



Foto 1: Vegetació típica de l'associació de màquia *Quercus-Lentiscetum* al Massís del Garraf. Hi observem l'ullastre (*Olea europea* var. *sylvestris*) i el llentiscle (*Pistacia lentiscus*) (Foto: S. Riera)



Foto 2: Exemplars d'alzines en l'actual àrea d'extensió de l'alzinar litoral (*Quercetum ilicis galloprovinciale*) a les serralles litorals (Serra de Marina)

(Foto: S. Riera)

DESPLAÇAMENTS LATITUDINALS DE LA VEGETACIÓ AL LITORAL MEDITERRANI DURANT ELS DARRERS 8 500 ANYS Un enfocament pol·línic i climàtic

Igor Parra Vergara¹

Laboratoire de Paléoenvironnement et Palynologie. Institut Sciences de l'Évolution. Montpellier

Dedico aquest article a la memòria del meu amic i col·lega, doctor Joan Montserrat

Introducció

El litoral mediterrani ibèric i les regions que l'envolten pertanyen a una àrea climàtica on tant la temperatura com la precipitació depenen de l'equilibri estacional de l'anticicló de les Açores (LAMB, 1977; BRODY I NESTOR, 1980; PARRA, 1988). En conseqüència, aquestes regions són claus per a millorar el nostre coneixement dels canvis climàtics durant els períodes tardiglacial i holocè. En aquest article, es presenten els resultats sintetitzats extrets de quatre registres pol·línics de l'holocè que vénen a completar les dades pol·líniques que es disposen de la costa mediterrània ibèrica, a més de proposar la hipòtesi, a partir d'aquestes dades, que l'actual gradient climàtic latitudinal existent en l'esmentat sector d'estudi és un element natural que es va iniciar fa uns 8 000 anys.

Els quatre *cores*² van ser obtinguts en planes litorals que presenten una formació geològica similar, constituï-

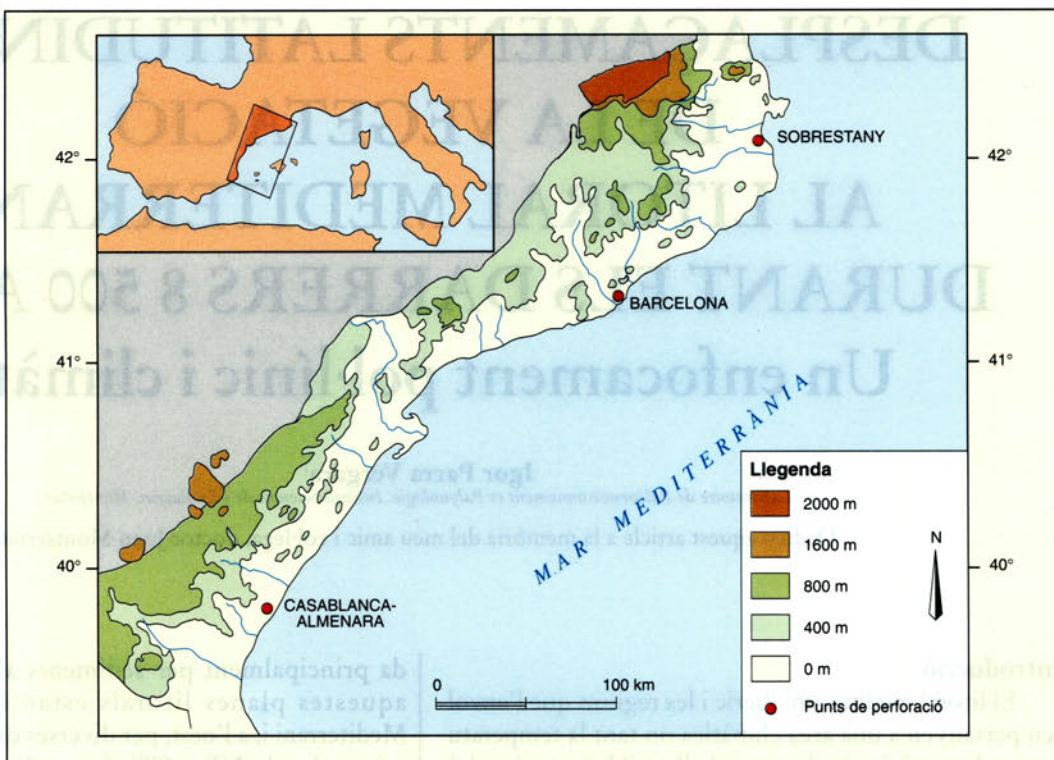
da principalment per sediments al·luvionals. A l'est, aquestes planes litorals estan limitades pel mar Mediterrani i, a l'oest, per diverses cadenes muntanyoses orientades de NE a SW (*figura 1*). Les mostres es van obtenir en medis sedimentaris similars (estanyos litorals) i a alçades semblants (entre 7 i 13 metres per sobre el nivell del mar).

