent capítol (v. cap. X.2.4, X.2.5).

. Si bé la durada de les diverses fases no es pot establir més que de forma aproximada, donada l'escassetat de datacions, sí creiem interessant exposar, a tall d'hipòtesi, que caldrà corroborar amb posteriors anàlisis, que les fases d'interferència es produeixen en un lapse de temps d'entre 350 i 550 anys, mentre que la durada de les fases d'obertura és d'entre 700/800 i 1000 anys. D'altra banda, les fases de regeneració són força homogènies en la durada: R1, 400 anys; R2, 300 anys; R3, 500 anys i R4, 450 anys.

. Respecte a l'impacte de les perturbacions sobre la vegetació, hem d'assenyalar, en primer lloc, que aquestes afecten la majoria de taxons arboris i arbustius i no exclusivament alguns determinats. D'altra banda, el caràcter de la vegetació degradada -brolles- està en consonància amb el tipus de vegetació potencial i de substrat. Així, a la Marina penedesenca, on predominen els substrats calcaris, aquest paper el juguen taxons com *Ericaceae*, *Pistacia* o *Lamiaceae*, mentre que en les zones silícies del Pla de Barcelona -com veurem a continuació- les brolles estan formades principalment per *Ericaceae* i *Cistus*.

. Més complicat és extreure alguna conclusió referent la dinàmica de la diversitat durant els darrers 5000 anys al diagrama de CUB.

Respecte a aquesta qüestió, hem de pensar que l'increment de la diversitat, observat a CUB en els moments intermedis de la perturbació -IP i IR-, reflecteix més la major diversitat del paisatge vegetal -en tant que augment del nombre de tesselles i de les zones de transició- que no pas l'increment del nombre d'espècies en una comunitat vegetal. En aquest sentit, opinem que l'augment de diversitat a IP i IR expressa una major diversitat i fragmentació de la vegetació a escala regional, mentre que, tant en els moments de màxima perturbació com en els de regeneració, el paisatge vegetal és més uniforme.

IX.5. EL SECTOR SUD DEL PLA DE BARCELONA: MBA, MTR I CCL

En aquest segon grup, incloem els diagrames de MBA, MTR i CCL, localitzats al voltant del delta del riu Llobregat. Tots ells tenen en comú l'existència d'un bosc mixt d'alzines i roures, així com l'important paper jugat per *Pinus*.

IX.5.1. EL DIAGRAMA MBA

L'anàlisi de les pertorbacions en aquest diagrama és especialment complicada per diverses causes, derivades del fet que el sondatge fou realitzat al delta del riu Llobregat, havent estat analitzat sediments corresponents a una fàcies de pro-delta (v. cap. V.4).

En primer lloc, la majoria de taxons -especialment *Pinus*- presenten fortes i reiterades oscil·lacions dels seus valors percentuals, possiblement com a conseqüència del tipus de sedimentació pro-deltaica -transport fluvial, esllavissades de fangs, etc-. D'altra banda, els percentatges estan fortament influïts per l'elevada presència de *Pinus* -sempre taxó dominant- sense que sigui possible usar els valors de C.P., ja que aquests estan determinats per la dinàmica sedimentària (v. cap. VII.4). Per últim, cal tenir present que, al tractar-se el Llobregat d'un riu amb més capacitat de càrrega i presentar un delta de mida molt superior al del riu Besòs, el sondatge MBA dona una imatge integradora d'una àrea força extensa, que inclou un elevat nombre de medis vegetals diferenciats. En aquest sentit, recordem l'exemple de la darrera zona d'aquest diagrama -MBA-C2-, en la qual, les dades antracològiques disponibles ens han permès contrastar aquest caràcter regional del diagrama (v. cap. VIII.4).

El conjunt d'aquests fenòmens, fa difícil interpretar la seqüència de MBA en termes de regeneració-pertorbació, ja que l'alteració d'una comunitat vegetal -per exemple, els boscos mixts d'alzines i roures de les elevacions litorals-, no implica necessàriament l'existència de pertorbacions en d'altres ecosistemes -per exemple, les pinedes litorals-. És per això, que hem optat per establir, tan sols, les grans fases de la seqüència, oblidant les variacions a més petita escala, que podrien estar afectades pels processos anteriorment descrits.

Així, ha estat possible identificar tres grans fases de pertorbació -dues d'elles

clarament d'interferència i la darrera més dubtosa-, i tres fases de regeneració (Fig. IX.8).

A grans trets, podem afirmar que l'estructura d'una fase de perturbació-regeneració comprèn cinc moments individualitzables, com havia estat també observat a CUB. Aquest esquema general presenta la següent subdivisió (Fig. IX.9):

. **R₁**: moment de regeneració caracteritzat per un bosc mixt d'alzines i roures amb una notable presència de pins. Altres taxons arbustius, com *Ericaceae*, són també importants.

. **IP**: descens de l'alzina i el roure i creixement dels valors de pi, paral·lelament a un progressiu increment de la concentració de macrocarbons. La diversitat també davalla.

. **MP**: reducció d'AP com a conseqüència directa del descens de *Pinus*, paral·lelament a un desenvolupament de *Poaceae* i *Ericaceae*. Els macrocarbons assoleixen els seus valors màxims. Els valors de diversitat augmenten.

. **IR**: nova fase de desenvolupament de *Pinus*, en alguns casos acompanyat de *Buxus*, *Ericaceae* o *Pistacia*. Els valors de macrocarbons i la diversitat disminueixen.

. **R₂**: nou desenvolupament del bosc mixt, amb reducció de *Pinus* respecte a IR, malgrat que els seus percentatges es mantinguin alts. Els valors de diversitat augmenten.

Aquest esquema de les perturbacions a MBA pot estar reflectint canvis en el règim de perturbacions en el següent sentit:

. **IP**: Increment de la freqüència de perturbacions provocades per incendis, que afavoreixen el desenvolupament de *Pinus*. Creiem, per tant, que la freqüència de perturbacions hauria de ser superior a 10/15 anys, per permetre la reproducció de *Pinus*, i inferior a 20/25 anys, per a impedir la regeneració per rebrot de l'alzina-garric i el roure.

. MP: Nou increment del règim de perturbacions, provocades pels incendis. La freqüència de perturbacions hauria de ser ara superior a 10/15 anys, limitant, així, l'extensió de *Pinus*. El creixement d'*Ericaceae* i *Poaceae* també aniria en aquesta direcció.

. IR: reducció de la freqüència de perturbacions -incendis- amb un règim similar al descrit a IP.

Respecte a aquestes fases d'interferència de MBA, cal destacar, principalment, la importància dels incendis, d'una banda, i el fort desenvolupament de *Pinus* en les fases intermèdies -IP i IR-, de l'altra

Les fases d'interferència de MBA presenten com a tret comú més clar amb les seqüències de CUB i BES, el creixement de *Pinus* durant els moments intermedis, com a indicador d'un règim de perturbacions inferior respecte al moment MP.

Tanmateix, nombrosos trets de MBA difereixen respecte al diagrama CUB. En primer lloc, a MBA s'observa un desenvolupament d'*Ericaceae* al moment MP, fenomen tan sols paral·lelitzable al creixement de *Pistacia* a la fase I2ch de CUB. En segon lloc, els valors de cendres són superiors a MBA. Per últim, la dinàmica de la diversitat és inversa en ambdues seqüències.

Una comparació amb les fases d'interferència de la seqüència BES -que aerà descrita a continuació- permet destacar alguns trets comuns, principalment amb el model 1a de BES. Així, si bé la composició forestal durant les fases de regeneració de MBA és similar a les les fases R5, R6 de BES, la dinàmica de perturbació, s'assembla més a les fases I2CH i I3CH de BES, en tant que en ambdós diagrames existeixen alts valors de macrocendres i la diversitat s'incrementa durant el moment MP. Un altre aspecte similar podria ser la cronologia d'aquestes fases, que nosaltres hem establert a MBA entre 7000 i 6000 anys B.P.

(v. cap. VIII.1, VIII.2), similar a la de les fases I2CH i I3CH de BES.

Tanmateix, entre aquests dos diagrames existeixen netes diferències, com la dinàmica dels arbusts rebrotadors -*Ericaceae*, *Buxus*, etc.- més atzarós en el cas de MBA.

Malgrat aquestes comparacions generals, hem de matisar que les fases d'interferència de MBA difereixen notablement de les observades a CUB i BES, presentant cada una d'elles trets específics (Fig. IX.10). Així, la fase I1CH de MBA (Fig. IX.10c), malgrat contingui concentracions elevades de cendres, presenta escasses variacions dels valors pol·línics, indicant una incidència menor de les pertorbacions. A I2CH, en canvi, la incidència dels incendis en la vegetació és superior (Fig. IX.10b). La darrera fase -I/C3CH- presenta característiques pròpies: les cendres són inferiors respecte a I1 i I2, i estan concentrades als moments intermedis de la pertorbació -IP i IR-, indicant, probablement, l'existència d'altres agents causants de pertorbacions, a més dels incendis (Fig. IX.10a). En aquesta fase destaca molt especialment, el fort desenvolupament de *Buxus*, amb certs paral·lelismes amb la fase I2CH.

Una valoració sobre la durada de cada una d'aquestes fases és pràcticament impossible, donada la manca de datacions. Tan sols podem assenyalar que, de ser certes les cronologies extrapolades per a la fase I/C3CH (v. cap. VIII.4), aquesta tindria una durada aproximada d'uns 700 anys -temps similar al deduit a les fases C de CUB- fet que l'aproparia més a una fase d'obertura -C-. Tanmateix, el fet que la seqüència finalizi a -12,5 m no ens permet observar l'evolució vegetal posterior, essent difícil classificar la fase I/C3CH com interferència o obertura.

A tall de conclusions sobre el diagrama MBA, podem afirmar:

· El règim d'incendis és més intens a la part inferior del diagrama -fases I1CH i

I2CH- que al tram superior (Fig. IX.8). En aquesta meitat superior, podem observar un període amb escassos incendis -R2-, així com un augment dels mateixos al tram superior -I3CH-. Aquesta constatació és important en tant que permet establir una correlació amb el diagrama de BES, on importants incendis han estat documentats amb una cronologia similar a MBA. En aquest sentit, hem de tenir present, que el diagrama MBA finalitza abans que es produeixi la fase d'increment dels incendis vers 1500/1300 B.P., documentada a CUR, BES, MTR i CCL.

Aquests incendis del tram inferior es produeixen, probablement, amb anterioritat a 5000 B.P., reduint-se posteriorment els incendis, i incrementant-se de nou vers els 3000 anys B.P. (v. cap. IX.7)

Interessant és destacar que a MBA, les pertorbacions són principalment conseqüència dels incendis, a excepció de la fase I3CH, on haurien pogut existir altres causes.

Existeix una relació inversa entre els valors de *Pinus* i la suma de taxons rebrotadors (Fig. IX.11). L'explicació a aquesta dinàmica pot ser deduida partint del fet que, en la majoria de mostres, la concentració de macrocarbons és inversa als valors de *Pinus* (Fig. IX.12), posant de manifest, a l'igual que succeirà a BES, que *Pinus* és el taxó que es veu més afectat pels incendis, especialment durant els moments de màxima pertorbació -MP-. La constatació d'una relació inversa entre rebrotadors i pins, podria fer-nos pensar, per tan?, que els incendis afavoririen l'extensió dels taxons rebrotadors. Si bé aquest fenomen s'observa en alguns trams del sondatge, especialment a la part superior, quan la freqüència d'incendis és massa elevada, els rebrotadors es veuran també afectats.

Hem assenyalat, al parlar del model de pertorbació-regeneració a MBA, que els pins s'incrementen a les fases intermèdies, davallant en els moments de regeneració i de màxima pertorbació (Fig. IX.9). Si observem, però, la seqüència de forma completa, s'aprecia que

els pins presenten una tendència progressiva al creixement, des de la base fins els -14,0 m - aproximadament vers els 4500/3500 anys B.P. (Fig. IX.8). Aquest fet, porta a questionar-nos sobre les causes que provoquen la progressiva expansió de *Pinus*. És aquest desenvolupament conseqüència d'oscil·lacions climàtiques o, en canvi, ho és de les pertorbacions? Creiem que ambdós factors no poden destriar-se i que, molt possiblement, s'interrelacionen, essent la pertorbació -dins el context dels processos de successió- un mecanisme fonamental en la dinàmica de competència entre espècies (SOUSA, 1984). El possible paper de l'home en aquest procés serà discutit en el capítol següent (v. cap. X).

L'últim aspecte a tractar és el referent a l'evolució de la diversitat (Fig. IX.8).

Basant-nos en aquest paràmetre, podem subdividir el diagrama en dues grans unitats: de la base a -13,75 m, amb una davallada progressiva de la diversitat, i de -13,75 m fins el límit superior, on es produeix un nou increment.

La dinàmica de la diversitat és, fins a cert punt, comparable amb la que observarem al diagrama de BES, on apareixen valors alts al tram inferior de la seqüència, en relació amb pertorbacions que es degueren produir entre 7000 i 5500 B.P., aproximadament. Posteriorment, té lloc un descens de la diversitat en un període de major estabilitat de la vegetació, així com un nou increment en relació a una fase de pertorbacions més intenses, relacionada molt probablement amb activitats humanes. Tanmateix, a MBA, la disminució de la diversitat és clarament inversa a l'increment de *Pinus*, que degué provocar un procés d'homogeneïtzació del paisatge vegetal.

Un fet important és que, durant les fases de pertorbació-regeneració, la diversitat descendeix als moments intermedis i augmenta a MP i R₁/R₂ (Fig. IX.9). Aquesta dinàmica és inversa a l'observada en la majoria de fases de pertorbació analitzades en d'altres diagrames -a excepció del model 1a de BES- i està de nou, a MBA, relacionada amb

l'expansió de *Pinus* durant IP i IR, fet que havíem observat també a l'analitzar la seqüència en el seu conjunt.

IX.5.2. EL DIAGRAMA CCL

La manca d'una seqüència contínua al sondatge de CCL no permet establir fases de perturbació-regeneració. Tanmateix, podem extreure algunes conclusions que poden ajudar-nos a completar i corroborar l'esquema de perturbacions definit al sector sud de la plana barcelonina.

La primera conclusió que podem extreure és que, a l'igual que succeeix en d'altres seqüències -MBA, BES-, els canvis vegetals posats de manifest al diagrama pol·línic es corresponen millor amb els fragments carbonosos superiors a 0,15 mm, que amb els inferiors a aquesta diàmetre (Fig. IX.13). D'altra banda, es pot observar que els incendis afecten principalment els valors de *Pinus*, provocant reduccions d'aquest taxó a curta escala temporal, però afavorint el seu creixement a llarg terme, si tenim en compte la totalitat de la seqüència.

L'enquadrament cronològic d'aquest diagrama (v. cap. VIII.4, VIII.5) permet concloure l'existència d'incendis durant el període romà -Nivell-3-, paral·lelament als documentats a CUB i MBA, així com una increment de la freqüència d'incendis durant l'època alt-medieval -Nivells 2 i 3- coincidint amb els incendis detectats a CUB, MTR i BES.

IX.5.3. EL DIAGRAMA MTR

El diagrama que passem a discutir a continuació es caracteritza principalment per

comprendre un curt període temporal, si el comparem amb els diagrames MBA, CUB o BES. A partir de les cronologies extrapolades (v. cap. VIII.5, VIII.6), la seqüència es desenvoluparia entre els 1250 i 500 anys B.P., és a dir, durant un lapse de temps d'aproximadament uns 700 anys.

La curta durada de la seqüència ens ha permès observar un únic cicle de perturbació-regeneració, tenint, la fase de perturbació, un caràcter d'obertura.

Així, a partir de la comparació entre els diagrames percentuals i de C.P. (Figs. IX.14 i IX.15), podem establir els següents moments:

R_2 : si bé els valors de C.P. mostren una presència reduïda de la majoria de taxons, els percentatges permeten individualitzar una fase amb una major presència de *Quercus* i *Ilex*. No sabem si realment es tracta d'una fase de regeneració amb un bosc ben format, però l'anomenem R_2 en tant que marca l'inici d'un cicle de perturbacions.

IP : moment d'inici de la perturbació, amb el desenvolupament de *Pinus* i *Ericaceae*. Els valors de macrocarbons augmenten en un primer moment, seguits posteriorment d'un increment dels microcarbons, que indiquen l'alta freqüència dels incendis.

MP_1 : primer moment de màxima perturbació, amb una reducció d'*Ericaceae* i un augment de *Pinus* (en C.P.), *Cistus* i, en menor mesura, *Phillyrea* i *Olea*. En conjunt, aquest moment posa de manifest un fort desenvolupament dels taxons rebrotadors. Els valors de microcarbons tornen a créixer, indicant la nova intensificació de la freqüència d'incendis, ara, però, a escala regional.

IR : l'inici de regeneració està marcat per la reducció dels incendis i el desenvolupament de *Pinus* i *Cupressaceae*, principalment. És probable que aquesta regeneració afectés principalment a les formacions vegetals litorals.

. MP_6 : nova fase d'increment de les pertorbacions, probablement incendis, però amb una freqüència menor que en el moment MP_4 , en que els valors de microcendres eren superiors. *Pinus* i *Cupressaceae* es redueixen, mentre que *Ericaceae*, *Cistus* i *Olea* tornen a incrementar-se. Progressiu augment dels taxons rebrotadors

R_6 : la fase de regeneració final es caracteritza principalment pel creixement de *Quercus t. ilex* i *Pinus*. El fet que es mantinguin taxons arbustius com *Ericaceae*, pot indicar que la regeneració completa no s'aconsegueix, fet que, d'altra banda, és un tret característic de les fases d'obertura.

Les característiques de la dinàmica de pertorbació-regeneració a MTR, ens permeten concloure:

. Tal com venim assenyalant, el que anomenem *fase de pertorbació* en un diagrama pol·línic, és un procés de progressiu increment de la freqüència de les pertorbacions. En el present cas, observem un primer moment en que es desenvolupa *Ericaceae* i *Pinus* -freqüències mitges-, amb un posterior increment de *Cistus* amb *Pinus* i taxons rebrotadors, en general -màxima freqüència de pertorbacions. Aquesta seqüència permet paral·lelitzar el present diagrama amb la fase C8 de BES, si bé a MTR la sèrie regressiva de vegetació s'atura al nivell de les brolles d'estepes i pinedes, mentre a BES la sèrie degradativa continua.

. Les característiques d'una fase intermèdia de pertorbació -IP i IR- amb desenvolupament de *Pinus* i *Ericaceae*, principalment, permet paral·lelitzar aquests moments a MTR amb d'altres similars observats a CUB, MTR o BES.

. Creiem també interessant subratllar que, si bé els moments IP i MP_4 es caracteritzen

per l'alta freqüència d'incendis -locals a IP i de caire més regional a MP₁-, en d'altres moments de forta pertorbació, com MP₂, la freqüència d'incendis és menys intensa, podent existir altres tipus de pertorbacions, com arrencades, defoliació, etc.

Els valors de *Pinus* augmenten paral·lelament a la intensificació de la pertorbació, com succeeix també a MBA i CCL. D'altra banda, sembla que els incendis que es produïren a la conca de MTR afectaren tant a *Pinus* com a *Quercus t. ilex*.

Al tractar-se la fase de pertorbació de MTR d'una fase d'obertura, el moment de regeneració final no presenta una composició vegetal similar al moment inicial o R₁. Aquest fet sembla prou evident si tenim en compte el creixement de *Pinus* a R₂, fet que permetria establir una correlació entre aquest diagrama i la fase C5/r5b de CUB. Tanmateix, a MTR els processos de pèrdua del sòl durant la fase de pertorbació no semblen haver estat prou intensos com per a posar en entredit la regeneració de *Quercus t. ilex*. Aquest darrer fet permetrà també relacionar la seqüència en discussió amb les fases R8 i R9 de BES.