El sector estudiat està regit climàticament per: les variacions latitudinals de l'índex de pluviositat estacional (MARTÍN VIDE, 1987), i l'augment cap al sud tant de l'evapotranspiració (ETP) com de la temperatura mitjana anual (*figura 2, taula 1*). Aquestes variables permeten establir un allargament del període estival sec a latituds inferiors. Al llarg d'una secció transversal nord-sud d'aproximadament 450 quilòmetres, el dèficit hidrològic per al període estival variarà de dos a quatre mesos, des de l'àrea més septentrional (Plana de l'Empordà) fins a

Estacions meteorològiques	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Anual
Figueres (Plana de l'Empordà)													
Precipitació	26,6	34,2	47,2	49,4	52,3	47,1	25,5	36,4	67,6	85,4	57,5	43,2	573 mm
Temperatura	7,3	8,4	11,2	13,7	17,0	20,5	23,2	22,8	20,1	15,8	11,1	8,1	14,9 °C
Evapotranspiració	15,0	17,0	37,0	57,0	83,0	114,0	142,0	129,0	90,0	57,0	27,0	17,0	785 mm
Índex d'humitat	1,7	2,01	1,27	0,86	0,62	0,41	0,18	0,28	0,74	1,5	2,1	2,53	—
Barcelona (Plana de Barcelona)													
Precipitació	29,8	39,5	53,0	45,2	52,3	40,1	30,3	47,4	78,8	76,5	54,1	49,2	598 mm
Temperatura	9,5	10,6	12,4	14,6	17,6	21,5	24,3	24,3	21,9	17,6	13,5	10,3	16,5 °C
Evapotranspiració	20,0	22,0	37,0	53,0	86,0	121,0	149,0	139,0	100,0	63,0	34,0	22,0	846 mm
Índex d'humitat	1,5	1,8	1,43	0,85	0,6	0,33	0,2	0,34	0,79	1,2	1,59	2,24	—
Castelló (Plana de Castelló)													
Precipitació	22,4	28,7	30,4	32,6	35,3	24,4	9,0	23,7	72,3	84,6	40,0	47,0	443 mm
Temperatura	10,6	11,1	12,9	15,1	18,2	21,6	24,3	24,7	22,6	18,9	14,6	11,4	17,2 °C
Evapotranspiració	23,0	25,0	40,0	57,0	82,0	116,0	149,0	142,0	106,0	69,0	40,0	24,0	873 mm
Índex d'humitat	0,97	1,15	0,76	0,57	0,43	0,21	0,06	0,17	0,68	1,23	1,0	1,96	—

Taula 1: Valors mensuals de pluviositat (P), temperatura (T), evapotranspiració (ETP) i índex d'humitat ($I_h = P/ETP$) de les estacions meteorològiques de Castelló, Barcelona i Figueres (Font: ELIAS I RUIZ, 1977)

Figura 1: Emplaçaments dels sondatges estudiats i topografia general de l'àrea estudiada de la costa mediterrània



l'extrem més meridional (Plana de Castelló). El gradient de dèficit hidrològic ha estat verificat mitjançant la relació establerta entre pluviositat (P) i temperatura (T), així com amb la proporció expressada per l'índex d'humitat (I_h) (ELIAS I RUIZ, 1977) (taula 2).

La distribució latitudinal de la vegetació a l'àrea litoral ve determinada per l'augment cap al sud del període estival sec. Així doncs, el domini vegetal del *Quercion ilicis* –Br-Bl (1931) 1936– s'estén al litoral al nord de 41°22' de latitud, i està representat per l'associació *Quercetum ilicis galloprovinciale* –Br-Bl (1915) 1936 (= *Viburno-Quercetum ilicis* (RIVAS MARTÍNEZ, 1975)–, principalment en les subassociacions *pistacietosum* i *suberetosum*. El domini del *Quercum pubescenti-petraeae* –Br-Bl, 1931– s'estén en alçades superiors als 600 metres sobre el nivell del mar, prop de les planes litorals (figura 3).

El domini de l'*Oleo-Ceratonion* –Br-Bl, 1936– s'estén cap al sud dels 41°22' latitud nord, essent l'associació principal el *Quercus-Lentiscetum* –(Br-Bl et al.), A. I. O. DE BOLÒS, 1950–. A les elevacions del Sistema Ibèric entre els

1 100 i els 1 400 m s.n.m., es desenvolupen nuclis aïllats de rouredes, principalment l'associació *Violo-Quercetum pinetosum* –(Br-Bl et al.), O. DE BOLÒS, 1950– (figura 3) (BOLÒS, 1962; BOLÒS I VIGO, 1984; FOLCH, 1981).

Material i mètodes

Els cores estudiats van ser obtinguts als indrets següents: Casablanca-Almenara (Plana sud de Castelló, 0°12' long. W, 39°45' lat. N) (PARRA, 1983), Drassanes 1 i Besòs (Plana de Barcelona, 2°11' long. E, 41°22' lat. N i 2°15' long. E, 41°24' lat. N, respectivament) (RIERA, 1990a, 1990b) i el core ST1 de la Conca de Sobrestany (Plana de l'Empordà, 3°06' long. E, 42°06' lat. N) (PARRA, 1988) (figura 2). A Drassanes 1, Besòs i Sobrestany les mostres s'obtingueren utilitzant sondes mecàniques.

Notes:

1. L'autor és becari de doctorat del programa EPOC (Divisió General XII –Clima i Medi Ambient– de la Comissió de les Comunitats Europees).
2. Nota de traducció: Core: Paraula utilitzada habitualment per a designar els cilindres que es fan servir per a obtenir mostres estratigràfiques.
3. Nota de traducció: Les datacions fetes amb carboni 14 utilitzen com a data base el present, any 1950 de la nostra era, i se sol utilitzar normalment l'abreviació BP que correspon a l'expressió anglesa *Before Present* (abans del present).

Estacions meteorològiques	P<2T	$I_h < 0,5$ ($I_h = P/ETP$)
Figueres (Plana de l'Empordà)	juliol-agost	juny-juliol-agost
Barcelona (Plana de Barcelona)	juny-juliol-agost	juny-juliol-agost
Castelló (Plana de Castelló)	maig-juny-juliol-agost	maig-juny-juliol-agost
P: Precipitació T: Temperatura	I _h : Índex d'humitat ETP: Evapotranspiració	

Taula 2: Mesos estivals amb estrès hídric. La primera columna ha estat calculada mitjançant la relació P<2T, i la segona segons l'índex d'humitat ($I_h < 0,5$)

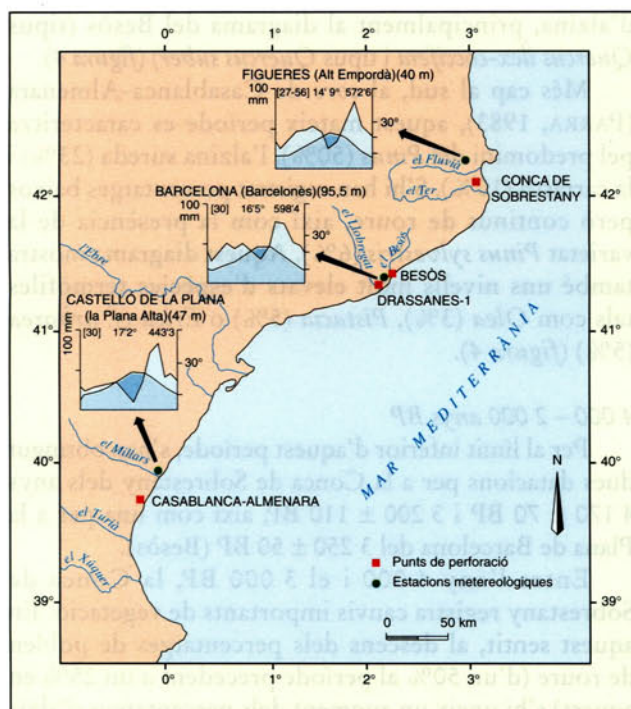


Figura 2: Situació dels cores estudiats pol·líniques (■) i de les estacions meteorològiques més properes (●).
(Font: RIBA et al., 1976)