IX.6. EL SECTOR CENTRE I NORD DEL PLA DE BARCELONA: BES I DR-1

Agrupem en aquest apartat els diagrames de Drassanes-1 i Besòs, en tant que en aquestes dues seqüències, existeixen períodes amb un domini de la vegetació caducifòlia, fet pel qual les característiques dels processos de pertorbació-regeneració poden diferir substancialment dels descrits en els diagrames anteriors.

Cal recalcar de nou ací que, donada l'heterogeneïtat sedimentològica, no ens és possible usar, en l'estudi de les seqüències Drassanes-1 i Besòs, els valors de C.P.

IX.6.1. EL DIAGRAMA BES

Basant-nos en el caràcter de les fases de pertorbació i regeneració, podem subdividir la seqüència de Besòs en dues grans subunitats (Fig. IX.16):

a. El tram inferior, entre -27,0 i -17,5 m de fondària aproximadament, es caracteritza per presentar un nombre elevat de fases de pertorbació -set, totes elles amb caràcter d'interferència- i de regeneració -sis fases-.

b. El tram superior, entre -17,5 i -9,0 m aproximadament, comprèn quatre fases d'obertura i tres de regeneració.

A partir de l'anàlisi detallada de les set fases d'interferència, hem pogut establir dos models generals, el primer dels quals es produeix en el si de comunitats forestals predominantment caducifòlies -fases 11, 12, 13 i 14- o en el de comunitats mixtes amb predomini dels taxons caducifolis -fases 15, 16 i 17-. El segon model es produeix en el si d'un paisatge vegetal dominat pels taxons perennifolis.

L'esquema general d'una fase d'interferència correspon al descrit en seqüències anteriors, per la qual cosa continuem utilitzant la mateixa terminologia, que diferencia cinc moments: R_1 , IP, MP, IR i R_2 .

A partir de les diverses fases d'interferència del diagrama, hem arribat a establir un model teòric -model 1-, la plasmació del qual varia en cada una de les fases concretes. El model presenta els següents moments (Fig. IX.17):

. R_1 : moment de regeneració inicial, format principalment per un bosc de roure o un bosc mixt de roures i alzines, amb pins.

. IP: progressiva reducció dels valors d'AP, principalment de *Quercus t. caducifoli*. Paral·lelament s'incrementen *Ericaceae*, *Quercus t. ilex* i taxons rebrotadors en general, així com també *Cistus* i *Pinus*.

. MP: mínims valors d'AP. Desenvolupament de *Lamiaceae* i, en alguns casos de *Corylus*. En la majoria de fases, aquest moment presenta els màxims valors de cendres, principalment macroscòpiques.

. IR: nou moment de desenvolupament d'*Ericaceae*, *Pinus* i *Cistus*. Progressiva recuperació d'AP i reducció de la concentració de cendres.

. R_n : nova regeneració del bosc. En la majoria de fases, els valors de *Quercus t. ilex* s'han incrementat lleugerament respecte al moment R_1 , especialment en el si de formacions mixtes.

Aquest model pot presentar dues variants segons quina sigui la dinàmica de la diversitat:

. Model 1a: els màxims valors de diversitat es produeixen durant el moment MP, descendeixen vers els extrems i són mínims als moments R_1 i R_n .

. Model 1b: els màxims valors de diversitat s'assoleixen als moments intermedis, amb mínims als moments de regeneració i de màxima pertorbació.

Tanmateix, ja hem assenyalat que les fases específiques difereixen en major o menor grau del model segons quines hagin estat les oscil·lacions del règim de pertorbacions.

Així, per exemple, les fases I2CH i I3CH (Fig. IX.18), es produeixen en el context d'un bosc predominantment caducifoli, mostren una concentració de macrocarbons al moment MP i, des del punt de vista de diversitat, corresponen al model 1a.

Altres fases presenten uns valors inferiors de macrocendres I4ch-, que poden arribar a ser pràcticament inexistents I6-. En algunes d'aquestes fases, com I5CH, els carbons es presenten repartits, sense que estiguin concentrats en cap moment concret.

D'altra banda, si comparem les fases I2CH i I3CH -sobre bosc caducifoli- amb la fase I6 -sobre bosc mixt-, observem que les tendències generals són similars, si bé aquesta darrera correspon al model 1b, en base a la dinàmica de la diversitat.

El Model 2 d'interferència es produeix quan en aquelles fases en que domina àmpliament un bosc perennifoli, als moments de regeneració (Fig. IX.19). Les seves característiques són les següents:

. R₃: els valors d'AP són relativament baixos -20/30% - amb domini de *Quercus t. ilex* i *Pinus*.

. IP: edució dels valors de *Quercus t. ilex* i *Q. t. caducifoli*. Increment dels percentatges d'*Ericaceae*, *Cistus* i *Pinus*. La diversitat augmenta.

. MP: Mínims valors d'AP, amb la reducció de tots els taxons arboris i arbustius. Reducció de la diversitat.

. IR: recuperació dels valors d'AP. Increment d'*Ericaceae*, *Cistus*, *Pistacia* i *Corylus*. Creixement de la diversitat.

. R₆: Regeneració del bosc perennifoli. En la fase R7, on s'ha observat aquest model, la regeneració es produeix també en *Quercus t. suber* i *Q. t. caducifoli*. Reducció de la diversitat.

Com es pot observar, aquest segon model no difereix excessivament de l'anterior (Fig. IX.19). Tanmateix, podem observar diferències importants, com la diferent composició del bosc als moments de regeneració, el fet que *Quercus t. ilex* no juga ara un destacat paper en els moments intermedis -IP i IR,- sinó durant les fases de regeneració, o la diferent evolució de la diversitat, més propera al model 1a (Fig. IX.17).

A partir de les fases d'interferència observades a Besòs, podem concloure:

L'esquema general en cinc moments simètrics, amb l'eix sobre el moment MP, es correspon amb els models observats en d'altres diagrames -CUB i MBA-. Aquestes cinc etapes corresponen a períodes en que les freqüències de perturbació varien: mínimes a R_4 i R_5 , màximes a MP i intermèdies a IP i IR (Fig. IX.17, IX.19).

Han pogut ser definits dos models: el primer es produeix en el si de boscos caducifolis i mixts, i el segon en el marc de formacions vegetals predominantment perennifòlies (Fig. IX.17, IX.19).

Respecte a la dinàmica de la diversitat, observem que el model 1a és exclusiu de les fases d'interferència que tenen lloc en bosc caducifoli, mentre que en formacions mixtes -roure i alzina- o predominantment perennifòlies, predominen els models 1b i 2, similars en tant que els valors de màxima diversitat es localitzen als moments intermedis. Aquest darrer esquema es correspon amb la dinàmica de la diversitat observada a CUB. Tenint present que el model 1a de Besòs és similar a l'observat en àrees mediterrànies, amb predomini de formacions vegetals caducifòlies (MOORE, 1973), avancem l'hipòtesi que el model de diversitat 1a estigui relacionat amb processos de successió, mentre que els models 1b i 2 es puguin relacionar amb processos d'autosuccessió.

Amb la finalitat de fer una anàlisi en detall d'un període d'obertura, hem escollit la

fase C8, força significativa d'aquests tipus de pertorbació (Fig. IX.20).

Durant aquesta fase observem fins a tres cicles de pertorbació-regeneració. La figura IX.20 mostra una corba imaginària que intenta representar el grau de degradació de la vegetació. En el procés de regressió vegetal ací observat, cada una de les fases implica un major grau de degradació respecte a la seva categoria anterior. Així, la fase R_2 -segon cicle- presenta un grau de degradació superior a R_1 -primer cicle-. Igualment, el grau de degradació d'IP2 i MP2 és superior al de IP1 i MP1, respectivament. El procés de regeneració presenta una dinàmica similar al de regressió, però en sentit invers. El conjunt dels tres cicles és simètric amb la inflexió situada sobre el moment MP2: així, per exemple, R_3 és similar a R_1 , IR3 a IP1, Rd a R_1 , etc.

Presentem, de forma molt sintètica, les característiques essencials de cada un dels moments (Fig. IX.20):

. 1r cicle:

. R_1 : bosc mixt de *Quercus t. caducifoli*, *Q. t. ilex* i *Pinus*.

. IP1: *Pinus*, *Quercus t. ilex*, *Ericaceae*, *Cistus*.

. MP1: *Quercus t. ilex*, *Ericaceae*, *Cistus*.

. IR1: *Ericaceae*, *Quercus t. ilex*, *Pinus*.

. 2n cicle:

. R_2 : *Quercus t. ilex*, *Ericaceae*, *Pinus*.

. IP2: *Ericaceae*, *Cistus*, *Pistacia*, *Quercus t. ilex*, *Corylus*, *Lamiaceae*.

. MP2: *Poaceae*, *Lamiaceae*, *Ericaceae*, *Cistus*.

. IR2: *Quercus t. ilex*, *Ericaceae*, *Poaceae*.

. 3r cicle:

- . R₁: *Quercus t. ilex*, *Pinus*.
- . IP3: *Ericacene*, *Pinus*, *Cistus*.
- . MP3: *Ericaceae*, *Pinus*.
- . IR3: *Ericaceae*, *Cistus*, *Pinus*, *Quercus t. ilex*, *Q. t. caducifoli*.
- . R₂: *Quercus t. caducifoli*, *Q. t. ilex*, *Q. t. suber*.

Respecte a les dades pol·líniques d'aquesta fase C8, cal destacar, en primer lloc, que la corba d'AP dona una imatge força fiable del grau de degradació de cada un dels moments, presentant un aspecte "esglaonat", similar al de la corba d'hipotètica degradació de la vegetació. D'altra banda, tornem a constatar que els màxims valors de diversitat se situen als moments inter·medis de pertorbació -IP, IR-, mentre que els valors mínims apareixen en els moments de màxima pertorbació -MP- i de regeneració -R-. Tornem a constatar, així, que la màxima homogeneïtzació del paisatge vegetal correspon als períodes de mínima i màxima pertorbació.

És important observar que els diferents moments de pertorbació es corresponen amb les sèries de degradació i regeneració vegetals definides per G. Bolòs (1962), al Pla de Barcelona (v. cap. III.3, Fig. III.10). A partir del diagrama pol·línic podem establir la següent sèrie regressiva:

Bosc mixt d'alzines i roures ----> brolles d'estepes i brucs amb pinedes, en algunes ocasions
 ----> brolles de lamiàcies i prats secs de gramínies.

Respecte al règim i tipus de pertorbació que té lloc durant aquesta fase C8, constatem en primer lloc, un increment progressiu de la freqüència de pertorbacions entre R₂ i MP2 i

una reducció de la mateixa entre MP2 i Rd, amb oscil·lacions internes.

D'altra banda, durant els primers moments de perturbació -corresponents al primer cicle- el foc no sembla ser la causa principal de l'alteració, si bé es produeix l'extensió de la brolla d'estepes i brucs. Una vegada aquestes comunitats vegetals estan instal·lades, la freqüència d'incendis s'incrementa notablement -PD2 i MP2-, tornant-se a reduir posteriorment, durant el tercer cicle.

Aquesta fase d'intensa degradació vegetal propicià un procés d'erosió, deduïble a partir de l'increment de la taxa de sedimentació, durant la zona BES-C. Tanmateix, la pèrdua de sòl no posà en entredit la regeneració final del bosc -R_d- com havia succeït a la seqüència de CUB.

A tall de reflexions generals respecte al diagrama de Besòs, volem destacar els següents aspectes:

Les restes macrocarbonoses -superiors a 0,5 mm- es corresponen millor amb els canvis pol·línics, fet que ha estat també observat per altres autors (CLARK, 1988a, 1988b). Aquests fragments cendrosos són, essencialment, el reflex d'incendis locals, ja que el seu radi de desplaçament és reduït. El taxó que es veu afectat amb més regularitat pels incendis és *Pinus*, com també succeïa en la totalitat dels diagrames fins ara analitzats. Constatem, així, d'una banda, que els pins són les principals víctimes dels incendis, i, de l'altra, que aquests pins es deuen trobar en una posició relativament propera al punt on fou realitzat el sondatge.

Respecte a *Pinus*, creiem important subratllar ací el fet que aquest taxó és més abundant amb anterioritat a la intensificació de l'acció humana, i que, per tant, la seva expansió natural en zones mediterrànies havia de ser important (MASALLES & VIGO,

1987).

Dos són els papers que *Quercus t. ilex* juga al llarg del diagrama BES. Amb anterioritat a la fase R5 -en el context d'un bosc caducifoli-, aquest taxó es desenvolupa principalment en els moments intermedis de les fases d'interferència (Fig. IX.17). Amb posterioritat a la citada fase, *Quercus t. ilex* s'estén, principalment en els moments de regeneració (Fig. IX.20). Aquest canvi de dinàmica és probablement conseqüència d'una variació climàtica que afavorirà la seva expansió (v. cap. VIII.4). Tanmateix, ens preguntem de nou quin ha estat el paper de les perturbacions en aquesta dinàmica d'expansió de *Quercus t. ilex*. En aquest sentit, observem que, en la dinàmica de perturbació-regeneració del tram inferior del diagrama, en el context d'un paisatge vegetal predominantment caducifoli, *Quercus t. ilex* pot augmentar lleugerament en els moments intermedis de la perturbació, però, durant les fases de regeneració, el domini torna a ser de *Quercus t. caducifoli*, ja que les condicions climàtiques limiten la capacitat d'expansió de l'alzina. Tanmateix, a partir de la datació 3250 B.P., els percentatges de *Quercus t. ilex* augmenten no tan sols en els moments intermedis sinó també en els de regeneració, guanyant progressivament terreny a la roureda. Creiem, per tant, que en un primer moment, les perturbacions no ajuden a l'expansió de l'alzina, mentre que, una vegada instal·lat un règim climàtic més favorable, i en condicions de competitivitat amb la roureda, les perturbacions faciliten i acceleren la instal·lació dels alzinars. Així, clima i perturbacions s'interrelacionen en l'expansió d'aquest taxó.

D'altra banda, hem d'afegir que, malgrat l'expansió de l'alzina és notable en un tram important del diagrama, en les etapes de regeneració més estables es posa de manifest la potencialitat del bosc mixt d'alzines i roures al Pla de Barcelona (CANO, 1994).

Un altre aspecte que ens interessa analitzar és la dinàmica de la diversitat.

En primer lloc, hem d'assenyalar que, a l'igual que succeïa a CUB, els valors de diversitat són força estables al llarg de tota la seqüència, fet que posa de manifest l'estabilitat del bosc mediterrani en els darrers 7000 anys.

Tanmateix, la corba de diversitat permet subdividir el diagrama en tres grans unitats, similars a les observades a MBA: de -27,00 a -22,7 m, amb alts valors, si bé que oscil·lants, de diversitat; de -22,7 a -18,6 m, amb valors de diversitat força estables, i de -18,6 a -9,0 m, amb valors lleugerament superiors i molt variables.

Aquestes tres grans unitats han de ser comparades amb els models de perturbació-regeneració, realitzats a major detall. Així, hem pogut diferenciar dos models de diversitat: un primer que, recordem, presenta els valors més alts en els moments de màxima perturbació; i un segon, amb els valors màxims en els moments intermedis -IP i IR-.

A partir de l'observació conjunta d'aquestes dades, podem extreure una sèrie de conclusions.

En primer lloc, la part inferior del diagrama, amb una alta i variable diversitat, correspon al primer model de perturbació, en el context d'un paisatge vegetal predominantment caducifoli. A partir de les comparacions amb d'altres estudis (MOORE, 1973), avancem la possibilitat que, durant aquesta fase, predominin els processos de successió.

Al tram intermedi del diagrama, amb un bosc mixt d'alzines i roures, l'estabilitat de la diversitat es relaciona amb el segon model de perturbació, posant de manifest una freqüència moderada del règim de perturbacions, així com ja, probablement, l'existència de processos d'autosuccessió.

En la tercera part del diagrama, en un context de vegetació predominantment perennifòlia, la diversitat oscil·la molt, posant de manifest la intervenció humana -qualcom

similar succeeix a CUB-. També ací el segon model de diversitat és present, possiblement com a expressió del domini dels processos d'autosucceció.

. Respecte a les fases d'interferència, ja hem assenyalat l'existència de dos models bàsics, el primer del qual, en la seva variant 1a, correspon a interferències en bosc caducifoli, i, en la variant 1b, en bosc mixt d'alzines i roures. El segon model d'interferència es produeix en bosc perennifoli. Els models 1b i 2 tenen molts elements en comú amb els descrits a CUB.

. Respecte a les causes de la pertorbació, podem establir tres grans grups. En primer lloc, aquelles fases relacionades amb l'existència d'incendis: en bosc caduc -12, 13 i 14-, en bosc mixt -15- i en bosc perennifoli -R7/17b, C10-. El segon grup estaria format per un conjunt de pertorbacions no causades pels incendis, com les fases 16/16c ó 17. L'últim grup, correspon a aquelles fases en que, en un primer moment, la pertorbació no és resultat del foc, mentre que, un cop instal·lades comunitats secundàries -brolles i pinedes-, el foc passa a ser un factor important en el manteniment i intensificació de l'estat d'alteració de la vegetació -C8-. En aquest darrer grup, hem de considerar els incendis alhora com a conseqüència i causa de la pertorbació.

. Per últim, volem subratllar el fet que al sector nord del Pla de Barcelona, malgrat existir períodes llargs i intensos de pertorbació, que provoquen una important erosió, aquesta pèrdua de sòl no arriba a posar en entredit la capacitat de regeneració del bosc mixt d'alzines i roures, que torna a desenvolupar-se de nou quan les fases regeneratives són suficientment estables.

IX.6.2. EL DIAGRAMA DRASSANES-1

En aquest diagrama han estat identificades tres fases de pertorbació -probablement totes amb un caràcter d'interferència- i dues fases de regeneració. Totes aquestes fases presenten la característica comú d'haver-se produït en un context de predomini de comunitats caducifòlies (Fig. IX.21).

La primera fase d'interferència I1, posa de manifest el descens de *Quercus t.* caducifoli i *Pinus*, paral·lelament al creixement d'alguns taxons arbustius com *Corylus* o *Cistus*. Durant aquesta fase els valors de diversitat oscil·len poc i les restes carbonoses són inexistentes.

Respecte a aquesta primera fase, cal resaltar el caràcter poc intens de la pertorbació, d'una banda, i la seva cronologia, anterior a c. 8600 B.P., de l'altra. L'escassa incidència de la pertorbació i la manca de cendres apunten a l'existència d'una alteració menor, no causada pel foc, sinó probablement conseqüència de canvis morfològics del sector litoral durant el procés d'ascens marí holocè (RIERA, 1993a). Aquesta constatació permet reafirmar la idea de la no existència de comunitats vegetals estables durant llargs períodes de temps, inclús amb anterioritat a l'acció de l'home, i destacar l'important paper de les pertorbacions en la dinàmica natural de les comunitats vegetals (SOUSA, 1984; TERRADAS, 1987b). La durada de la fase R1 -c. 700 anys- mostra, emperò, el major grau d'estabilitat de les comunitats caducifòlies, amb anterioritat a la presència de l'home neolític.

La fase de pertorbació I2CH, posa de manifest una alteració més profunda de la vegetació causada, ara, pels incendis. En aquesta fase podem diferenciar dos grans moments (Fig. IX.21):

. Primer moment -I2/i2a-: reducció d'AP com a conseqüència de la davallada de *Quercus t. caducifoli*, paral·lelament al creixement de *Pinus*. Els valors de diversitat descendeixen i els incendis, locals, degueren ser importants.

. Segon moment -I2/i2b-: descens de *Pinus* i creixement de taxons arbustius com *Pistacia*, *Cupressaceae*, *Lamiaceae* i *Corylus*. Els incendis degueren produir-se a escala regional, mentre que els valors de diversitat augmenten lleugerament.

La darrera fase de regeneració -R2- mostra l'increment de *Quercus t. caducifoli* i *Q. t. suber*, principalment.

Cal afegir, a les característiques ja descrites, la cronologia de la fase I2CH, que s'inicià amb anterioritat a 7400 B.P.

El fet que la pertorbació es produís en el si d'un bosc predominantment caducifoli amb pinedes, apropa aquesta fase al model 1a del diagrama BES. Són també trets comuns, la importància dels incendis i el fet que la diversitat s'incrementa en el moment de màxima alteració. Tanmateix, els elements diferencials d'aquesta fase de DR-1 són més significatius. En primer lloc, no es troben ben definits els diversos moments de pertorbació observats en d'altres diagrames -IP, IR i MP-, posant de manifest que no existí un gradient d'intensificació i desintensificació de les freqüència de pertorbacions, testimoniats en altres fases d'interferència. En conclusió, les similituds i diferències respecte als models de pertorbació observats en d'altres diagrames, permeten individualitzar aquesta fase I2CH de Drassanes-1.

La tercera fase de pertorbació -I/C3ch-, no pot ser classificada com d'interferència o d'obertura, donat que la regeneració posterior no ha quedat enregistrada a la seqüència.

El procés de regressió vegetal a I/C3ch es caracteritza per un descens de *Quercus t. caducifoli*, paral·lelament a un creixement de *Pinus*, *Cupressaceae*, *Ericaceae*, *Cistus*,

Quercus t. ilex i *Corylus*. Els valors de diversitat també s'incrementen, si bé la concentració de cendres resta baixa.

IX.7. HISTÒRIA DELS INCENDIS AL SECTOR CENTRAL DE LA COSTA CATALANA

En base a la característiques, la freqüència i la cronologia dels incendis, deduïts a partir de les diverses seqüències pol·líiques, hem definit sis grans períodes (Fig. IX.22).

IX.7.1. PRIMER PERÍODE: PRIMERS INCENDIS AL PLA DE PARCELONA

Els primers nivells d'incendis han estat detectats als diagrames DR-1 -fase I2CH-, BES -fases I1, I2CH i I3CH- i MBA -fases I1CH i I2CH-. En tots aquests diagrames la concentració de macrocendres és força alta, i tan sols a DR-1 es produeix un notable pic posterior de microcendres. Una altra característica d'aquest període és que els incendis afectaren majoritàriament les formacions vegetals predominantment caducifòlies i mixtes, així com les pinedes.

Les altes concentracions de macrocendres ens permeten apuntar l'existència d'incendis propers als punts de sondatge estudiats, possiblement, però, afectant una superfície moderada. Tan sols al ja citat diagrama de DR-1, el pic de microcarbons durant la fase I2/i2bCH, evidencia l'existència d'incendis regionals, a certa distància d'aquesta conca, si bé la manca de datacions no permet correlacionar-lo, per exemple, amb els incendis de les fases I1CH o I2CH, del diagrama MBA.

Les dades cronològiques disponibles per a delimitació d'aquest període són:

. Les primeres concentracions destacables de restes cendroses, es documentades a DR-1 amb anterioritat a 7400 B.P., possiblement vers els 8000/7600 anys B.P.

. A BES, els incendis són posteriors a 6870 B.P.

. A MBA, les fases d'interferència I1CH i I2CH, són anteriors a 5000 B.P.

Observades en conjunt, aquestes tres dades ens permeten apuntar una cronologia aproximada d'entre 7800 i 5500 B.P., per a aquest primer període d'incendis.

IX.7.2. SEGON PERÍODE: REDUCCIÓ DE LA FREQUÈNCIA D'INCENDIS

Entre aproximadament els 5500 i els 3000 anys B.P., s'estèn un període en que la concentració de macrocendres davalla notablement a MBA i probablement també a BES -en aquest darrer diagrama, la precisió cronològica és menor-. D'altra banda, a CUB, els valors de microcendres són força reduïts.

Aquest conjunt de dades permeten deduir l'existència d'una fase en que els incendis es rarificaren a l'àrea estudiada, si bé els baixos, però presents valors de microcendres a CUB -I1ch i I2ch-, a MBA -R2/r2b- i BES -I4ch i R4-, demostren que es produïren alguns incendis amb un règim de freqüència inferior, i més allunyats de les conques estudiades.

Tanmateix, cal insistir en el fet que el nombre de dades i de datacions absolutes per a aquest període és molt escàs, fet pel qual, aquests trets generals no poden més que ser apuntats a tall d'hipòtesi.

IX.7.3. TERCER PERÍODE: INCREMENT MODERAT DELS INCENDIS A LA PLANA BARCELONINA

Per a aquest període, les dades de MBA -I/C3CH- i BES -I5CH i I6- ens indiquen l'existència d'incendis locals -presència de macrocendres- però de freqüència moderada - superior a la del segon període, però inferior a la del primer-. D'altra banda, al sud del massís de Garraf, el diagrama de CUB posa de manifest la inexistència, pràcticament total, d'incendis -I3-, que en tot cas, presentaven una molt baixa freqüència -C4/c4ach-. Els incendis degueren ser més habituals, doncs, al Pla de Barcelona.

Els valors de cendres de BES són especialment importants en tant que permeten situar l'inici d'aquest període a partir dels 3200 anys B.P., corroborant la cronologia deduïda per extrapolació a MBA (v. cap. VIII.4). La present fase d'incendis finalitzaria, aproximadament, vers el 2500/2000 anys B.P.

IX.7.4. QUART PERÍODE: INCREMENT DELS INCENDIS AL SUD DE L'ÀREA ESTUADIADA

Els valors de cendres micro i macroscòpiques augmentaran ara lleugerament en diversos diagrames pol·línics, com a CUB, on s'aprecien pics de microcendres aproximadament entre els 2500/2200 anys B.P. -C4/i4ach, I4/r4b- i els 1700 anys B.P. -C4/i4cCH-. A MBA s'aprecia un nou increment de macrocendres a la part final del diagrama, amb una cronologia aproximada de 2500/2000 B.P. -I/C3CH-. D'altra banda, a CCL, observem els primers valors de cendres macroscòpiques vers 2000 B.P. -Nivell 3-, posant-se de manifest, a l'igual que a MBA, l'existència de focs propers a les conques. Al

nord de la plana barcelonina, ai diagrama de BES, els valors de cendres es mantenen força baixos, apareixent tan sols cendres microscòpiques, indicadores d'incendis produïts a certa distància, i que podrien ser el reflex d'aquells incendis documentats al voltant del delta del Llobregat.

Aquest conjunt de dades mostra que s'ha produït un lleuger increment dels incendis entre els c. 2500 i 1500 B.P., centrats principalment al sector del delta del riu Llobregat i, en menor mesura, a la Marina penedesenca, mentre que al sector nord del Pla, els focs semblen ser més dèbils, sinó inexistents.

IX.7.5. CINQUÈ PERÍODE: ALTA FREQUÈNCIA D'INCENDIS GENERALITZADA

Vers els 1300/1200 anys B.P., s'aprecia, en tots els diagrames realitzats, un fort increment de les dues categories de cendres. Aquest fort increment és observable a CUB, amb una data aproximada de 1300 anys B.P., segons extrapolacions -C5/c5aCH-; a MTR, amb una datació de 1250 B.P. -IP, MPI-, a CCL -Nivell 1-, sense datacions; i a BES -C7-, amb una datació de 1300 B.P.

Així, podem concloure que, vers els 1300/1200 anys B.P., tingué lloc un procés de notable increment de les freqüències d'incendis a tota l'àrea estudiada, des del nord del Pla de Barcelona fins a la Marina penedesenca.

IX.7.6. SISÈ PERÍODE: DISMINUCIÓ DE LA FREQUÈNCIA D'INCENDIS

A partir de c. 1300/1200 B.P., la freqüència d'incendis torna a reduir-se, si bé els diversos diagrames que comprenen aquest període, continuen presentant concentracions de cendres.

A CUB, s'aprecia un nou increment de cendres a les mostres superiors del diagrama - C5/r5b-; a MTK -moment IR-, augmenten les micro i macrocendres -aproximadament vers 1000/800 B.P.-; mentre que a BES, un nou creixement de macrocendres té lloc a la fase C10, vers els 1000/800 anys B.P.

Podem afirmar, doncs, que, si bé respecte a la fase anterior, s'ha produït un descens de la freqüència dels focs, aquests continuen essent un element de pertorbació comú, principalment al Pla de Barcelona, amb un nou increment de la seva freqüència vers els 1000/800 anys B.P., aproximadament.

IX.8. ELEMENTS DE DISCUSSIÓ SOBRE LA DINÀMICA DE PERTORBACIÓ-REGENERACIÓ FORESTAL

IX.8.1. MODELS GENERALS DE PERTORBACIÓ-REGENERACIÓ OBSERVATS ALS DIAGRAMES POL·LÍNICS

La pràctica totalitat de fases de pertorbació observades en els diversos diagrames pol·línics, es corresponen amb un model general, que es presenta dividit en cinc moments:

. **Seqüència regressiva:**

- . **R₀**: vegetació forestal força estable, amb anterioritat al període de pertorbació.
- . **IP**: inici de la pertorbació. Moment caracteritzat per un descens d'AP i un augment de cendres.
- . **MP**: moment de màxima pertorbació. Mínims valors d'AP i màxima concentració de cendres.

. **Seqüència regenerativa:**

- . **IR**: inici de la regeneració de la vegetació. Nou augment dels valors d'AP i reducció de les cendres.
- . **R₀**: regeneració de la vegetació forestal. Màxims valors d'AP i mínims de cendres.

La plasmació d'aquest model en les diverses seqüències pol·líniques, permet diferenciar entre dos tipus de fases de pertorbació, ja anteriorment descrites:

a. Fase d'interferència: s'observa l'existència d'un únic d'aquests cicle de regressió-regeneració, essent l'estat de la vegetació a R_0 similar al de R_0 .

b. Fase d'obertura: s'arriben a superposar dos o tres cicles de regressió-regeneració, amb la característica que els moments de regeneració intermedis corresponen a un grau de degradació superior al moment inicial R_0 . En la majoria de casos, el moment R_0 presenta un espectre pol·línic modificat respecte a R_0 , és a dir, la regeneració vegetal no és completa.

Responen a aquestes característiques, per exemple, les fases C4 de CUB, MTR o C8 de BES.

Cada un dels moments que constitueixen una fase de perturbació -regressió i regeneració- en els diagrames pol.línics, representa diferències en el règim de perturbació: freqüència mínima en els moments de regeneració, màxima, en els de màxima perturbació, i mitjana, en els moments intermedis.

IX.8.1.1. Les fases d'interferència

De l'anàlisi conjunta de les fases d'interferència individualitzades als diversos diagrames, podem establir una sèrie d'elements comuns:

Pinus creix, en la majoria de casos, en els moments IP i IR, és a dir, amb una freqüència mitja de perturbacions. Excepció feta del diagrama de MBA, *Ericaceae* presenta el seu màxim desenvolupament durant aquests mateixos moments.

Si bé *Pinus* acostuma a reduir-se als moments MP, en algunes fases -com per exemple, I3 de CUB, I1CH i I2CH de MBA- els seus valors percentuals i de concentració poden romandre força alts en aquests moments de màxima alteració. En aquests casos, hem de pensar que la freqüència de perturbacions fou menor en aquestes fases que en aquelles en que aquest taxó davalla notablement a MP.

Quercus t. ilex es desenvolupa, en la majoria de diagrames, durant les fases de regeneració, excepte en el model 1 de BES, on, al ser dominant el bosc caducifoli, *Quercus t. ilex* juga un paper important als moments intermedis, conjuntament amb d'altres taxons

rebrotadors.

A la fase I3 de CUB i al diagrama MBA, *Pistacia* es desenvolupa principalment als moments intermedis, si bé a les fases I1 i I2 de CUB, aquest taxó presenta una important expansió a MP. Aquest fet pot ser conseqüència tant d'una major freqüència de pertorbacions a I1 i I2 de CUB com d'un canvi en les condicions ambientals -variacions climàtiques, etc-.

Hem assenyalat reiteradament que els cinc moments que constitueixen una fase de pertorbació són el reflex de variacions en el règim o freqüència de pertorbació. Malgrat la manca, en aquest moment, d'un corpus suficient de datacions, creiem interessant apuntar freqüències possibles de pertorbacions, basant-nos en els estudis actuals sobre regeneració forestal (v. cap. IX.9). Així, durant els moments R₁ i R₂, l'interval entre pertorbacions seria superior a 20/25 anys, si ens trobéssim davant de processos d'autosuccessió, o a 50 anys, en el cas que es tracti processos de successió primària. Per als moments intermedis -IP i IR-, el desenvolupament, en la majoria de fases, d'*Ericaceae* i *Pinus*, palesaria un interval entre alteracions superior als 10/15 -temps aproximat que requereix *Pinus* per a fructificar-, però inferior als 20/25 anys, ja que el conjunt de *Quercus* descendeix. En els moments de MP, l'interval entre pertorbacions seria inferior als 10/15 anys, provocant la reducció de *Pinus*. Tanmateix, en aquest darrer moment és on s'evidencien diferències més marcades entre els diversos diagrames. En aquest sentit, en aquells moments de MP en que *Pistacia* s'incrementa i *Pinus* davalla dràsticament -I1ch i I2ch de CUB-, l'interval entre incendis podria haver estat d'entre 3 i 10 anys, aproximadament. En d'altres fases, en que *Pinus* manté valors elevats durant el moment MP -I3 de CUB, I1CH i I2CH de MBA o I2CH, I4ch, etc. a BES-, l'interval seria, aproximadament, d'uns 10/15 anys.

Malgrat tot, aquestes deduccions aporten únicament dades aproximades i hipotètiques, que només podran ser contrastades amb l'obtenció d'un conjunt suficient de

datacions absolutes.

. Respecte al paper dels incendis durant els períodes d'interferència, cal diferenciar entre tres tipus de fases:

a. Pertorbacions no provocades per incendis. Exemples d'aquest tipus de fase d'interferència són I3 de CUB, I7 de BES, etc. Les possibles causes d'aquestes pertorbacions seran analitzades al capítol posterior al ser tractada l'acció antròpica sobre el medi vegetal.

b. Incendis en molt baixa freqüència. Fases corresponents a aquest tipus d'interferència les observem en els diversos diagrames pol.línics, especialment entre, aproximadament, els 5500 i 3000 anys B.P. Alguns exemples poden ser I1ch i I2ch de CUB, o I4ch i I6ch de BES.

c. Pertorbacions provocades per una alta freqüència d'incendis. Els exemples són nombrosos i comprenen principalment les fases d'interferència del primer període d'incendis (v. cap. IX.7). Diversos exemples poden ser: I1CH i I2CH de MBA ó I2CH i I3CH de BES.

L'existència de fases d'interferència amb baixa freqüència d'incendis o inexistència dels mateixos, permet establir diferències entre les característiques d'aquestes fases a la costa catalana i les observades per G. Simmons i B. Innis (1981) a Gran Bretanya.

. Si bé el que hem estat descrivint fins a aquest moment és un model general que sintetitza les característiques comuns de les fases d'interferència dels diversos diagrames, la plasmació, en cada seqüència, d'aquestes fases diferirà en cada cas concret, ja que els règims de pertorbacions presenten sovint fluctuacions, no responent en tots els casos a l'esquema lineal, simplificat, d'intensificació i desintensificació.

En aquesta expressió real del model general d'interferència, s'observa que, si bé en la majoria de fases, les cendres són més abundants al moment de màxima perturbació, en alguns casos, aquestes estan repartides uniformement en tota la fase, mentre que, en d'altres, són inclús més abundants en els moments intermedis.

Per últim, volem destacar que, si bé ens manquen dades cronològiques per a establir el període de temps que comprenen les perturbacions del tipus interferència, les extrapolacions cronològiques realitzades al diagrama de CUB permeten apuntar una durada aproximada d'entre 350 i 550 anys, dada que estaria en consonància plena amb el lapse de temps documentat als episodis tipus *landnam*, identificats al centre i al nord d'Europa, amb una durada d'entre 200 i 600 anys (SMITH, 1981; O'CONNELL, MOLLOY & BOWLER, 1988).

IX.8.1.2. Les fases d'obertura

A l'inici del present punt, hem fet una definició del concepte de fase d'obertura, passem ara a detallar les característiques observades en el context del bosc mediterrani.

En primer lloc, la dinàmica de regressió-regeneració d'una fase d'obertura és més complexa, amb diversos episodis intermedis.

El major detall amb que hem pogut analitzar aquestes fases, ha permès establir una seqüència regressiva de vegetació al Pla de Barcelona. Així, a MTR s'aprecia el pas d'un paisatge dominat per *Quercus t. ilex*, *Q. t. caducifoli* i *Pinus -R_s-*, a l'extensió de comunitats de pins i brucs, i, posteriorment, a pinedes i a una brolla formada principalment per estepes. A BES -fase C8- la seqüència regressiva és més completa, passant-se de l'etapa d'estepes i

brucs a una dominada per les gramínees -possiblement prats secs- i lamiàcies.

. En les darreres fases d'obertura dels diagrames ens trobem amb dues situacions diferenciades.

En el cas de CUB, la fase C5 permet observar que la regeneració de la vegetació posterior a la perturbació serà tan sols possible per a les formacions de màquia, brolla i pineda -R6-. En aquest cas, creiem que les condicions ambientals han canviat durant la intensa fase de perturbació amb incendis, donant lloc a una vegetació potencial diferent a la que existia en l'anterior fase de regeneració -R5-, formada per alzinars mixts, pinedes i màquies. Creiem que aquest canvi degué ser en gran part conseqüència de l'erosió dels sòls, que pogué tenir conseqüències importants en una àrea de nivells edàfics primis i difícilment regenerables, com els que es desenvolupen sobre substrat calcari.

A l'altre extrem del nostre sector d'estudi, l'elevada freqüència de perturbacions no arribà a posar en entredit la regeneració de la vegetació, com es posa de manifest a les fases R7 ó R9 de BES, on la potencialitat del bosc mixt sembla mantenir-se inclús fins a èpoques molt recents (CANO, 1994). Al diagrama MTR, es documenta una situació intermèdia, amb una regeneració notable de l'alzinar, però on es mantenen les brolles i pinedes.

. Respecte al paper del foc en les perturbacions del tipus obertura, cal diferenciar entre dos grups:

a. El primer grup -fases C4 de CUB i C8 de BES- comprèn aquelles fases d'obertura en que, inicialment, l'alteració de la vegetació no és conseqüència directe dels incendis. Aquestes perturbacions inicials, emperò, provoquen l'extensió de pinedes i brolles, vegetació que, en un segon moment de la fase, facilitarà l'extensió dels incendis, que seran presents amb una alta freqüència.

Creiem que aquests dos exemples poden refermar les observacions realitzades per T. Frarquesa (1987) al cap de Creus, una zona silícica com l'ací estudiada. Segons aquesta autora, en el primer moment d'instal·lació de les brolles, el foc no juga un paper destacat, essent possiblement les rompudes antròpiques -eliminació per arrencada d'individus d'alzina i roure- l'agent principal de pertorbació. L'extensió de la brolla sí afavoreix l'incendi -d'altra banda també d'origen humà-, mantenint l'ecosistema en un estat d'immaduresa. Si la freqüència de pertorbació per incendis augmenta -produint-se cada dos anys-, es pot arribar a perdre la capacitat de rebrotació i de germinació -en el segon cas per esgotament del banc de llavors al sòl-, propiciant-se l'extensió de prats secs de gramínies. Avancem respecte al capítol següent que aquest procés es produeix generalment com a conseqüència de l'explotació ramadera en zones mediterrànies.