ques rotacionals de 10 cm de diàmetre. La mostra de Casablanca-Almenara es va obtenir per perforació manual amb una sonda de tipus Hiller.

D'aquests tres cores, se n'han obtingut un conjunt d'onze datacions absolutes mitjançant el mètode del carboni 14.

Per a l'anàlisi del pol·len, s'han fet servir els procediments químics estàndard (FAEGRI I IVERSEN, 1975), així com de tècniques de separació per flotació (GULLET I PLANCHAIS, 1969) i, seguint el mètode volumètric, s'han muntat els corresponents portaobjectes amb preparacions (COUR, 1974).

La identificació dels grups pol·línics dins el gènere *Quercus* s'ha dut a terme seguint els criteris definits per Planchais (1962). El tipus *Quercus ilex-coccifera* engloba les espècies *Quercus ilex* L., *Q. coccifera* i *Q. rotundifolia* Lam.; el tipus *Quercus suber* conté *Quercus suber* L. El grup dels *Quercus caducifolis* (roures) inclou *Quercus pubescens* Willd., *Q. petraea* (Mattuschka) Liebl., *Q. pyrenaica* Willd., *Q. faginea* Lam., i *Quercus canariensis* Willd. (*Q. mirbecki* Durand).

Els resultats pol·línics es presenten en segments cronològics de 2 000 anys per tal de poder comparar les agrupacions principals de pol·len dels diferents sondatges. S'han utilitzat els valors percentuals màxims de les varietats de cada període. Els percentatges han estat calculats a partir de la suma del pol·len total de cada diagrama (taula 3).

Resultats

8 500 – 6 000 BP³

Pel que fa a aquest període, es disposa de les dades pol·líniques de Barcelona i Sobrestany. Al core de Drassanes 1, s'han obtingut dues datacions radiomètriques de l'any $8\,570 \pm 470$ BP i de l'any $7\,400 \pm 80$ BP (RIERA, 1990a, 1990b), i una al core del Besòs, de l'any $6\,780 \pm 100$ BP. No es disposa de datacions radiomètri-

Anys BP	Data Radiocarboni	Base Sobrestany	Barcelona	Casablanca-Almenara
0-2 000	1 300 $\pm$ 40 BP (UBAR-211) (2b)	<i>Quercus ilex</i> i <i>Q. suber</i> amb bosc de <i>Pinus</i> . Espècies d'arbusts i conreu	Bosc de <i>Quercus ilex</i> amb roure. Varietats d'arbusts i conreus.	Establiment de la màquia amb presència de sureres i alzinars. Presència de varietats conreades.
2 000-4 000	3 200 $\pm$ 100 BP (1c) (Lv 1570-D) 3 250 $\pm$ 50 BP (2b) (UBAR-231)	Bosc de <i>Quercus ilex</i> . Presència de <i>Fagus</i> , roures i <i>Abies</i> .	Bosc mixt de roure, <i>Quercus ilex</i> i <i>Pinus</i> .	Bosc de <i>Quercus suber</i> i <i>Q. ilex</i> amb <i>Pinus</i> . Roure en llocs elevats.
4 000-6 000	4 170 $\pm$ 70 BP (1b) (Gif 7760) 4 800 $\pm$ 90 BP (3) (Gif 5662) 5 200 $\pm$ 100 BP (3) (Gif 5663) 5 240 $\pm$ 70 BP (1a) (Gif 7759) 5 300 $\pm$ 100 BP (3) (Gif 5664) 5 780 $\pm$ 410 BP (1a) (Gif 6922)	Bosc mixt de roure i alzina. Presència d' <i>Abies</i> .	Bosc de roure amb <i>Quercus ilex</i> i <i>Pinus</i> .	Bosc mixt de <i>Quercus suber</i> i <i>Q. ilex</i> amb <i>Pinus</i> . Roure en llocs elevats.
6 000-8 500	6 870 $\pm$ 100 BP (UBAR-212) (2b) 7 400 $\pm$ 90 (2a) (UBAR-132) 8 570 $\pm$ 470 BP (2a) (UBAR-133)	Bosc de roure i <i>Corylus</i> . Presència de <i>Quercus suber</i> i <i>Quercus ilex</i> . Bosc de ribera desenvolupat.	Bosc de roure amb <i>Quercus ilex</i> , <i>Q. suber</i> i <i>Pinus</i> . Presència de <i>Corylus</i> .	