En aquests casos, el foc és, doncs, alhora conseqüència i causa de les pertorbacions.

b. En un segon conjunt de fases d'obertura, com C5 de CUB, MTR o C10 de BES, sembla que el foc és present des de l'inici de la pertorbació. Aquest model ha estat principalment observat als diagrames de CUB i MTR, per la qual cosa, creiem probable que pugui estar vinculat a l'existència d'una vegetació de caire més meridional -pereunifòlia i escleròfil·la- on el foc es propagui amb més facilitat.

Establir la durada d'aquestes fases d'obertura torna a ser difícil donada l'escassetat de datacions absolutes. Tanmateix, a CUB s'han estimat durades de 1000 anys, per a C4, i de 700/800 anys, per a C5, mentre que a MTR, s'ha proposat una durada d'uns 700 anys. El lapse de temps, tot i ser imprecís, posa de manifest que aquest tipus de fase és més llarga que la d'interferència.

IX.8.2. INCENDIS : CANVIS DE LA VEGETACIÓ: EL PAPER A LLARG TERME DE LES PERTORBACIONS

Del conjunt de dades obtingut en els diversos diagrames, cal destacar, en primer lloc, la relació inversa existent entre la concentració de macrocarbons i els valors de *Pinus*. Aquesta relació és especialment evident als diagrames BES, CCL i BES. D'aquesta constatació es desprèn que el taxó més afectat pels incendis en els darrers 7500 anys B.P. és el pi, fet que, d'altra banda, ha estat reiteradament observat tant en estudis sobre vegetació actual (TERRADAS, 1987b), com en registres de línies fòssils (SWAIN, 1973, 1980; CWYNAR, 1978; etc.).

Exceptuant el diagrama BES, en la resta de seqüències, *Pinus* creix progressivament des de la base de' diagrama vers la part superior, amb les evidents oscil·lacions intermèdies. Així, si bé els períodes d'alta freqüència de pertorbacions fan davallar puntualment els valors -tant percentuals com de C.P.- de *Pinus*, sembla ser que, a llarg terme, la dinàmica de pertorbacions afavoreix el seu desenvolupament. Tanmateix, la progressiva expansió de *Pinus* pot estar també provocada per les oscil·lacions del règim climàtic, com ha estat anteriorment apuntat (v. cap. VIII 4). Ens trobem, doncs, davant d'una problemàtica complexa: la relació existent entre règim de pertorbacions, canvi climàtic i extensió de determinats taxons.

Un fenomen similar s'aprecia al diagrama de BES, en relació al taxó *Quercus t. ilex*. Ja hem descrit anteriorment que, al llarg del diagrama, aquest taxó juga un doble paper, desenvolupant-se en els moments intermedis de la pertorbació de les zones BES-A i BES-B, en les que dominen les formacions vegetals caducifòlies i mixtes, respectivament, i creixent en els moments de regeneració de les zones BES-C i BES-D, amb predomini de vegetació perennifòlia. Aquesta dinàmica de pertorbacions es sobreposa a un procés d'oscil·lació

climàtica que afavoreix el desenvolupament de les comunitats escleròfil·les, iniciat vers els 4000/3000 anys B.P.(v. cap. VII.4).

Respecte de la dinàmica de *Quercus t. ilex* a BES que venim discutint, cal destacar els següents aspectes:

La freqüència d'incendis és més alta en fases dominades per les rouredes -I2CH i I3CH-, que en d'altres amb bosc mixt d'alzines i roures -fases I5CH, I6ch o I7-. D'això deduem que l'extensió de vegetació escleròfil·la, d'una banda, i l'increment de la freqüència d'incendis, de l'altra, no són processos paral·lels.

Tanmateix, sí sembla que, una vegada les condicions climàtiques són més favorables per a la instal·lació de la vegetació escleròfil·la, les pertorbacions afavoreixen l'extensió d'aquestes espècies, especialment a partir del moment que la freqüència d'alteracions és suficientment alta -a partir de la fase C8-.

Amb els exemples de *Pinus* i *Quercus t. ilex* que acabem d'exposar, es constata que, si bé no existeix una relació directa entre tipus de vegetació i règim d'incendis, sí existeix una interrelació entre oscil·lació climàtica i pertorbacions, en tant que, un cop les condicions ambientals es van fent favorables per a un determinat tipus de comunitat vegetal, les pertorbacions són un dels mecanismes que possibiliten la seva expansió, essent els espais oberts més fàcilment ocupats per aquestes comunitats que ara estan en major equilibri amb les condicions climàtiques (BRUBAKER, 1986).

En general, podem dir que la relació existent entre *Quercus t. ilex* i el conjunt de taxons rebrotadors, amb els incendis és menys evident que l'observada en el cas de *Pinus*. Si bé les dades de C.F. de CUB permeten observar una certa relació inversa entre taxons rebrotadors i cendres, en els diagrames de MBA i BES, sembla ser que els valors mitjans de

cedres -indicadors d'una freqüència mitja d'incendis- afavoreixen el desenvolupament d'aquests taxons, mentre que, la inexistència d'incendis, d'una banda, o l'excessiva freqüència dels mateixos, de l'altra, provoquen un descens dels valors dels taxons rebrotadors. És evident que la relació d'aquests taxons amb el foc és més complexa que l'observada en *Pinus*.

D'altra, A.M. Swain (1978), en un intent de relacionar freqüència d'incendis i condicions climàtiques, divideix els períodes de major freqüència de focs en fases *short-term* i *long-term*. En el primer cas, els incendis es relacionen amb perturbacions puntuals, mentre que els incendis *long-term* es caracteritzen principalment per produir-se de forma més dilatada en el temps, i més àmplia en l'espai, i estar, segons aquest autor, relacionats amb processos de canvi climàtic. Així, la detecció d'incendis en diversos diagrames pot ser un element vàlid que ens permeti identificar aquest segon tipus de règim d'incendis. En el nostre cas, i donada la relativa fragmentació de les dades, tan sols ha estat possible identificar una fase de major freqüència d'incendis comú a tots els diagrames, vers els 1300 anys B.P. (v. cap. IX.7.5). El fet que aquesta fase s'hagi produït en tota l'àrea estudiada és un argument a favor de la possible existència d'una oscil·lació climàtica en aquest moment, ja apuntada anteriorment (v. cap. VIII.5). Aquesta possibilitat estaria recolzada pel fet que al Marroc s'hagin documentat incendis en aquest moment cronològic, essent possible afirmar que la fase de major freqüència d'incendis vers 1500/1300 B.P., té un abast regional (LAMB, DAMBLON & MAXTED, 1991).

Existeixen altres períodes amb incendis coincidents en més d'un diagrama, com serien els trams inferiors de les seqüències BES i MBA (entre 7000 i 5500 B.P.). Malgrat tot, la manca de registres que abastin aquest període en d'altres àrees, fa difícil atorgar a aquest període el qualificatiu de regional. No oblidem, emperò, que incendis en el mateix lapse

cronològic han estat també documentats al delta del Roine (TRIAT-LAVAL, 1978).

IX.8.3. EVOLUCIÓ DE LA DIVERSITAT

Un primer punt de discussió respecte a la diversitat es refereix a la seva evolució en els diagrames pol.línics. A aquest respecte, cal exposar dues constatacions importants:

. En primer lloc, els valors de diversitat en els darrers 8600 anys són força alts i estables als nostres diagrames -entre 2,5 i 5 bits d'informació-, especialment si els comparem amb d'altres seqüències pol.líniques realitzades en boscos caducifolis medieuropeus, on, durant el mateix període cronològic, la diversitat pot oscil.lar entre 0,75 i 2,5 bits d'informació (MOORE, 1973).

. En un estudi conjunt dels diagrames realitzats a la costa central catalana, s'aprecia un primer període amb importants oscil.lacions de la diversitat -zones BES-A i MBA-A-, seguit d'una fase amb una diversitat més estable -zones BES-B, CUB-A i CUB-B-. El darrer període torna a caracteritzar-se per les fortes oscil.lacions de la corba de diversitat -zones BES-C i BES-D, CUB-C i CUB-D i MTR-. Podem observar, com era d'esperar, que, a grans trets, les oscil.lacions de la diversitat estan més accentuades en les fases amb una major freqüència de perturbacions: entre c. 7000/5500 B.P. i entre 2000/800 B.P.

Respecte a la dinàmica de la diversitat dins les fases de perturbació, dos grups han pogut ser establerts:

. Fases en que els valors de màxima diversitat es produeixen als moments de MP. En

aquest grup s'inclou el model 1a de BES i el model de MBA. En general, aquest primer model de diversitat es produeix en el si de boscos caducifolis, com a BES, o de boscos mixts d'alzines i roures, com a BES i MBA.

. Fases en que els valors màxims de diversitat s'assoleixen als moments intermedis -IP i IR-. Aquest grup el formen, per exemple, el model 1b de BES, les fases d'obertura del mateix diagrama, així com les fases d'interferència i obertura a CUB. Aquesta dinàmica de diversitat és més comú que l'anteriorment descrita i ha estat documentada en medis forestals mixts -alzina i roure- i predominantment perennifolis.

La primera conclusió que podem extreure és que el segon model de diversitat, el més comú en els nostres diagrames, corroboraria la idea que els màxims valors de diversitat s'assoleixen durant les etapes intermèdies de la pertorbació (SOUSA, 1984). També H.J.B. Birks i J.M. Line (1993) han exposat aquesta idea, si bé assenyalen que, en diagrames pol·línics fòssils, aquest increment de diversitat és més la conseqüència d'una major subdivisió del paisatge en tessel·les, que no pas d'un augment de la diversitat específica dins les comunitats vegetals. Seguint, doncs, aquest principi, en el segon model de diversitat descrit, els mínims valors d'aquesta variable als moments R_1 , R_2 , indica que el paisatge vegetal tendeix a uniformitzar-se durant les fases més estables, a l'igual que succeeix al moment MP, al sobrepassar-se un cert líndar en la freqüència de les pertorbacions (ODGAARD, 1992b).

D'altra banda, cal incidir ací en la idea, ja exposada, que durant els processos d'autosuccessió, la diversitat de les comunitats s'incrementa justament en les etapes intermèdies de regeneració -entre 2 i 4 anys posteriorment a l'incendi (TRABAUD & PAPIÓ, 1987)-.

Aquest conjunt de dades referents a la diversitat han estat exposades en tant que permeten plantejar-se la següent qüestió: és possible diferenciar en els diagrames pol.línics entre els processos de successió i d'autosuccessió, en relació a l'existència de dos models de diversitat als diagrames pol.línics?

Si bé la resposta a aquesta pregunta no pot ser senzilla, i tampoc pretenem solucionar-la en aquest treball, sí creiem poder apuntar alguns elements de discussió.

En primer lloc, el fet que a les seqüències pol.líniques estudiades, els valors de diversitat siguin fins cert punt estables en els darrers 8000 anys -especialment si els comparem amb els diagrames medieuropeus (MOORE, 1973)-, pot ser una dada favorable a l'argument que l'autosuccessió hagi jugat des d'antic un paper fonamental en la dinàmica de perturbació-regeneració en sistemes mediterranis.

D'altra banda, l'existència d'un primer model de diversitat, en que aquesta s'incrementa al moment MP, observat principalment en el si dels boscos caducifolis -d'altra banda, idèntic a la dinàmica existent a les Illes Britàniques (MOORE, 1973)-, pot ser posada en relació amb processos de successió primària. En aquest procés, la riquesa florística i de tesselles s'incrementa a l'existir substitució de comunitats vegetals. El segon model -màxima diversitat a IP i IR-, que es produeix principalment en boscos mixts i perennifolis, podria estar relacionat amb els processos d'autosuccessió, en els que els canvis florístics són menors i, en canvi, són més importants les oscil·lacions de les poblacions. Tanmateix, insistim, aquesta possibilitat no és més que una primera aproximació a la problemàtica, proposant algunes hipòtesis, potser massa aventurades, que hauran de ser contrastades o rebutjades en futurs estudis paleoflorístics.

IX.8.4. LES PERTORBACIONS, NATURALS O ANTROPIQUES?

Si bé aquest punt del capítol potser hauria d'haver estat abordat anteriorment, en el marc del plantejament introductori sobre les pertorbacions, hem volgut tractar-lo ací en tant que fa possible enllaçar el present capítol amb el següent, dedicat a l'acció antròpica.

Hem volgut, fins a aquest punt, analitzar de la forma més escèptica possible les pertorbacions, sense entrar a discutir les causes últimes que les provoquen, si bé en algun moment ens ha estat impossible evitar fer alguna referència a l'acció de l'home, del clima, etc. En el següent capítol ens ocuparem d'analitzar altres aspectes -paleoflorístics, arqueològics, etc.- que ens permetin atribuir o no algunes d'aquestes pertorbacions a l'acció humana.

Ara per ara tan sols ens interessa classificar d'una forma ràpida i esquemàtica algunes dels agents que poden ser causants de les concentracions de cendres i de les pertorbacions als diagrames pol·línics:

a. Pertorbacions no acompanyades de cendres als diagrames pol·línics. Hem de suposar, per tant, que aquestes no foren provocades per incendis. Podem diferenciar entre:

a.1. Naturals: esllavissaments, defoliació per plagues, canvis en la línia de costa, etc.

a.2. Antròpiques: estassades, rompudes, etc.

b. Pertorbacions acompanyades de cendres als diagrames. Si bé en la majoria de casos les cendres indiquen l'existència d'incendis, no sempre es pot establir aquesta relació directa.

En el cas que les cendres tinguin el seu origen en la crema de la vegetació, podem diferenciar entre:

b.1. Incendis naturals, per llamps principalment. Sembla, tanmateix, que aquesta causa dels incendis és actualment poc important en àrees mediterrànies -entre 0,6 i 2,4% dels casos-, essent la majoria dels provocats per l'home (RIBA & TERRADAS, 1987).

b.2. Incendis d'origen antròpic:

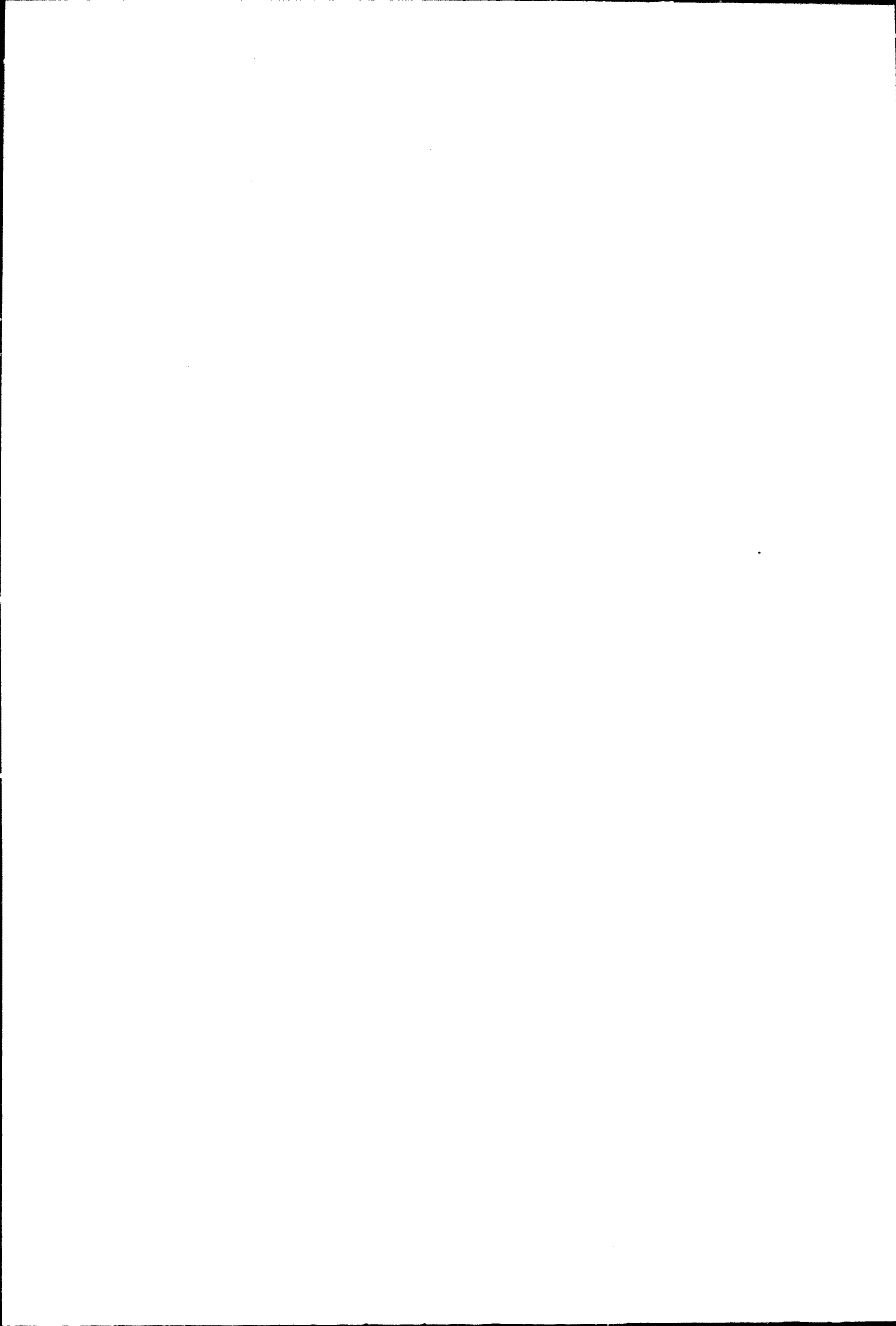
b.2.1. Crema o recia de la vegetació viva, tant de forma voluntària com accidental. Correspondria al que es coneix com a incendi forestal.

b.2.2. Crema de vegetació morta. Aquesta pràctica seria el resultat d'una tala inicial i una crema posterior d'aquestes restes vegetals. Sembla ser que aquesta fou una pràctica habitual en l'agricultura prehistòrica -*slash and burn*-. Desconeixem, per manca de referents, si altres pràctiques agro-forestals, com el carboneig, podrien donar lloc a un espectre pol·lìnic i de cendres similar.

Existeix, emperò, la possibilitat que la reducció del bosc paral·lelament a l'increment de cendres no sigui el resultat d'incendis de la vegetació *in situ*. Aquest seria el cas, per exemple, que un grup humà hagués realitzat tals de bosc amb finalitats agro-pecuàries - reduint, per tant, els percentatges d'AP-, mentre que les cendres aparegudes als diagrames provinguessin de les llars del jaciment.

Establir en cada un dels casos l'origen de les perturbacions és sempre difícil. Tan sols l'anàlisi d'altres elements -grans de pol·len d'espècies conreades, males herbes acompanyants

d'activitats agro-pecuàries, existència de jaciments arqueològics al sector, etc. - poden aportar nous arguments a la interpretació. Tanmateix, volem retenir la idea de la dificultat que es produeixin incendis naturals a la terra baixa mediterrània (RIBA & TERRADAS, 1987), que ha estat estimat en un 5%, aproximadament (LE HOUREAU, 1987). Aquest fet ha estat indirectament observat per nosaltres al constatar que no existeix una relació directa entre vegetació escleròfila i increment de la freqüència d'incendis.



X. ACCIÓ ANTRÒPICA SOBRE EL MEDI VEGETAL AL SECTOR CENTRAL DE LA COSTA CATALANA

X.1. IDENTIFICACIÓ DE L'IMPACTE ANTRÒPIC EN ELS DIAGRAMES POL·LÍNICS

Un dels principals arguments que els diversos autors han usat per a identificar l'impacte antròpic en seqüències pol·líniques ha estat considerar l'home com l'agent causant de perturbacions sobre medis vegetals *naturals*. En aquest sentit, doncs, tots els elements exposats al capítol anterior, al parlar d'aquestes perturbacions (v. cap. IX.2), són potencialment també indicadors de l'existència de desforestacions antròpiques:

. Oscil·lacions de la corba AP/T, com a variable indicativa de la taxa de recobriment forestal.

. Creixement d'espècies arbustives, indicadores de processos regressius vegetals -p.e. *Pistacia*, *Ericaceae*, *Buxus*, *Cistus*, etc.

. Increment de les partícules de cendres, paràmetre que evidencia l'existència i freqüència d'incendis.

. Variacions dels valors de diversitat, plasmació de processos de successió i d'autosuccessió que s'inicien amb posterioritat a les perturbacions.

Tanmateix, respecte a aquest conjunt d'elements, cal tenir en compte una sèrie de matisacions que fan que la relació perturbació-acció humana no sigui sempre directa.

En primer lloc, les perturbacions no són sempre conseqüència d'una acció humana, ja que poden existir causes naturals, principalment incendis, si bé hem de tenir present que aquests es produeixen amb escassetat al bosc esclerofil·le mediterrani.

D'altra banda, una activitat humana no té sempre com a resultat l'alteració del sistema forestal. Es pot donar el cas que l'home fes ús de zones marginals del bosc, on el sistema és més fràgil, o simplement d'àrees no forestades com els sectors litorals per a portar a terme activitats d'explotació (EDWARDS, 1982).

Dins el conjunt de taxons que apareixen en una seqüència pol·línica, hi ha un grup d'Indicadors Antròpics -I.A.- que posen de manifest, d'una forma més evident, l'existència d'activitats humanes, i són els que han de permetre atribuir a l'home les perturbacions forestals.

Dins d'aquest grup, K-E. Behre (1990) ha diferenciat entre:

Els Indicadors Antròpics Primaris -I.A.P. Aquests corresponen a espècies vegetals directament conreades per l'home amb la finalitat d'obtenir una collita, explotar els seus fruits, etc. La majoria d'aquests taxons són *Anthropochores*, és a dir, no són autòctons del sector estudiat, sinó que han estat introduïts per l'home (BEHRE, 1988).

Els Indicadors Antròpics Secundaris -I.A.S.- són aquells taxons que, sense ser explotats per l'home, es veuen afavorits per les seves activitats. Aquest grup comprèn principalment espècies ruderals i adventícies. La majoria d'aquests taxons són *Apophytes*, és a dir, plantes nadiues de la regió, que s'estenen per causes antròpiques (BEHRE, 1988).

X.1.1. ELS INDICADORS ANTROPICS PRIMARIS -I.A.P.-

Existeix un conjunt de taxons pol.línics que poden correspondre a plantes conreades per l'home. En la majoria de casos, emperò, llur atribució al conreu no pot ser realitzada mecànicament.

Dins els taxons herbacis, cal destacar:

X.1.1.1. *Cannabaceae*

El tipus pol.línic *Cannabaceae* inclou els gèneres *Cannabis* i *Humulus*.

L'espècie *Humulus lupulus* es natural a l'àrea estudiada - ocupa bardisses humides en boscos de ribera (BOLÒS *et al.*, 1990)-, fet pel qual valors de *Cannabaceae* apareixen en els nostres diagrames des d'antic, amb anterioritat a 8600 B.P. K-E. Behre (1981) i S. Bottema (1982) han observat que *Cannabaceae* és present als diagrames pol.línics durant tot l'holocè, si bé presenta sempre valors molt reduïts. L'únic criteri per a identificar l'explotació i/o el conreu de *Cannabis sativa* -cànem- es basa en l'increment dels percentatges de *Cannabaceae*, que es produeix, en la majoria de casos, paral·lelament al desenvolupament d'altres indicadors antròpics (GODWIN, 1967).

La documentació escrita del s. XI referent al Pla de Barcelona, posa de manifest la important explotació del cànem en zones humides durant l'Edat Mitjana -*Kannedo, Cannelles, Cannabo*, etc. (PALET & RIERA, 1993b).

X.1.1.2. Tipus *Cerealia*

El primer problema que es presenta respecte a aquest taxó és la seva identificació. Els criteris per a incloure un gra de pol.len de Poàcia dins el tipus *Cerealia*, han estat descrits ja anteriorment (cap. VI.4.1) (BEUG, 1961; ANDERSEN, 1978). Cal tornar a precisar, emperò, que el grup pol.linic tipus *Cerealia* comprèn altres grans de pol.len corresponents a espècies de gramínies salvatges, algunes de les quals creixen en àrees litorals mediterrànies, com la per nosaltres estudiada. A tall d'exemple citem *Ammophila arenaria*, els gèneres *Elymus*, *Agropyron* i *Glyceria*, així com també el grup dels *Hordeum* salvatges.

La presència d'aquest taxó als diagrames pol.línics mediterranis, i molt especialment als litorals, ha de ser interpretada amb precaució (BOTTEMA, 1992). Aquest fet ha estat posat de manifest també als nostres diagrames, ja que aquest tipus pol.linic ha estat identificat a Barcelona vers els 8600 anys B.P., amb anterioritat, per tant, a l'adopció de l'agricultura a Catalunya. La identificació d'un conreu cerealístic és únicament possible a partir de l'increment dels valors percentuals i absoluts del taxó t. *Cerealia*.

Dins el grup dels cereals, *Secale* pot ser individualitzat. Al sector català existeix una espècie salvatge d'aquest gènere -*Secale montanum*- que pertany a l'estatge montà (BEHRE, 1981; BOLÒS *et al.*, 1990). Creiem, per tant, que l'aparició de *Secale* als nostres diagrames, localitzats a la terra baixa mediterrània, ha de ser interpretada com l'existència d'un conreu de l'espècie *Secale cereale* o sègol (BEHRE, 1981).

D'altra banda, la difusió dels grans de pol.len de *Cerealia* és extremament reduïda. A tall d'exemple, els valors d'aquest taxó poden disminuir d'un 23%, a la vora d'un camp de cereals, a un 1%, tan sols a 1,5 m de distància, deixant de ser present a 5 m del camp (HALL, 1988; REYNOLDS, 1988).

Tanmateix, és necessari fer una sèrie de matisacions a aquesta afirmació generalitzadora:

. No totes les espècies de cereals tenen la mateixa capacitat de difusió pol·línica. Els grans de pol·len de *Triticum monococcum* i *Secale cereale*, per exemple, es desplacen a majors distàncies (BEHRE, 1981; REYNOLDS, 1988).

. Els cereals han anat perdent al llarg del temps la seva capacitat de difusió, paral·lelament a l'increment de l'autopol·linització. Es creu que els grans de pol·len dels cereals antics es difondrien a majors distàncies i en quantitats més elevades (BOTTEMA, 1992).

. Es produeix una major difusió de pol·len de cereal durant la sega i transport de la collita que durant el període de floració (VUORELA, 1973; HALL, 1988).

. Les tècniques de collita del cereal poden fer variar la difusió dels seus grans de pol·len. En el cas que els camps siguin segats i trillats, la difusió és molt més important i els valors de *Cerealia* poden arribar a ser del 25% a 80 m de distància de la plantació (HALL, 1988).

X.1.1.3. *Fabaceae*

El taxó pol·línic *Fabaceae* inclou probablement alguns grans de pol·len d'espècies conreades, que han estat documentades carpològicament en punts propers a l'àrea estudiada, com *Vicia faba* subsp. *minor* o *Lens culinaris* (BUXÓ, 1992a, 1992b).

X.1.1.4. *Fagopyrum esculentum*

A les seqüències estudiades, han aparegut grans aïllats de *Fagopyrum esculentum*, espècie amb un gra de pol·len molt característic, clarament individualitzable dins la família *Polygonaceae*. Aquesta planta era conreada pel seu fruit farinós.

X.1.1.5. *Linum*

Dins del gènere *Linum*, existeixen al nostre país un gran nombre d'espècies autòctones, que ocupen ambients molt diversos: prats humits, prats secs, zones litorals, etc.

Al Pla de Barcelona, la documentació del s. XI recull l'explotació del lli -*Linum usitatissimum* subsp. *usitatissimum* (BOLÒS *et al.*, 1990)- (PALET & RIERA, 1993b), fet pel qual, hem inclòs aquest taxó dins del grup d'aquells potencialment explotats per l'home. Aquest fet ve corroborat per la troballa de llavors d'aquest taxó a Empúries entre els 2400-2300 anys B.P. (BUXÓ, 1992b).

Tanmateix, és difícil diferenciar quan aquest taxó és natural o respon a una explotació, donada l'escassa producció i difusió dels seus grans de pol·len, que provoquen que aquests apareguin esporàdicament a la majoria de seqüències pol·líniques.

X.1.1.6. *Papaver*

Donat el nivell de determinació pol·línica, no és possible saber si els grans de pol·len de *Papaver* corresponen a algunes de les espècies ruderals o adventícies -p.e. *Papaver rhoeas*- o a una explotació del cascall -*Papaver somniferum*- espècie molt probablement

original de la Mediterrània occidental, i autòcton a l'àrea ací estudiada (ZEIST, 1980).

Dins el conjunt de taxons arboris i arbustius:

X.1.1.7. *Castanea sativa* i *Juglans regia*

En nombrosos diagrames del Mediterrani oriental i occidental s'ha interpretat l'aparició o l'increment d'aquests dos taxons com el resultat d'una activitat arboricultora humana. D'aquests dos arbres s'explotarien, principalment, els seus fruits: la castanya i la nou.

Si bé en un primer moment es considerarà que l'arribada de *Castanea* i *Juglans* a l'Europa occidental s'havia produït durant el període greco-romà (BEUG, 1975), posteriorment s'ha anat posant de manifest que ambdós arbres, especialment *Castanea*, són presents des d'antic al Mediterrani occidental (RENAULT-MISKOVSKY, BUI-THI-MAI & GIRARD, 1984; CARRIÓN & SÁNCHEZ-GÓMEZ, 1992). En algunes àrees properes a Barcelona -Languedoc i Provença- és l'aparició de la corba contínua d'aquests taxons l'element que indica l'inici d'una explotació antròpica.

Entre aquests dos taxons cal fer, emperò, una diferenciació, ja que la producció i difusió pol·línica de *Castanea* és molt superior a la de *Juglans*. Posem per exemple el diagrama de Mauguio -Languedoc- on, en un règim d'arboricultura, el castanyer assoleix valors del 5%, per un 1% de noguera (PLANCHAIS, 1982). Al Mediterrani oriental, on *Juglans regia* és un taxó autòcton, durant les fases d'explotació, els seus percentatges poden arribar a ser del 5% (BOTTEMA & WOLDRING, 1990).

X.1.1.8. *Olea europaea*

Dins la família de les Oleàcies, és possible determinar l'espècie *Olea europaea*. Tanmateix, la diferenciació entre l'ullastre -var. *sylvestris*- i l'olivera -var. *europaea*- no pot ser realitzada basant-se en la morfologia pol·línica.

L'ullastre creix de forma salvatge en el territori per nosaltres estudiat, principalment en l'estatge austromediterrani, i ha estat identificat amb anterioritat a 8600 anys B.P. al diagrama barceloní de Drassanes I.

També en aquest cas, el criteri per a determinar el conreu d'aquesta espècie en palinologia es basa en l'increment dels seus valors al llarg de les seqüències. El fet que la producció i dispersió pol·línica de l'ullastre és menor que la de l'olivera ajuda a la identificació d'aquest conreu. Els valors mínims a partir del qual podem parlar de l'existència d'un conreu d'olivera varien molt segons els diferents autors -la posició de la conca respecte a les explotacions pot arribar a ser tant o més important que l'extensió del propi conreu. Així, a la Mediterrània oriental, S. Bottema & H. Woldring (1990) consideren que aquest taxó és conreat quan els seus valors superen l'1%. Més a prop de la plana barcelonina, al Languedoc i al Rosselló, N. Planchais accepta l'existència de conreus quan els percentatges són iguals o superiors al 5% (PLANCHAIS, 1985; PLANCHAIS, DUZER & FONTUGNE, 1991). Aquesta autora es basa en les dades de G. Cambon, que observà un 7% d'olivera a la zona d'Oran, on actualment existeixen explotacions agrícoles d'aquesta espècie (CAMBON, 1981).

X.1.1.9. *Vitis vinifera*

Des del punt de vista de la morfologia pol·línica, no és possible diferenciar entre vinya silvestre i conreada. Grans de pol·len de vinya apareixen durant tot l'holocè a l'àrea mediterrània (PLANCHAIS, 1972-73). A Barcelona aquest taxó ha estat identificat a c. 8600 B.P., evidenciant, així, l'existència de vinya salvatge amb anterioritat al conreu humà. També en aquest cas, l'únic argument que disposem per a identificar el conreu de vinya als diagrames pol·línics és l'increment de llurs percentatges, si bé la identificació de llavors de *Vitis* conreada en jaciments arqueològics propers al sector és un argument de recolzament important.

Respecte als valors mínims que ens han de permetre parlar de conreu de vinya, els criteris difereixen notablement segons els autors. N. Planchais (1952; PLANCHAIS, DUZER & FONTUGNE, 1991) creu que percentatges entre l'1 i el 3% poden ser ja indicatius de conreu. Els valors del 7% documentats al Rossello al s. XIII posen clarament de manifest l'existència d'una explotació agrària d'aquest taxó (PLANCHAIS, 1985). Cal tenir present que, durant els segles XVIII-XIX, quan el conreu de vinya tingué una àmplia expansió, els valors d'aquest taxó assoleixen el 10% al sud de França, (BARUSSEAU *et al.*, 1992) i el 5% a Barcelona (CANO, 1994).

La difusió pol·línica d'aquest taxó és també força limitada. Tanmateix, cal assenyalar la possibilitat que la vinya salvatge produís un nombre superior de grans de pol·len amb una major capacitat de difusió, a l'igual que succeiria amb la vinya emparrada, sistema de conreu utilitzat durant alguns períodes històrics, com el romà (TCHERNIA, 1986).

X.1.2. INDICADORS ANTRÒPICS SECUNDARIS -I.A.S.-

Abans d'iniciar una superficial descripció dels taxons pol.línics usats com a I.A.S. als nostres diagrames, és necessari fer un seguit de consideracions.

En primer lloc, cal que tinguem present que, a l'igual que succeeix amb alguns dels taxons anteriorment discutits, la determinació morfològica dels I.A.S. pot ser tan sols realitzada, en la majoria de casos, a nivell de família o gènere, que sovint reuneixen un gran nombre d'espècies que pertanven a un ampli ventall de medis vegetals diferents.

D'altra banda, la immensa majoria de taxons I.A.S. corresponen a espècies adventícies i ruderals, que s'estenen com a conseqüència de l'existència de sòls pertorbats, salins, nitròfils, etc., així com per la seva heliofilia. Aquestes condicions són també característiques de les àrees litorals, per la qual cosa, molts dels taxons considerats bons I.A.S. en zones interiors, poden ser presents de forma natural en aquestes àrees costaneres -*Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Cruciferae*, *Poaceae*, etc.

Per últim, existeix un darrer problema, que és potser el més greu. La gran majoria dels llistats d'I.A.S. pol.línics han estat elaborats en àrees centre i nordeuropees (BEHRE, 1981; VORREN, 1986; etc), per la qual cosa, l'aplicació d'aquests indicadors en zones mediterrànies ha de ser duta a terme, com a mínim, amb una gran precaució. Dins d'aquesta àrea mediterrània, tan sols s'han realitzat estudis pol.línics referencials a la zona oriental, principalment al Proper Orient (ZEIST, TIMMERS & BOTTEMA, 1968; ZEIST, WOLDRING & STAPERT, 1975; BOTTEMA, 1982; BEHRE, 1990; BOTTEMA & WOLDRING, 1990). A la Península Ibèrica es disposa d'alguns estudis referencials en les deveses andaluses (STEVENSON & HARRISON, 1992).

La manca d'estudis pol.línics referencials actuals en zones antropitzades del

Mediterrani occidental, i molt especialment de la Península Ibèrica, és un buit que és necessari sigui progressivament omplert amb la major celeritat possible.

X.1.2.1. *Asphodelus*

Si bé no apareix en les àrees medioeuropees, *Asphodelus* és un important I.A.S. en zones mediterrànies. La seva presència ha estat posada en relació a Grècia amb l'existència de pastures (BOTTEMA, 1982) i al Languedoc, amb la d'incendis (PLANCHAIS, 1987). La seva relació amb activitats pecuàries ve reafirmada pel fet que *Asphodelus* és una important planta invasora de pastures en medis secs (MONTSERRAT, 1984).

Tanmateix, aquest taxó, que correspon molt probablement a *Asphodelus fibrosus* a les nostres contrades, és ruderal (BOLÒS *et al.*, 1990).

X.1.2.2. *Carduus/Cirsium*

Ha estat apuntat per algun autor com a probable I.A.S. al nord d'Europa (VUORELA, 1986), principalment relacionat amb pastures (REYNOLDS, 1988), si bé com a indicador antròpic és un taxó força ambigu en aquestes àrees.

En el nostre sector, ocupa gran varietat de medis, però sembla ser en la majoria de casos un taxó ruderal, marcadament nitròfil.

X.1.2.3. *Centaurea tipus cyanus*

Aquest tipus pol·línic ha estat interpretat com una mala herba relacionada amb sòls

nitrofitzats, al centre i nord d'Europa, així com també a les zones mediterrànies subhúmidas - Grècia (BOTTEMA, 1982)-, mentre que manca en aquells sectors més secs del Proper Orient. La majoria d'autors l'han posat en relació amb l'existència de conreus estables (VUORELA, 1986), principalment d'hivern (BEHRE, 1981).

A les nostres contrades, aquest taxó creix sobre sòls nitrofitzats dels conreus de secà i de cereals d'hivern (MARQUÈS *et al.*, 1983), dins la comunitat *Centaureo-Galietum verrucosi* (FOLCH, 1986).

X.1.2.4. *Centaurea tipus solstitialis*

Al Mediterrani oriental aquest taxó ha estat descrit com un dels més clars indicadors d'obertura del bosc, essent especialment abundant en els camps llaurats (ZEIST, WOLDRING & STAPERT, 1975, BOTTEMA & WOLDRING, 1990; BEHRE, 1990).

A l'àrea estudiada, *Centaurea solstitialis* creix als prats secs (BOLÒS, 1962) i als camps de conreu de secà (MARQUÈS *et al.*, 1983).

X.1.2.5. *Convolvulaceae*

Taxó arvense i ruderal nitròfil amb una àmplia extensió, típic, però, dels camps de conreu de secà (MARQUÈS *et al.*, 1983). Escassament citat en els estudis pol·línics a l'àrea mediterrània.

X.1.2.6. *Cruciferae*

La distribució d'aquest taxó pol.línic és molt extensa. Tanmateix, alguns autors l'han posat en relació amb la presència humana (TURNER, 1986), tant com a taxó indicador de conreus -terrenys en guaret i erms (BEHRE, 1981)- com de pastures (VUORELA, 1986).