Taula 3: Principals agregacions de vegetació a partir dels tres diagrames de pol·len mostrats a la figura 4. Pel que fa a les datacions de carboni 14 que provenen de la Conca de Sobrestany: 1a es refereix al core ST1, 1b al ST2 i 1c al 10C. Pel que fa a la Plana de Barcelona: 2a es refereix al core de Drassanes 1 i 2b al del Besòs

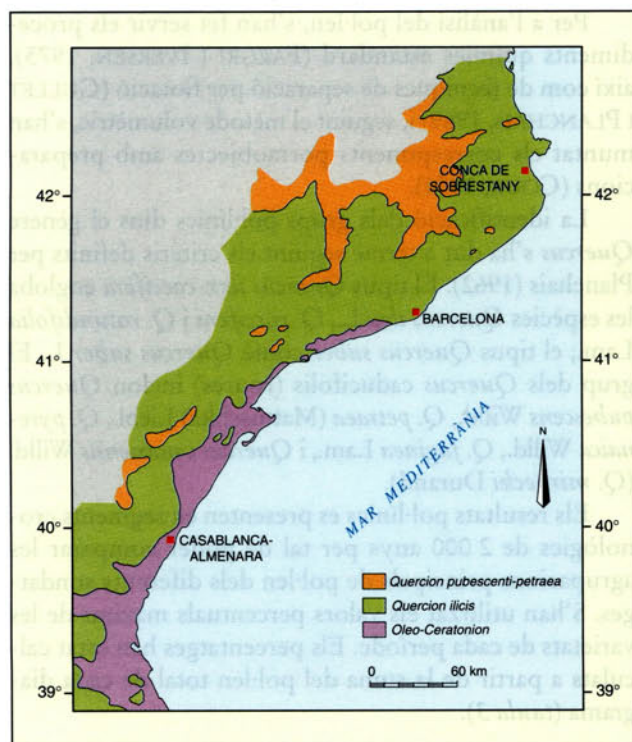


Figura 3: Distribució dels actuals predominis de vegetació entre els 42° i els 39° de latitud nord

ques per als *cores* de la Conca de Sobrestany, però els alts valors de pol·len de *Corylus* a la base del diagrama ST1 es poden correlacionar amb els diagrames obtinguts per a l'àrea d'Olot (50 quilòmetres al nord). Aquí, els valors màxims d'aquesta varietat han estat datats entre 8 300 i 7 000 anys BP (PÉREZ-OBÍOL, 1988).

El diagrama Drassanes 1 a la Plana de Barcelona mostra l'alt valor del pol·len de roure des d'un primer moment, amb un valor del 15% al principi de la sedimentació (8 600 anys BP) (RIERA, 1990a, 1990b). Aquest tipus de pol·len predomina durant tot aquest lapse cronològic, amb un percentatge màxim del 40% a la Conca de Sobrestany i del 31% al diagrama de Drassanes 1 (figura 4).

S'hi han trobat també altres espècies caducifòlies, tals com *Alnus*, *Ulmus*, *Corylus*, *Betula*, etc. Aquestes espècies tenen, probablement, relació amb la "ripisilva", que deuria estar molt desenvolupada en aquestes planes litorals ben irrigades.

6 000 – 4 000 anys BP

Les dades de pol·len de què es disposa pel que fa a aquest període provenen dels sondatges de la Conca de Sobrestany, del Besòs i d'Almenara, on s'han obtingut un conjunt de sis datacions radiomètriques.