Al Mediterrani oriental, *Cruciferae* no sembla tenir una relació clara amb presència humana, si bé ha estat àmpliament documentat en les deveses pasturades sud-peninsulars (STEVENSON & HARRISON, 1992).

Al sector litoral català, *Cruciferae* és molt abundant en les comunitats arvenses de secà -*Diptotaxon*-, però també en les ruderals -*Chenopodieta*-, o inclús en zones litorals (FOLCH, 1986; BOLÒS, 1982).

X.1.2.7. *Dipsacaceae*

Taxó que inclou nombroses espècies ruderals, algunes d'elles típiques d'erms i prats (VORREN, 1986). Hem de tenir present, però, que algunes espècies de *Dipsacaceae* creixen en zones litorals, sobre sòls humits escassament pertorbats (BOLÒS, 1962).

X.1.2.8. *Echium*

Taxó ruderal, típic d'erms i vorades de camins. Apareix tan sols puntualment als diagrames pol.línics.

X.1.2.9. *Fabaceae*

Aquest taxó pol·línic reuneix una enorme quantitat d'espècies que es desenvolupen en un gran nombre de medis diferents. Tanmateix, diversos autors han observat la relació existent entre els valors de *Fabaceae* i la presència de pastures humides, al centre i nord d'Europa (TURNER, 1964; VORREN, 1986; VUORELA, 1986). A la costa central catalana, aquest taxó té, com ja hem assenyalat, un ampli espectre ecològic, si bé és especialment abundant en sòls compactes de secà i en les pastures seques mediterrànies (MARQUÈS *et al.*, 1983; MONTSERRAT, 1984).

X.1.2.10. *Fabaceae* tipus *Lotus*

En regions medioeuropees, aquest tipus pol·línic està estretament relacionat amb la presència de pastures humides (IVERSEN, 1941; BEHRE, 1981), si bé s'ha observat que aquest taxó és també comú en àrees sotmeses a un règim de pràctiques agro-pecuàries itinerants de *Slash and burn* (RYENOLDS, 1988). En zona mediterrània, el *Lotus* ha estat documentat en deveses amb prats humits estacionals (STEVENSON & HARRISON, 1992), però no apareix als sectors més secs orientals.

Nosaltres creiem poder posar en relació el *Lotus* amb l'existència de zones humides nitrificades, principalment en sectors litorals (MARQUÈS *et al.*, 1983; FOLCH, 1986).

X.1.2.11. *Geraniaceae*

Ha estat destacat com a I.A.S. en alguns diagrames mediterranis (LAMB,

DAMBLON & MAXTED, 1991).

La major part d'espècies que s'incloïen en aquest taxó pol·línic són ruderals, i creixen sobre sòls molt nitrofitzats (MARQUÈS *et al.*, 1983; BOLÒS *et al.*, 1990).

X.1.2.12. *Helianthemum*

Interpretat puntualment com a I.A.S. (LAMB, DAMBLON & MAXTED, 1991).

En les àrees mediterrànies, aquest taxó es desenvolupa principalment als erms, brolles i màquies (BOLÒS *et al.*, 1990).

X.1.2.13. *Lamiaceae*

Destacat taxó que es desenvolupa de forma important en les brolles regressives mediterrànies. Ha estat interpretat com a I.A.S. tant en pastures mediterrànies (STEVENSON & HARRISON, 1992), com medioeuropees sobre cendres (REYNOLDS, 1988).

Com a taxó ruderal, creix principalment en els camps de secà (MARQUÈS *et al.*, 1983).

X.1.2.14. *Lythrum*

Taxó típic de pradells litorals sobre sòls humits, lleugerament nitrofils. El seu caràcter antròpic no ha estat, però, demostrat en els estudis pol·línics.

X.1.2.15. *Mercurialis*

Aquest taxó ha estat interpretat diverses vegades com un I.A.S., principalment al Mediterrani oriental -Grècia i Proper Orient- (BOTTEMA, 1982; BOTTEMA & WOLDRING, 1990).

Al nostre sector, l'espècie representada és molt probablement *Mercurialis annua*, planta ruderal que s'estén en zones trepitjades, més que no pas en àrees de conreu (MARQUÈS *et al.*, 1983).

X.1.2.16. *Papaver*

Si bé ja hem assenyalat que dins aquest taxó poden estar representades espècies explotades per l'home, com *Papaver somniferum*, en la majoria de casos, aquest taxó ha estat relacionat amb males herbes -p.e. *Papaver rhoeas*- i pot ser, per tant, un bon indicador de l'existència de conreus (REYNOLDS, 1988; BIRKS, 1990).

A la nostra àrea, *Papaver* està probablement relacionat amb comunitats arvenses dels conreus de secà (FOLCH, 1986; MARQUÈS *et al.*, 1983).

X.1.2.17. *Plantago tipus lanceolata*

Aquest taxó és un dels I.A.S. més clars al centre i al nord d'Europa, posat en evidència ja per J. Iversen (1941) i reiteradament reafirmat en estudis posteriors (TURNER, 1964; BEHRE, 1981, etc.). En aquestes àrees, *Plantago t. lanceolata* ha estat sovint interpretat com un indicador de pastures, si bé J. Iversen (1941, 1956) i, posteriorment, K-E.

Behre (1981) han apuntat que aquest taxó és indicatiu durant la prehistòria d'una activitat mixta agrícola-ramadera i itinerant, del tipus *slash and burn*, hipòtesi que ha estat verificada per estudis experimentals posteriors (REYNOLDS, 1988).

Al Mediterrani oriental s'ha verificat que aquest taxó és un excel·lent I.A.S. també en zones més àrides, principalment en relació amb la presència de ramats (ZEIST, WOLDRING & STAPERT, 1975; BOTTEMA, 1982; BOTTEMA & WOLDRING, 1990; BEHRE, 1990). Una constatació similar s'ha realitzat a les deveses sud de la Península Ibèrica (STEVENSON & HARRISON, 1992).

X.1.2.18. *Plantago major*/media i *Plantago tipus coronopus*

La majoria d'estudiosos han posat en relació aquests dos taxons bé amb l'existència de pastures humides (BEHRE, 1981), bé amb activitats agro-pecuàries itinerants (IVERSEN, 1941; VUORELA, 1986).

A les nostres contrades, aquests taxons es desenvolupen principalment sobre sòls nitrofitzats relativament humits, principalment en zones litorals (BOLÓS, 1962; FOLCH, 1986). L'espècie *Plantago coronopus* és present, també, sobre sòls salabrosos.

X.1.2.19. *Polygonum tipus aviculare*

A l'àrea nordica, aquest taxó és un indicador clar de presència humana (VORREN, 1986, VUORELA, 1986), relacionat per diversos autors amb activitats agrícoles (TURNER, 1964).

A Grècia, *Polygonum t. aviculare* ha estat vinculat a una activitat antropològica

(BOTTEMA, 1982), si bé al Proper Orient aquesta relació és menys evident (BEHRE, 1990).

Aquest tipus pol.línic inclou diverses espècies del gènere *Polygonum*, però està principalment format per *Polygonum aviculare*, una ruderal molt estesa al nostre territori, pertanyent a la comunitat *Ruderali-Secalieta*.

X.1.2.20. *Polygonum* tipus *persicaria*

Aquest taxó ha estat destacat com a I.A.S. al centre i nord d'Europa per J. Turner (1964), K-D. Vorren (1986) i K-E. Behre (1981). Tanmateix, s'ha destacat l'ampli ventall de medis en que pot desenvolupar-se.

En zones litorals, *Polygonum persicaria* creix sobre sòls humits fangosos molt nitrofitzats (BOLÓS, 1962; BOLÓS *et al.*, 1990), fet pel qual hem relacionat aquest taxó amb la presència de prats humits i, per tant, amb la possible existència d'una activitat ramadera en sectors litorals. Cal assenyalar que als sectors mediterranis de l'interior aquest taxó no és present (BOTTEMA, 1982; BOTTEMA & WOLDRING, 1990; BEHRE, 1990).

X.1.2.21. *Ranunculaceae*

Malgrat l'extens nombre d'espècies que s'agrupen en aquest taxó, la gran majoria d'autors interpreten *Ranunculaceae* com un I.A.S. que es desenvolupa tant en els prats humits mediterranis (STEVENSON & HARRISON, 1992), com en els medioeuropeus (BEHRE, 1981; VORREN, 1986).

En zones litorals, aquest taxó creix sobre sòls fangosos humits nitrofitzats (BOLÓS, 1962) i, per tant, pot ser un bon indicador de l'existència de prats humits costaners.

X.1.2.22. *Rumex*

Al centre i nord d'Europa aquest taxó ha estat considerat un bon I.A.S. (IVERSEN, 1941; TURNER, 1964; BEHRE, 1981), relacionat en alguns casos amb pasturatges (TURNER, 1964; VORREN, 1986). Altres estudiosos destaquen, però, el seu caràcter ambigu, ja que pot desenvolupar-se tant en zones agrícoles com ramaderes (BEHRE, 1981). Aquest taxó pot estar també vinculat a una agricultura/ramaderia itinerant del tipus de *Slash and burn* (IVERSEN, 1941; VUORELA, 1986).

A la zona mediterrània oriental, alguns investigadors han posat de manifest que aquest taxó no està sempre relacionat amb l'acció humana (BOTTEMA & WOLDRING, 1990); si bé alguns autors vinculen la seva aparició amb l'aclariment del bosc, principalment caducifoli (BOTTEMA, 1982; BOTTEMA & WOLDRING, 1990; ZEIST, WOLDRING & STAPERT, 1975). *Rumex* ha estat també documentat als pasturatges secs de les deveses ibèriques (STEVENSON & HARRISON, 1992).

X.1.2.23. *Sanguisorba tipus minor*

En zones àrides del Proper Orient, aquest taxó és un dels I.A.S. més clars, sempre relacionat amb la pràctica ramadera (BEHRE, 1990; BOTTEMA & WOLDRING, 1990), essent inexistent als diagrames pol·línics de zones més humides d'Europa.

X.1.2.24. *Urticaceae*

Taxó indicador de sòls nitròfils. Com a I.A.S. ha estat destacat a Grècia (BOTTEMA,

1982), i també en zones medieuropees (BIRKS, 1990), si bé el seu caràcter exclusivament antròpic ha estat qüestionat (BEHRE, 1981). El seu caràcter principalment ruderal, però, no pot ser posat en dubte (BOLÒS *et al.*, 1990).

X.1.2.25. *Varia*

En darrer lloc, voldriem fer esment d'un conjunt de taxons herbacis que han estat sovint interpretats com a I.A.S., però que degut, d'una banda, al fet que inclouen un nombre gran d'espècies, i, de l'altra, a que existeixen de forma natural en àrees litorals, el seu valor com a I.A.S. és, com a mínim, ambigu. Citem, a tall d'exemple: *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Asteraceae liguliflorae*, *A. tubuliflorae*, *Poaceae*, *Apiaceae*, *Caryophyllaceae*, etc.

X.2. ACCIÓ ANTRÒPICA A LA COSTA CENTRAL CATALANA

X.2.1. LES PERTORBACIONS ANTERIORS AL NEOLÍTIC

Al diagrama DR-1, amb anterioritat als 8600 anys B.P. aproximadament -7545 cal B.C.- (Fig. X.1), s'aprecia una fase de pertorbació -II- caracteritzada per l'increment de nombrosos taxons considerats I.A.S. (Fig. X.2). La cronologia d'aquesta fase permet situar-la en un període clarament anterior a les primeres restes neolítiques conegudes al territori català. Aquest fet, juntament amb la inexistència d'indicis, permet interpretar la fase II com l'evidència d'una pertorbació natural.

L'expansió de possibles I.A.S. pot ser ara interpretada com el resultat de canvis en el sector litoral, conseqüència de l'ascens marí que es produeix durant la primera meitat de

l'holocè i que dona lloc a l'extensió de sòls inestables, ocupats per taxons com *Cistus*, *Ericaceae*, *Asteraceae liguliflorae*, etc. (Fig. X.2). Tanmateix, l'existència d'alguns taxons nitròfils -*Carduus/Cirsium*, *Plantago t. lanceolata*, etc.- també podria ser el resultat de la presència de ramats de mamífers que acudirien a les zones litorals a la recerca de pastures.

Cal insistir, emperò, en el fet que l'aparició d'I.A.S. a la fase II no és el resultat de l'acció de l'home, fet pel qual la presència d'aquests taxons és sempre percentualment inferior a la que serà documentada durant les fases d'influència antròpica.

Si bé les dades pol·líniques són escasses -disponibles tan sols al diagrama DP.- creiem que no es pot parlar d'una pressió humana sobre la vegetació amb anterioritat al període Neolític.

X 2.2. EL PERÍODE NEOLÍTIC -7800/7600 a 4000 B.P.-

A partir de les dades cronològiques absolutes, així com de les inferides als diagrames pol·línics, ja discutides amb anterioritat (v. cap. VIII), es poden incloure en el període Neolític les següents fases de pertorbació i regeneració (Fig. X.1):

- . CUB: I1ch, F.1, I2ch, R2.
- . MBA: I1CH, R1, I2CH, R2.
- . DR-1: I2CH, R2, I/C3ch.
- . BES: I1, R1, I2CH, R2, I3CH, R3, I4ch.

X.2.2.1. Cronologia i correlacions temporals

Si bé disposem d'un total de set datacions absolutes per a enquadrar cronològicament aquestes fases, el conjunt és insuficient. A partir d'aquestes dades temporals, podem intentar esbossar un primer quadre cronològic per a aquest grup de fases (Fig. X.1):

A CUB, les fases I1ch, R1, I2ch i R2, es situen entre un moment immediatament anterior a 5040 B.P. fins un anterior a 3680 B.P. Donada l'existència d'una sedimentació més regular en aquest sondatge (v. cap. V.6.), podem intentar extrapolar a partir de la fondària una cronologia que, sense pretendre ser exacta, ens ha de permetre obtenir una idea aproximada dels límits temporals de cada una de les fases:

- . I1ch: 5300 B.P. a 4900 B.P.
- . R1: 4900 B.P. a 4500 B.P.
- . I2ch: 4500 B.P. a 4150 B.P.
- . R2: 4150 B.P. a 3850 B.P.

Ai diagrama MBA, es pot tan sols afirmar que les fases I1CH, R1, I2CH, R2/r2a, així com els trams inferior i intermedi d'R2/r2b són anteriors a 5100 B.P., mentre que el tram superior d'R2/r2b és posterior a aquesta data.

A DR-1, la fase I2Ch ha estat datada a 7400 B.P. Aquesta s'inicià, per tant, en un moment anterior a l'esmentada datació, i finalitzà amb posterioritat a la mateixa.

Les fases I1CH, R1, I2CH, R2, I3CH, R3 i I4ch de BES, s'han de situar entre els 6870 anys B.P. i un moment immediatament anterior a 3250 B.P.

Donat que les datacions de Carboni 14 són insuficients per a enquadrar en el temps cada una de les fases, cal dur a terme una tasca de correlació cronològica entre els diversos diagrames. Els criteris per a establir aquests paral·lelismes es basen, d'una banda, en les zones pol·líniques dels diagrames -fases de vegetació (v. cap. VIII)- i, de l'altra, en els períodes d'incendis amb caràcter regional (v. cap. IX.7) (Fig. X.1).

Basant-nos en l'existència de nombroses macropartícules de cendres, creiem poder establir una relació entre les fases BES I2CH i BES I3CH, MBA I1CH i MBA I2CH, així com DR1 I2CH. Aquesta correlació és més clara als diagrames BES i MBA, ja que en ambdues seqüències les fases de pertorbació es situen entre la FASE B de vegetació i l'inici de la FASE C (v. cap. VIII.2, VIII.3). D'altra banda, sembla que DR1 I2CH seria lleugerament anterior, i correspondria a la FASE A de vegetació (v. cap. VIII.1). A partir de les datacions absolutes anteriorment exposades, així com de la cronologia apuntada per a les FASES A i B de vegetació, creiem que la fase DR1 I2CH es degué desenvolupar entre els 7800/7600 i c. 6500 anys B.P., mentre que el conjunt citat de fases de MBA i BES estaria enmarcat entre c. 6500 i c. 5500 B.P.

Les fases BFS I4ch, CUB I1ch, I2ch i I3ch i MBA R2/r2a i R2/r2b tenen en comú els baixos valors de cendres -amb presència tan sols de microcendres-, i el fet d'estar incloses en la FASE C de vegetació. En el seu conjunt, aquest grup de fases s'enquadra en el lapse cronològic compres entre c. 5500 B.P. i c. 4000/3800 B.P. Creiem poder arribar a precisar l'existència d'una relació cronològica entre les fases CUB I1ch i R1 -de 5300 a 4500 B.P.- i el tram superior de la fase MBA R2/r2b -entre 5100 i c. 4500 B.P. Malgrat la manca d'arguments cronològics, l'espectre pol·línic permet apuntar que la fase BES I4ch seria coetània d'aquest darrer conjunt de fases.

Un problema a part representa la fase DR1 I3ch, ja que la proximitat de la datació

7400 B.P., l'existència d'un nucli d'hàbitat del Neolític Antic a St. Pau del Camp (GRANADOS, PUIG & FARRÉ, 1993), així com l'espectre pol·línic -FASE B de vegetació- són elements que permeten situar aquesta fase entre els 6500 i 6000 anys B.P., si bé la moderada presència de microcendres l'apropraria més al conjunt de fases que acabem de descriure, amb una cronologia aproximada entre 5100 i 4500 B.P. Malgrat aquesta darrera possibilitat, ara per ara ens decantem per la primera opció cronològica per a la fase DR1 Bch, situant-la, per tant, entre els 6500 i 6000 anys B.P.

Així doncs, és possible distingir entre dos conjunts de fases de pertorbació, en base a la diferent localització i freqüència dels incendis. Creiem disposar de suficients arguments per a poder apuntar la hipòtesi que aquest diferent ús del medi, per part de l'home, té un caràcter cronològic.

X.2.2.2. El diagrama CUB

La fase IIch de CUB correspon a un període de pertorbació del bosc, si bé els incendis són poc freqüents (Fig. X.3). Dels taxons suposadament conreats, tan sols *Cerealia* i *Cannabaceae* experimenten lleus increments percentuals -el primer taxó és, però, menys evident al diagrama de C.P. (Fig. X.4). En conclusió, les evidències d'una activitat agrícola són pràcticament inexistentis durant aquest període.

També els I.A.S. són escassos, tant quantitativament com qualitativa. Únicament augmenten *Poaceae*, *Artemisia* o *Asteraceae liguliflorae*, taxons que poden estar vinculats amb d'altres dinàmiques, com els canvis geomorfològics del litoral: formació de *lagoons*, inestabilitat dels sòls, etc.

Tanmateix, alguns I.A.S. indiquen, d'una manera prou evident, l'obertura del bosc,

com *Centaurea t. solstitialis*, *Lamiaceae*, *Cruciferae*, etc. D'altra banda, la presència de *Ranunculaceae* podria fer-nos pensar en l'existència de prats humits al litoral.

Durant la fase R1, malgrat s'estigui produint un procés de regeneració del bosc, la pressió antròpica continua essent present. En primer lloc, els taxons arbustius estan notablement representats, mentre que, d'altra banda, els valors de t. *Cerealia* s'incrementen principalment en el diagrama de C.P. (Fig. X.4). Per últim, es produeix un creixement de la diversitat i dels valors percentuals i absoluts dels I.A.S.

Dins aquest darrer grup de taxons, ens interessa destacar la presència de *Centaurea t. solstitialis* i *Euphorbiaceae* -indicadors de pressió humana en zones de secà-, així com també *Plantago t. lanceolata* i *Rumex* -vinculats a una activitat mixta agro-pecuària. Durant aquesta fase es fa més evident l'extensió de zones humides nitrofitzades -probablement com a resultat de l'existència de pastures en zones humides litorals, com evidencien l'augment dels valors de *Plantago t. coronopus*, t. *Lotus* i *Ranunculaceae*. L'increment d'*Artemisia*, si bé més dubtós, pot estar també relacionat amb la presència humana en zones litorals, ja que aquest taxó s'estén sobre sòls humits lleugerament pertorbats (v. cap. X.1.2.25)(BOLÒS, 1962)

La fase següent -I2ch- torna a posar de manifest un període de pertorbació del bosc, tant en el si de l'alzinar com de la roureda. Dins el grup dels I.A.P. destaca l'increment de *Cannabaceae*, probable resultat d'una explotació del cànem, així com també la primera presència de *Fagopyrum*. Els valors totals d'I.A.S. herbacis augmenten i estan en la majoria de casos relacionats amb la presència de ramats: *Plantago t. lanceolata*, *P. major/media* i *Carduus/Cirsium* i *Cruciferae* (STEVENSON & HARRISON, 1992).

Per últim, dins el que hem classificat com a període Neolític, incloem també la fase R2. Aquest moment es caracteritza per una notable reducció de taxons conreats: t. *Cerealia*,

Cannabaceae i *Fagopyrum*. Simultàniament apareixen nombrosos I.A.S. indicadors de zones de secà -*Centaurea t. solstitialis* i *Carduus/Cirsium*-, però també relacionats amb una activitat econòmica mixta -*Cruciferae*, *Rumex* i *Plantago t. lanceolata*-, així com vinculats a l'existència de pastures humides en sectors més costaners: *Plantago major/media*, *P. t. coronopus*, *t. Lotus* i *Lythrum*.

X.2.2.3. El diagrama MBA

La detecció de l'acció antròpica al diagrama MBA és especialment difícil, com a conseqüència de dos factors:

. Amb tota seguretat, existeixen processos de retreballament, bioturbació, etc. en aquests sediments il·limosos pro-deltaics (v. cap. V.4).

. Els taxons que poden ser indicatius d'acció antròpica són presents des de la base del diagrama, probablement amb anterioritat al període Neolític, com succeeix també al sondatge DRI.

Durant la primera fase IICH, malgrat la freqüència d'incendis és alta, el grau de perturbació del bosc és moderat (Fig. X.5). Així, la pressió humana no sembla ser intensa, si bé l'ús del foc està ben testimoniada per la presència de cendres i els valors de *Cistus*. Dins el conjunt dels possibles I.A.P., la simple aparició de *t. Cerealia* no pot ser considerada un argument segur per a afirmar l'existència d'un conreu de cereals, donat que aquest taxó apareix des de l'inici de la seqüència.

Durant aquesta fase, destaquen principalment els I.A.S. vinculats a una activitat agropecuària, posant en evidència tant l'existència de prats secs -*Plantago t. lanceolata*, *Rumex*, *Carduus/Cirsium*, *Lamiaceae*, *Helianthemum*, *Cruciferae* i *Sanguisorba t. minor*- com de

prats humits -t. *Lotus*, *Plantago major/media* i *P. t. coronopus*.

L'aparició de *Centaurea t. cyanus* és un dels escassos arguments que permet establir la hipòtesi de l'existència d'una activitat agrícola.

Durant la fase de regeneració forestal R1, els elements que evidencien la presència de l'home es mantenen: presència de cendres i valors d'I.A.S. Entre els probables I.A.P., tan sols *Linum* pot ser destacat, ja que t. *Cerealia* continua sense presentar valors que puguin ser interpretats com el resultat d'una agricultura. Ja hem assenyalat, emperò, la dificultat de relacionar la presència de *Linum* amb una possible explotació neolítica del lli (v. cap. X.1.1.5). Els I.A.S. continuen posant en evidència l'existència de pastures seques i humides. Als taxons descrits anteriorment, cal afegir-ne de nous, com *Convolvulus*, que reafirma l'existència de sòls secs nitrificats; *Sanguisorba t. minor*, indicador de ramaderia; i *Thalictrum*, que corrobora la formació de prats humits.

L'acció humana durant la fase I2CH torna a manifestar-se en una pertorbació del bosc, mitjançant l'ús del foc. Aquesta alteració es produeix ara probablement també en sectors més interiors, com ho demostra el desenvolupament de *Buxus*.

Simultàniament als I.A.S. indicadors d'activitats ramaderes, ja assenyalats anteriorment, apareixen ara *Centaurea t. cyanus* i *Papaver*, taxons indicadors de l'existència de conreus.

Malgrat la recuperació del bosc, la fase R2/r2a significa un dels moments amb major presència d'I.A.S., si bé el foc deixa de ser un agent important de pertorbació. Entre els I.A.P. tan sols els increments percentuals de *Cannabaceae* i *Linum* poden fer pensar en llur explotació per a l'obtenció de fibres tèxtils. Aquesta fase es caracteritza principalment per l'ascens dels I.A.S. relacionats amb activitats ramaderes: *Plantago total*, *Plantago t. lanceolata*, *P. t. coronopus*, *Lamiaceae*, *Cruciferae*, *Sanguisorba t. minor*, *Asphodelus*,

Thalictrum, t. *Lotus*, etc.

La següent fase -R2/r2b- ha estat dividida en tres trams, ja que en cada un d'ells la intensitat i el caràcter de l'acció antròpica varia

El tram inferior posa de manifest la regeneració del bosc, paral·lelament a una desintensificació de la pressió humana, que es tradueix en una desaparició pràcticament total dels valors de cendres, i en una reducció dels I.A.S.

En aquest mateix sentit, el tram intermedi d'aquesta fase es caracteritza per una acció humana poc intensa, si bé s'aprecia ara una certa reducció de la massa forestal, paral·lelament a un desenvolupament dels arbusts. Aquest tram té en comú amb l'anterior, el fet que els incendis han deixat de ser un sistema regular d'intervenció sobre el medi vegetal. Important és destacar que els valors t. *Cerealia* presenten un lleuger increment que pot ser ja indicatiu d'un conreu cerealístic, com de fet evidencia també la presència de *Centaurea* t. *cyaneus*. Tanmateix, els taxons indicadors de prats secs i humits tornen a incrementar-se, reflectint una nova expansió de l'activitat ramadera. Així, a més dels taxons anteriorment citats, destaquen ara també *Euphorbiaceae*, *Convolvulaceae* i *Geraniaceae*.

El darrer tram de la fase es caracteritza per una nova extensió del bosc, en part com a conseqüència de la molt baixa freqüència d'incendis. D'altra banda, els percentatges de t. *Cerealia* experimenten un notable increment i ens permeten parlar ja, amb seguretat, de l'existència d'un conreu cerealístic important. En aquest mateix sentit, l'augment relatiu de *Cannabaceae* permet apuntar l'explotació del lli durant aquest període. L'increment en els percentatges i diversitat dels I.A.S. reflecteix un augment de les espècies ruderals i apunta a la continuïtat de l'activitat ramadera. Dins aquest conjunt de taxons ruderals, ara apareixen *Mercurialis* i *Echium*, plantes que creixen als camins, erms o zones trepitjades.

X.2.2.4. El diagrama DR-1

La fase I2 significa un període de pertorbació del bosc, com a conseqüència de l'alta freqüència dels incendis, en un primer moment locals -I2/i2aCH- i posteriorment més allunyats -I2/i2bCH (Fig. X.2). A més de l'extensió de taxons arboris i arbustius de substitució, es produeix un creixement de taxons nitròfils i ruderals, com *Plantago t. lanceolata*, *Asteraceae tubuliflorae*, *Lamiaceae*, *Sanguisorba t. minor*, *Mercurialis*, etc., indicatius tots ells de la presència de ramats. Els taxons que ens haurien de permetre parlar d'una activitat agrícola són inexistents.

Durant la fase I3, paral·lelament a una pertorbació més intensa del bosc, els incendis es redueixen de freqüència. L'increment de t. *Cerealia* posa de manifest la presència d'una activitat agrícola, també identificada per alguns taxons adventicis com *Papaver* i *Centaurea t. solstitialis*. La ramaderia, però, és també present, evidenciada per taxons com *Plantago major/media*, *Rumex*, *Sanguisorba t. minor*, *Asphodelus*, *Ranunculaceae*, etc. Aquesta economia mixta agrícola i ramadera està verificada pels alts valors de *Plantago t. lanceolata* i *Rumex*, dos taxons sempre presents en les pràctiques productives itinerants.

X.2.2.5. El diagrama BES

La primera fase ben documentada al diagrama BES -R1- és un període de regeneració del bosc, amb una presència escadussera d'alguns I.A.S., com *Plantago t. lanceolata*, *Helianthemum*, *Rumex*, *Centaurea t. solstitialis*, *Asphodelus*, *Mercurialis*, etc. (Fig. X.6). Ens trobem ací amb un espectre pol·línic similar a l'observat al de la fase II del diagrama DR-1, on, donada la manca d'altres indicadors d'antropització com les cendres, etc., és molt

difícil atribuir a l'home o a causes naturals l'increment d'aquests I.A.S.

Durant la fase següent -I2CH-, la situació canvia sensiblement. L'augment de macrocendres, així com també del total d'I.A.S. herbacis, fa possible apuntar l'home com el causant de la pertorbació. En aquest moment es produeix un increment dels percentatges de t. *Cerealia*, si bé, donat el caràcter litoral del sondatge, no ens atrevim a vincular aquest taxó amb la presència de conreus. Alguns I.A.S., com *Plantago* t. *coronopus*, *Plantago* *major/media* i *Lythrum*, fan pensar en l'existència de prats humits amb finalitats ramaderes. Tanmateix, gran part de les herbes ruderals que apareixen han estat posades en relació amb una economia mixta itinerant que fa ús del foc, com *Plantago* t. *lanceolata*, *Rumex*, *Caryophyllaceae*, etc. Aquesta interpretació vindria corroborada pels alts valors de partícules carbonoses. Cal assenyalar, en darrer lloc, que les macrocendres són indicadores de l'existència d'incendis locals, propers, per tant, al sector litoral.

La fase de pertorbació I3CH mostra una nova degradació del bosc, com a conseqüència dels incendis que es produeixen en sectors propers al punt de sondatge. D'entre els possibles taxons conreats, cal destacar l'increment de t. *Cerealia*, difícilment interpretable aïlladament, si bé la presència de *Centaurea* t. *cyanus* podria ser indicativa de l'existència de cultius cerealístics. Durant aquesta fase, alguns I.A.S., com *Cistus*, *Lamiaceae* o *Euphorbiaceae* posen de manifest un grau relativament elevat de degradació de la vegetació, resultat dels incendis. En aquest sentit, la majoria de taxons I.A.S. són indicadors de l'existència de zones humides nitrofitzades -probablement pastures litorals-, o d'una economia mixta on agricultura i ramaderia es mesclen i s'arriben a confondre (BEHRE, 1981).

Inversament al que ha estat observat als diagrames de CUB i MBA, a BES, durant les fases de regeneració del bosc -R2 i R3-, es produeix una reducció dels I.A.S., posant-se de manifest una desintensificació o allunyament respecte a la conca de la pressió humana.

Tanmateix, la presència d'alguns I.A.S. -*Centaurea t. cyanus*, *Sanguisorba t. minor*, *Polygonum t. aviculare* o *Euphorbiaceae*- demostren la continuïtat de les activitats humanes durant aquestes fases de regeneració.

La nova degradació del bosc que es produeix durant la fase I4ch no va acompanyada d'un increment dels valors de macrocendres comparable als enregistrats durant les fases d'interferència anteriors. En aquest moment, es fa, doncs, un ús molt limitat del foc per part dels diversos grups humans. Paral·lelament a un nou increment de t. *Cerealia*, s'aprecia ara un notable creixement quantitatiu i qualitatiu dels I.A.S. Destaquen els taxons indicadors d'ermes i prats secs, com *Centaurea t. solstitialis*, *Carduus/Cirsium*, *Convolvulus*, *Lygeum*, *Lamiaceae*, etc.; els relacionats amb sòls més nitrofitzats, probablement pastures, com *Sanguisorba t. minor*, *Fabaceae* i *Geraniaceae*, així com també *Plantago t. coronopus* i *Urticaceae* sobre sòls més humits; mentre que, per últim, la resta de taxons ruderals poden ser relacionats amb un sistema d'explotació mixt: *Plantago t. lanceolata*, *Rumex*, *Cruciferae*, etc.

X.2.2.6. L'ús del foc: el període Pre-neolític i Neolític Antic.

Dins el primer grup de fases de pertorbació-regeneració, amb una alta freqüència d'incendis, es pot individualitzar la fase I2CH de DR1 de la resta, per presentar la primera una dinàmica de pertorbació, així com una cronologia, diferent (Fig. X.1). Podem, doncs, establir dos grups:

a. DR1 I2CH i probablement MBA I1CH: fases d'incendis amb una cronologia aproximada entre 7800/7600 i c. 7000 B.P.

b. DR1 I3ch, MBA R1, MBA I2CH, BES I2CH, BES I3CH i les fases de renegeració intermèdies, amb una cronologia aproximada entre els 6500 i 5500 anys B.P.

X.2.2.6.1. El període entre 7800/7600 i 7000 anys B.P.

Aquest primer subgrup de fases de pertorbació es caracteritza pel freqüent ús del foc com un mecanisme d'obertura del bosc, si bé les alteracions provocades en el si del medi vegetal no són profundes. D'altra banda, com ha estat exposat amb antelació (v. cap. IX.6.2), la fase I2CH de DR1 no presenta l'esquema de pertorbació-regeneració en cinc moments, característic de la majoria de diagrames, fet que ens indica que no existí una dinàmica de progressiva intensificació-desintensificació de l'alteració.

La cronologia de la fase I2CH de DR1, la més segura, entre 7800/7600 i 7000 B.P. ens ha de permetre centrar la discussió.

En aquest sentit, els primers jaciments pertanyents al Neolític Antic a Catalunya han estat datats vers els 6700/6500 anys B.P. (LLONGUERES, 1987; MESTRES, 1989) o 5900 cal B.C. (CLOP, MIQUEL & GANGONELLS, 1992).

La datació obtinguda a la fase DR1 I2CH és de 7400 B.P. ó 6200 cal B.C. -entre 6400 i 6000 cal B.C. amb un 95% de probabilitat (Laboratori..., s.d.)- i és, per tant, entre 500 i 1000 anys anterior a l'aparició del N.A. Cardial a l'est peninsular. Dues són les possibles interpretacions d'aquest decalatge cronològic. La primera consisteix en posar en relació els incendis de DR1 I2CH amb grups mesolítics, que cremarien el bosc amb la finalitat d'afavorir l'extensió dels prats i atreure, així, els ramats salvatges, facilitant la cacera. Aquest sistema ha estat documentat en diverses àrees mediterrànies (BELL & WALKER, 1992). Tanmateix, el fet que no hagin aparegut incendis anteriorment -com a

mínim a partir dels 9000 anys B.P. - és una dada en contra d'aquesta possibilitat. En aquest sentit, al diagrama DR-1, vers els 7600/7800 anys B.P., es produeix un canvi real en les estratègies d'explotació del medi, amb l'ús del foc i el desenvolupament d'una possible activitat ramadera en zones litorals -formació de prats humits-, sense que ara per ara existeixi cap element que ens permeti parlar d'una activitat agrícola. Si bé és evident que l'obtenció d'un nombre superior de dades pol·líniques i cronològiques és necessària, davant dels elements disponibles en aquest moment, optem per posar en relació aquestes noves estratègies humanes d'explotació amb una fase de transició Epipaleolític-Neolític, i que ha estat anomenada segons els autors: Proto-neolític, Neolític Pre-ceràmic, etc. (LLONGUERES, 1987; FORTEA *et al.*, 1987; MESTRES, 1989). Hem de dir, emperò, que al Pla de Barcelona no han estat trobades evidències arqueològiques d'aquest horitzó arqueològic i tan sols un taller de jaspi a Montjuïc podria haver estat en ús durant l'Epipaleolític (CEBRIÀ & SALA, 1989).

Incendis provocats per l'home han estat documentats en d'altres indrets de la Mediterrània occidental durant aquest moment, immediatament anterior al Neolític Antic. Així, a Courthézon -vall del Roine- s'han enregistrat incendis i presència d'I.A.S. relacionats amb pastures, a 7350 ± 170 B.P. (PONS & THINON, 1987; TRIAT-LAVAL, 1978), mentre que al litoral del Languedoc, el diagrama de Palavas mostra l'existència d'incendis i de pastures humides litorals vers els 7800 anys B.P. (PLANCHAIS, 1987), cronologia molt similar a l'obtinguda a DR1. En ambdós casos, les evidències d'agricultura són inexistents.

X.2.2.6.2. El període entre 6500 i 5500 anys B.P.

Aquest segon subgrup de fases està acotat cronològicament entre els 6500 i 5500 anys

B.P. i és, per tant, contemporani al desenvolupament del Neolític Antic Cardial i Epicardial (CLOP, MIQUEL & GANGONELLS, 1992).

Totes aquestes fases tenen com a tret comú l'ús del foc per part de l'home. Tanmateix, si bé la pressió antròpica s'ha intensificat respecte a les fases anteriors i els indicadors d'activitats agrícoles són ara presents, la ramaderia continua essent l'activitat principal. Tant a MBA com a BES i DRI la ramaderia es localitza principalment en zones litorals, on es localitzen els prats humits, fenomen similar al documentat al Languedoc (PLANCHAIS, 1987). Aquestes àrees costaneres són zones marginals del bosc on el sistema és més fràgil i, per tant, més fàcilment alterable (EDWARDS, 1982). Aquesta proximitat al sector litoral de les perturbacions d'origen antròpic ve corroborada per les elevades concentracions de macrocendres que apareixen als diagrames.

A MBA, però, sembla que l'acció antròpica es desplaça progressivament des del litoral vers sectors interiors, com posen de manifest els pics percentuals de *Buxus*. Aquest procés podria ser contemporani a l'inici de l'ocupació d'alguns jaciments, com les mines de Can Tintorer -a partir de c. 5900 B.P.-, de Can Sadurní -a partir de 5800/5700 B.P.- o la continuïtat de l'explotació del jaspi a Montjuic (v. cap. IV.2). Cal subratllar que en els dos primers jaciments citats, els estudis carpològics han posat de manifest l'existència de pràctiques agrícoles (v. cap. IV.2) (Fig. X.7), també testimoniada per l'aparició d'I.A.S. relacionats amb erms al diagrama MBA.

L'elevada intensitat de l'acció antròpica durant aquest període és especialment evident al diagrama BES, on els percentatges d'arbusts i d'I.A.S. són superiors durant el Neolític als documentats a l'Edat del Bronze i l'Iberisme. Aquest fenomen ha estat també observat en àrees medieuropees (BEHRE, 1988).

A partir de les dades que hem anat exposant, podem afirmar, respecte a l'acció

humana durant el N.A.:

. Durant les fases més antigues, les pertorbacions humanes es duen a terme principalment en sectors litorals, on el sistema forestal és més fràgil. En aquestes àrees ja existien herbassars humits naturals que podien ser fàcilment explotats com a pastures.

. Durant tot el N.A., l'activitat ramadera té un paper molt destacat. Aquesta pràctica es degué centrar principalment en zones de prats humits costaners, així com en terres eixutes més interiors.

. Al sud del Pla de Barcelona, la pressió antròpica es desplaça progressivament des dels sectors litorals vers zones més interiors.

. Durant el N.A., la pressió humana és especialment intensa al sector centre-nord de la plana barcelonina, si bé a la zona nord del Pla no es coneixen fins a l'actualitat restes arqueològiques d'aquest període.