El pol·len del *Quercus* caducifoli encara predomina a la Plana de Barcelona i a la Conca de Sobrestany, arribant a un percentatge màxim del 50% en aquest darrer emplaçament. També s'observa un primer increment en els percentatges

d'alzina, principalment al diagrama del Besòs (tipus *Quercus ilex-coccifera* i tipus *Quercus suber*) (figura 4).

Més cap al sud, al core de Casablanca-Almenara (PARRA, 1983), aquest mateix període es caracteritza pel predomini del *Pinus* (50%), l'alzina sureda (23%) i la carrasca (10%). S'hi han registrat percentatges baixos però continus de roure, així com la presència de la varietat *Pinus sylvestris* (6%). Aquest diagrama mostra també uns nivells molt elevats d'espècies termòfiles tals com *Olea* (3%), *Pistacia* (5%) o *Erica cf. arborea* (5%) (figura 4).

4 000 – 2 000 anys BP

Per al límit inferior d'aquest període, s'han obtingut dues datacions per a la Conca de Sobrestany dels anys $4\,170 \pm 70$ BP i $3\,200 \pm 110$ BP, així com una per a la Plana de Barcelona del $3\,250 \pm 50$ BP (Besòs).

Entre l'any 4 000 i el 3 000 BP, la Conca de Sobrestany registra canvis importants de vegetació. En aquest sentit, al descens dels percentatges de pol·len de roure (d'un 50% al període precedent a un 25% en aquest) s'hi uneix un augment dels percentatges d'alzina (el tipus *Quercus ilex* arriba a un 17% i el de *Quercus suber* a un 20%). A la Plana de Barcelona, el diagrama del Besòs indica el desenvolupament d'un bosc de tipus *Quercus* mixt, amb un progressiu augment de la varietat de *Quercus ilex-coccifera* que arriba a valors del 15% (figura 4).

Per a la Plana de Castelló, més septentrional, el diagrama de Casablanca-Almenara posa de manifest que el *Pinus*, el *Quercus suber* i el *Quercus ilex-coccifera* mantenen valors similars als del període precedent, tal i com també s'observa pel que fa als valors de *Pistacia* i *Olea*.

2 000 – 0 anys BP

Només s'ha obtingut una datació radiomètrica per aquest període al core del Besòs de l'any $1\,300 \pm 40$ BP. Per als altres diagrames, es podria establir una aproximació cronològica basada en els espectres de pol·len. Així, es registren importants canvis de vegetació en els darrers nivells dels diagrames de Sobrestany i Casablanca, relacionats amb l'aparició dels primers valors de *Juglans* (noguera) (figura 4). Aquests fenòmens paral·lels ens permeten d'identificar l'existència de la "Línia *Juglans*" (terme de BEUG, 1975a) i acceptar una cronologia aproximada d'època romana (2 200 anys BP) pel que fa a aquest esdeveniment (PLANCHAIS, 1982).

Els canvis principals de vegetació registrats en els tres emplaçaments són: un descens dels percentatges de pol·len arbori, incloent-hi el *Quercus* caducifoli, i un augment dels arbusts (*Cistus*, *Calluna*, *Erica cf. arborea*, *Ericaceae*, etc.). En el diagrama del Besòs es pot observar una recurrència de bosc de *Quercus ilex* després del 1 300 ± 40 anys BP (figura 4, taula 3).