Respecte als sistemes d'explotació deduïbles a partir de les dades pol·líniques, K-E. Behre (1988) ja exposà la dificultat que presenta la identificació de l'acció humana durant les primeres etapes d'adopció de l'economia productiva. Dos models d'explotació econòmica prehistòrica han estat descrits a les àrees del centre i nord d'Europa:

. *Landnam*: expressió pol·línica d'un sistema econòmic mixt agro-pecuari, rotatiu i seminòmada, en el qual es fa ús del foc amb la finalitat d'obrir clarianes, reduir l'acidesa del sòl i aportar-hi nutrients que facin possible el conreu i la pastura (IVERSEN, 1941, 1956; REYNOLDS, 1988). Aquest sistema rotatiu és l'anomenat de *Slash and burn* -tala i crema. Segons els diversos estudis, a les clarianes es duria a terme una activitat agrícola durant

aproximadament els primers quatre anys (REYNOLDS, 1988), per ésser posteriorment usades com a àrees de pastura. Posteriorment, s'abandona el sector com a conseqüència del desplaçament del grup humà i el bosc es regenera.

. *Leaf-fodder husbandry* (TROELS-SMITH, 1960): consisteix en fer petites aclarides del bosc destinades a la instal·lació de poblats i camps de conreu. Els animals estan estabulats i es recull farratge podant els arbres. El foc no juga un paper destacat i l'acció antròpica deixa un dèbil reflex en els diagrames pol·línics.

A aquests dos sistemes d'explotació, caldria afegir-ne:

. Pasturatge de boscos, ben documentat al centre d'Europa des del Neolític (BEHRE, 1988). Recentment s'ha demostrat l'existència d'aquesta pràctica a la Península Ibèrica, en forma de deveses, a partir dels 4500 anys B.P. (STEVENSON & HARRISON, 1992).

. Ús de zones naturalment deforestades o de sectors marginals del bosc (EDWARDS, 1982). L'ús de pastures humides en sectors litorals, documentat a Barcelona i al Languedoc, seria un exemple d'aquest darrer model.

El segon grup de fases de pertorbació antròpiques barcelonines, corresponents al Neolític Antic, presenta trets comuns amb el model *Landnam*, descrit al centre i al nord d'Europa (IVERSEN, 1941, 1956; BEHRE, 1988). En aquest sentit, també als diagrames barcelonins, la presència de cendres, conjuntament amb els alts valors de taxons indicadors d'una activitat econòmica mixta, permeten afirmar l'existència d'un sistema d'explotació agrícola i ramader itinerant, que es duria a terme en petites àrees de bosc cremades -*slash and burn system* (IVERSEN, 1941, 1956; BEHRE, 1988; REYNOLDS, 1988). Amb tot, al

sector de Drassanes hauria existit una economia més estable, com es dedueix del menor ús del foc, així com també dels valors superiors de cereals i d'altres I.A.S. Aquesta major estabilitat de l'explotació està relacionada amb l'existència d'un nucli habitacional important durant el N.A. a St. Pau del Camp (v. cap. IV.2).

Podem resumir les semblances entre el model *Landnam* medieuropeu i les fases d'interferència documentades a Barcelona durant el N.A. -a les que provisionalment apliquem el terme de *Landnam* mediterrani- en quatre punts:

. La pertorbació es compon de tres estades entre els moments de regeneració Ra i Rb (v. cap. IX.8.1.2). Aquest tret, descrit per J. Iversen (1941, 1956), ha estat també observat en les pertorbacions de sistemes vegetals mediterranis a Barcelona. Aquests tres moments signifiquen per a nosaltres un procés d'augment i reducció progressiva de la freqüència de pertorbacions.

. Ús del foc amb les finalitats ja descrites -aclarides del bosc- etc.

. Els I.A.S. són similars -*Plantago t. lanceolata*, *Rumex*, etc.- i posen de manifest l'existència en ambdues àrees d'un sistema econòmic mixt.

. Si bé no es disposa de suficients datacions absolutes a Barcelona, sí sembla que, a l'igual que succeeix a l'àrea medieuropea, una fase *Landnam* té una durada aproximada d'entre 200 i 600 anys (SMITH, 1981) i és el resultat d'un cúmul de fases més breus.

Tanmateix, entre l'àrea mediterrània litoral i la medieuropea existeixen algunes diferències fonamentals:

. Les activitats ramaderes són més importants en zones mediterrànies en les primeres

fases de pertorbació, durant el N.A.

. L'ús de pastures naturals en zones litorals podria ser causa que el grau de pertorbació del bosc mediterrani fos menor.

. Les espècies vegetals arbòries i arbustives que es desenvolupen en cada un dels tres moments de la pertorbació són diferents en ambdues àrees, així com també ho és el seu comportament ecològic. En sectors mediterranis es degueren produir processos d'autosuccessió que podrien accelerar la regeneració del bosc (v. cap. IX.8.3).

. Com a resultat de l'autosuccessió en zona mediterrània, la vegetació forestal que es regenera és similar a la que existia anteriorment a la pertorbació, és a dir, existeix una base històrica (v. cap. IX.1), mentre que en les zones medioeuropees existeixen canvis de composició vegetal entre la fase primitiva i la regenerada del bosc (IVERSEN, 1941).

. Existeix la possibilitat que l'ús del foc hagi estat diferent en ambdues àrees. Així, en un bosc caducifoli humit la fusta, un cop tallada, ha d'assecar-se durant un any, aproximadament, per a que pugui ser cremada (IVERSEN, 1956), mentre que, a les formacions perennifòlies mediterrànies, l'incendi podria ser aplicat directament sobre la vegetació viva.

. Per últim, a MBA, durant les fases de regeneració forestal, continuen apareixent nombrosos I.A.S. Aquestes dades poden ser interpretades com l'existència de boscos pasturats (BEHRE, 1988; STEVENSON & HARRISON, 1992), aspecte que serà discutit més àmpliament al punt X.2.2.7.

Al nord de la costa catalana i al llarg de la sudfrancesa, el N.A. significa el moment d'extensió de les activitats agro-pecuàries. Així, a l'Ait Empordà, una primera fase d'acció antròpica ha estat datada entre els 5800/5700 anys B.P., caracteritzada pel conreu cerealístic

i per l'explotació del cànem (PARRA, 1988). A! Rosselló i al Languedoc, existeixen dues fases d'influència humana, a c. 7000 B.P. i 5600 B.P., respectivament (PLANCHAIS, 1985, 1987). Per últim, a la vall del Roine, les activitats humanes es generalitzen a final del període Atlàntic -vers 6000 B.P. (TRIAT-LAVAL, 1978). En aquest sector, el sondatge de Courthézon presenta trets comuns amb la seqüència DR1. En aquest sentit, al sondatge gal, l'activitat humana es posa per primer cop de manifest a 7350 anys B.P., mentre que un jaciment proper, probablement l'origen d'aquestes accions antròpiques, presenta una datació de 6600 B.P. -uns 750 anys posterior a les primeres alteracions humanes del bosc (TRIAT-LAVAL, 1978). Aquest decalatge cronològic entre la seqüència pol·línica i el jaciment arqueològic és idèntic a l'observat entre DR1 i St. Pau del Camp.

X.2.2.7. Major estabilitat dels grups humans: el Neolític Mitjà i Final

Dos són els trets generals que caracteritzen l'ús del medi durant el lapse de temps que correspon principalment al Neolític Mitjà, però que pot incloure també el Neolític Final, ja que la manca de datacions absolutes no ens permet establir un límit més precís:

. El foc serà ara usat més esporàdicament que durant el període anterior.

. La pressió humana sobre el medi vegetal s'intensifica, especialment a partir dels 5000 anys B.P., posant de manifest una major estabilitat dels grups humans.

Aquests canvis d'ús del medi estan relacionats amb l'extensió de la cultura dels *Sepulcres de Fossa*, entre 5500 i 4300 B.P., aproximadament (v. cap. IV.3).

Durant aquest període, al diagrama MBA existeixen dos moments, en que el caràcter

i intensitat de l'acció humana difereixen sensiblement.

Malgrat la manca de datacions absolutes, creiem que el primer moment, que comprèn la fase R2/r2a i els trams inferior i intermedi d'R2/r2b, s'hauria desenvolupat entre els 5500 i 5100 anys B.P. L'acció antròpica es caracteritza durant les fases R2/r2a i R2/r2b inferior, per l'expansió de la ramaderia en àrees properes al litoral, paral·lelament a una desintensificació de la pressió humana a l'interior, posada de manifest per la recuperació forestal i la forta reducció de *Buxus*. Aquesta interpretació de les dades pol·líniques s'avé amb la manca de nivells d'ocupació d'aquest període a la Cova de Can Sadurní, situada a les elevacions de Begues-Garraf (v. cap. IV.3) Tanmateix, cal tenir en compte que una extensió dels boscos pasturats podria haver donat lloc un espectre pol·línic similar a l'anteriorment descrit (STEVENSON & HARRISON, 1992).

Al llarg del tram intermedi de la fase R2/r2b, immediatament anterior als 5100 anys B.P., la pressió humana comença a intensificar-se també en àrees interiors, mentre que els valors de *t. Cerealia* podrien indicar ja l'inici d'una agricultura cerealística.

Les fases de MBA que acabem d'analitzar es corresponen probablement amb el conjunt de *Sepulcres de Fossa Antics* de Can Tintorer, amb una cronologia entre 5600/5500 i 5200/5100 B.P., moment en que les mines estan ja en plena explotació (v. cap. IV.3) (BLASCO, VILLALBA & EDO, 1992a).

Tanmateix, al tram superior de la fase R2/r2b, que s'estén des dels 5100 anys B.P. fins aproximadament els 4000 B.P., es produeix un canvi qualitatiu. Aquest moment significa l'inicial expansió d'un important conreu cerealístic, així com també de l'activitat ramadera. La intensa desforestació, així com l'augment de *Buxus* a la meitat superior de la fase, posen de manifest que la pressió humana s'està intensificant en sectors més interiors.

Aquesta profunda pressió humana coincideix amb el desenvolupament dels *Sepulcres*

de Fossa Clàssics a Can Tintorer -entre 5200/5100 i 4600/4500 B.P.- (v. cap. IV.3) (BLASCO, VILLALBA & EDO, 1992a), i probablement també amb l'expansió dels sepulcres de fossa a tota la vall baixa del Llobregat. En aquest moment, les mines de Can Tintorer es troben en un moment de màxima explotació. La notabilíssima desforestació -amb valors mínims d'alzina i roure que no es tornaran a assolir en tota la seqüència- expressa la intensitat de la pressió humana, mentre que els alts valors i la continuïtat de la corba de t. *Cerealia* és un símptoma d'estabilitat dels grups humans. L'ús poc freqüent del foc per part de l'home reafirma aquesta estabilitat, ja que implica que les àrees inicialment aclarides no seran abandonades ni recupades pel bosc, no essent necessari l'ús reiterat del foc, com succeïa durant les fases de *Landnam* mediterrani, característiques del N.A.

A: sector nord del Pla de Barcelona, els incendis es fan més esporàdics a partir de la fase BES I3CH, si bé el bosc pateix una progressiva degradació durant la fase BES I4ch. Els valors de *Cerealia* i dels I.A.S. semblen evidenciar l'existència de conreus i probablement també d'una activitat ramadera sobre sòls secs. Aquest procés d'intensificació de l'acció antròpica i desenvolupament d'una agricultura més estable ha de ser posat en relació amb l'existència de nombrosos sepulcres de fossa al nord del riu Esgòs (v. cap. IV.3).

Hem deixat per al final la discussió sobre el diagrama CUB per presentar aquestes majors dificultats d'interpretació. Aquesta seqüència es caracteritza per l'alternança entre fases d'interferència -I1ch i I2ch- i de regeneració -R1 i R2.

Malgrat la intensa desforestació que caracteritza les fases d'interferència, els I.A.P. i I.A.S. són moderadament presents. Entre aquestes dues fases de pertorbació, l'acció humana es fa més evident a I2ch, moment en que degué existir un conreu de cereals i de *Fagopyrum esculentum*, així com una probable explotació del cànem. Durant aquesta fase sembla que es produí una certa pressió humana en sectors més interiors, com posa de

manifest l'extensió de *Buxus*.

A diferència del que es podria pensar, les fases de regeneració del bosc presenten un important creixement dels I.A.S., resultat de l'existència d'una economia mixta, així com d'erms, prats secs i prats humits litorals. Els únics referents pol·línics actuals que es poden correlacionar amb aquests espectres fòssils són els obtinguts en deveses, fet que ens porta a apuntar l'existència en aquest moment d'una explotació ramadera del bosc, deduida anteriorment per a les fases R2/r2a i R2/r2b -tram inferior i intermedi- de MBA. Tanmateix, durant la fase CUB R2 degué existir també una activitat agrícola.

En conclusió, durant el període del N.M. i N.F. es mantingué a la plana penedesenca un sistema d'explotació altern amb fases d'obertura del bosc als sectors litorals -I1ch i I2ch- i fases de ramaderia en devesa -R1 i R2. Aquesta explotació de boscos pasturats és similar a la descrita a MBA durant el període dels *Sepulcres de Fossa Antics*. A CUB s'aprecia una progressiva intensificació de l'acció antròpica des d'I1ch fins a R2, amb un moment de màxima pressió durant les fases R1 i I2ch -entre aproximadament 4900 i 4150 B.P.-, contemporàniament a l'expansió dels enterraments en fossa, com els de Sevimar o els Garrofers -aquest darrer amb una datació absoluta de 5100 B.P. (MARTIN & MIRET, 1990).

Malgrat que a CUB observem una alternança de fases de perturbació i regeneració del bosc i que I2ch té una durada d'uns 350/400 anys, no creiem poder parlar en aquest cas de l'existència de fases *Landnam*, ja que, malgrat existeixen trets comuns, hi ha dos elements que allunyen les fases d'interferència a CUB d'un *Landnam* clàssic:

L'ús del foc és molt esporàdic a CUB, indicant probablement un sistema d'explotació més estable.

. Durant les fases de regeneració del bosc, els I.A.P. i I.A.S. es mantenen, arribant inclús a incrementar-se, i posant de manifest la continuïtat de les activitats humanes al sector. L'alternança entre les fases d'interferència i de regeneració estarien a CUB relacionades amb estratègies d'ús del medi diferenciades, més que no pas de fases d'ocupació i abandonament de l'àrea, típiques del sistema itinerant de *Slash and burn*.

A més de les característiques generals que hem anat esmentant per a aquest període - estabilització dels grups humans, intensificació de l'acció antròpica, desenvolupament de la ramaderia en bosc, etc. -, volem insistir en el fet que la zona amb una major pressió humana es troba al Pla de Barcelona, i més concretament al sector del Llobregat, àrea on precisament està emplaçat el jaciment més important d'aquest període: les mines de Can Tintorer. No dubtem que ambdós fets han d'estar necessàriament relacionats.

X.2.3. L'EDAT DEL BRONZE -c. 4000/3800 a c. 2700 B.P.-

Donada la manca de datacions, en alguns diagrames és difícil establir una separació clara entre Neolític Final, Calcolític, Edat del Bronze i Iberisme Antic, fet que ens obliga a establir en aquest capítol uns límits temporals amplis, que sobrepassen en alguns casos l'Edat del Bronze estrictament parlant

X.2.3.1. Cronologia i correlacions

Del diagrama CUB, incloem dins aquest període les fases I3 i R3. La primera ha estat datada a prop de la base a 3680 B.P., i s'hauria iniciat, basant-se en extrapolacions cronològiques, vers els 3800 anys B.P., finalitzant-se a c. 3300 B.P. La fase R3, per la seva

banda, finalitzaria amb anterioritat a la datació 2390 B.P., vers els 2800 anys B.P., sempre basant-se en inferències cronològiques.

Establir les fases de MBA que pertanyen a aquest període és més complicat donada la manca total de datacions absolutes. Tanmateix, a partir dels paral·lelismes que podem establir, en base a la composició pol·línica, entre el tram -13,20 m de MBA, d'una banda, i SBL, datat a 3185 ± 29 B.P., de l'altra, així com amb d'altres seqüències (v. cap. VII.4), creiem que podem incloure fins l'Edat del Bronze la fase I/C3CH a, amb una hipotètica cronologia entre els 4000 B.P. i els 3000 anys B.P., aproximadament.

L'inici d'aquest període a BES pot ser ben situat a partir de la datació 3250 B.P. però el seu límit superior és pràcticament impossible de precisar mentre no disposem d'un major nombre de datacions. A partir de les corbes pol·líniques, podem agrupar, per la seva semblança, les fases R4, I5CH i R5, diferenciades tant de les fases anteriors del Neolític, com posteriors, a partir d'I6.

X.2.3.2. El diagrama de CUB

El tret que més destaca de la fase I3 és la intensa pertorbació del bosc, manifestada tant per la reducció dels taxons arboris com per l'expansió dels arbustius. Els incendis, però, no semblen haver estat la causa d'aquesta pertorbació (Fig. X.3 i X.4).

Dins el conjunt d'I.A.P., s'aprecia un lleuger increment del t. *Cerealia*, en C.P. (Fig. X.4), fet que pot ser indicatiu d'una expansió del conreu cerealístic. Paral·lelament a aquest fet, la nova presència de *Fagopyrum esculentum* ens indica el conreu d'aquest taxó. Especialment destacable és la presència de *Vitis vinifera* entre c. 3800 i 3600 B.P., en una àrea en que aquest taxó no havia aparegut amb anterioritat.

Malgrat la intensa pertorbació forestal, la presència d'I.A.S. és escassa. Destaca principalment la disminució dels taxons indicadors de sòls humits nitrofitzats, i, per tant, dels prats humits litorals. El grup més representat és el dels taxons ruderals amb una àmplia distribució, com *Cruciferae*, *Rumex*, *Lamiaceae*, *Polygonum* t. *aviculare*, *Fabaceae*, etc.

Durant la fase R3, la situació canvia radicalment. Així, paral·lelament al procés de regeneració forestal, té lloc un creixement qualitatiu i quantitatiu dels I.A.S. herbacis.

El primer fet destacable és l'increment de t. *Cerealia* -expansió dels conreus de cereals- i l'aparició de *Secale*, com a conreu cerealístic d'hivern (BEHRE, 1981). En aquest mateix moment, però, *Vitis* i *Fagopyrum* deixen de ser presents. Paral·lelament a aquest procés apareixen noves males herbes inexistents fins a aquest moment, com *Papaver*, *Solanaceae* o *Sanguisorba* t. *minor*. Entre aquestes, *Papaver* serà una de les males herbes adventícies més característiques a partir d'aquest moment, presentant una corba pràcticament contínua al tram superior de la seqüència. D'altra banda, alguns I.A.S. típics de camps i erms de secà, com *Centaurea* t. *solstitialis*, deixen de ser presents a partir d'aquesta fase.

El grup dels taxons ruderals típics de sòls nitrofitzats secs és un dels més ben representats: *Centaurea* t. *solstitialis*, *Carduus/Cirsium*, *Convolvulaceae*, *Lamiaceae*, *Asphodelus*, *Plantago* t. *lanceolata*, *Rumex*, etc., indicant l'existència d'erms i prats secs usats probablement amb finalitats ramaderes. Aquesta interpretació està recolzada per la presència, per primer cop, de *Sanguisorba* t. *minor*, un excel·lent indicador de la presència de ramats (v. cap. X.1.2). D'altra banda, els taxons indicadors de prats nitrofitzats humits - molt probablement litorals- també són presents: *Plantago* t. *major/media*, *P.* t. *coronopus*, *Thalictrum* i *Lythrum*.