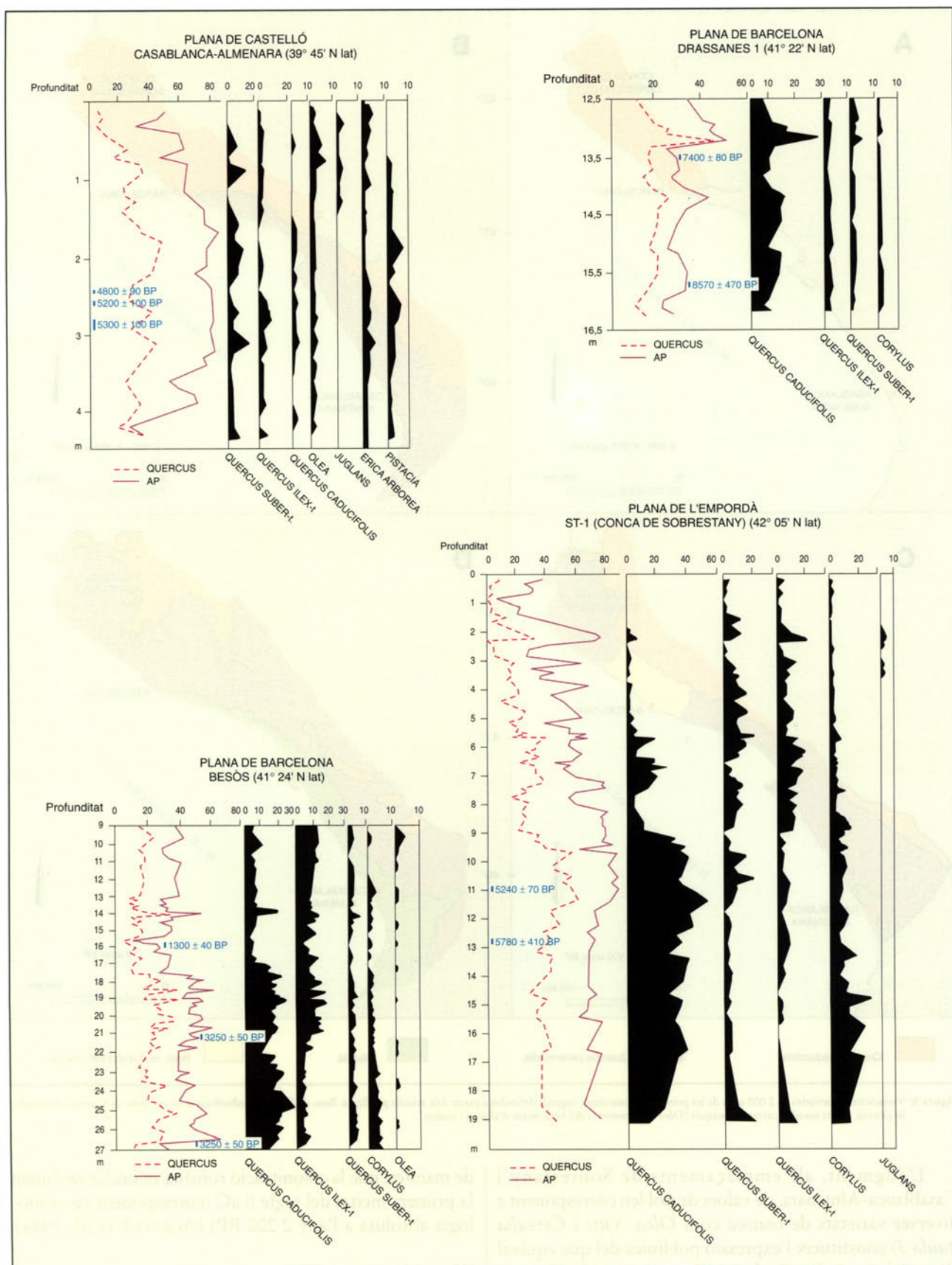


Figura 4: Algunes corbes de pol·len seleccionades extretes dels diagrames de Casablanca-Almenara, Drassanes 1, Besòs i Sobrestany. La corba discontinua representa la suma de tots els pol·lens pertanyents al gènere *Quercus* i la continua (AP) és la suma de pol·lens de tots els tàxons arboris i ens aporta una dada aproximada del nivell de recobriment forestal

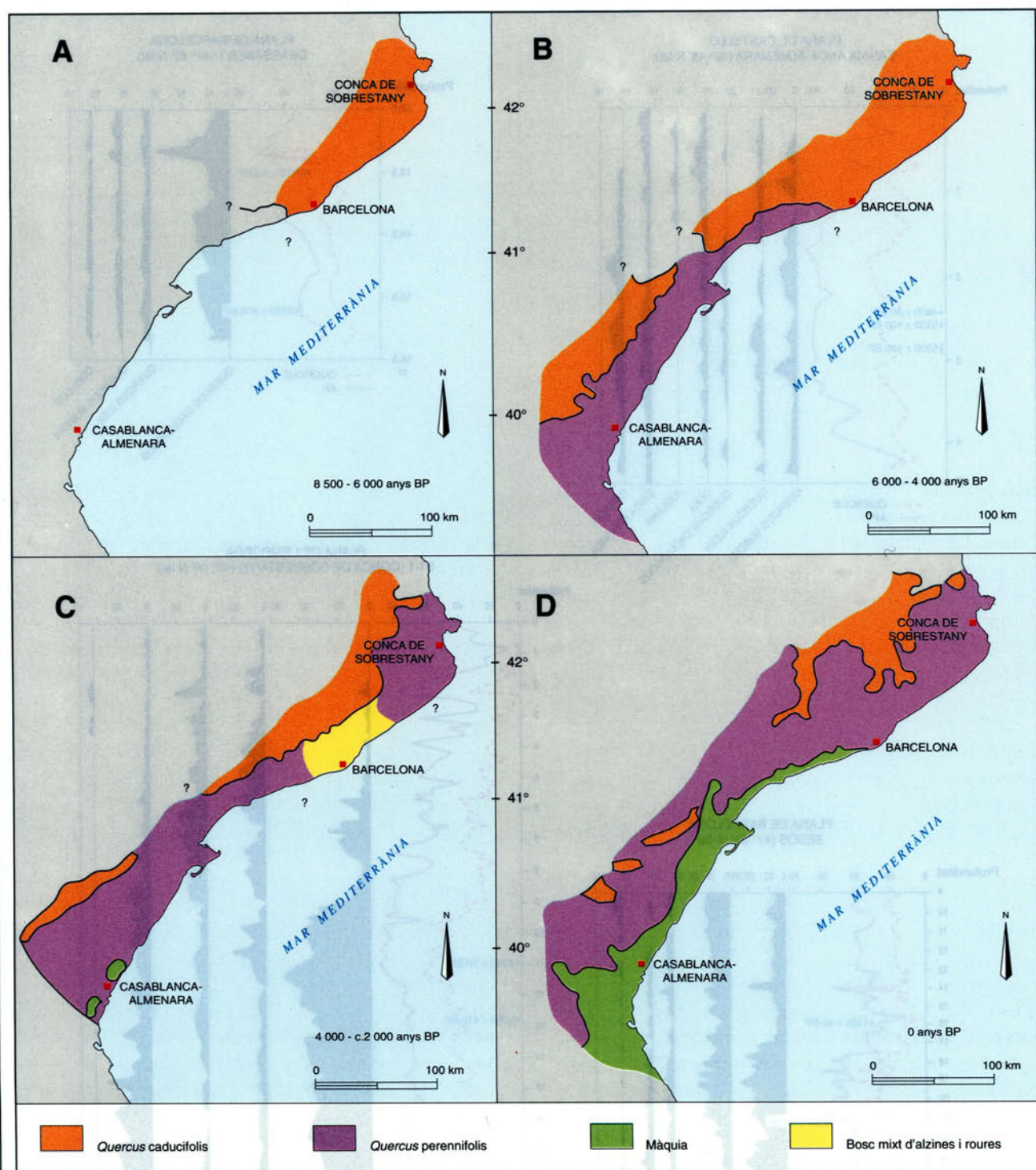


Figura 5: Variacions en períodes de 2 000 anys de les principals comunitats vegetals definides a partir dels estudis pol·línics: Bosc de *Quercus caducifolia* (roures), bosc de *Quercus perennifolia* (alzina, alzina sureda i carrasca), màquia (*Oleo-Ceratonion*) i del bosc mixte d'alzines i roures

L'augment, als emplaçaments de Sobrestany i Casablanca-Almenara, de valors de pol·len corresponent a diverses varietats de conreu com *Olea*, *Vitis* i *Cerealia* (taula 3) constitueix l'expressió pol·línica del que equival al model romà d'agricultura (KOLENDO, 1980; PARRA, 1985). L'evidència arqueològica en el sector estudiat posa

de manifest que la colonització romana va iniciar-se durant la primera meitat del segle II aC (corresponent en cronologia absoluta a l'any 2 200 BP) (AQUILUE *et al.*, 1984).

Discussió i conclusions

Les dades de pol·len obtingudes a l'Empordà, a

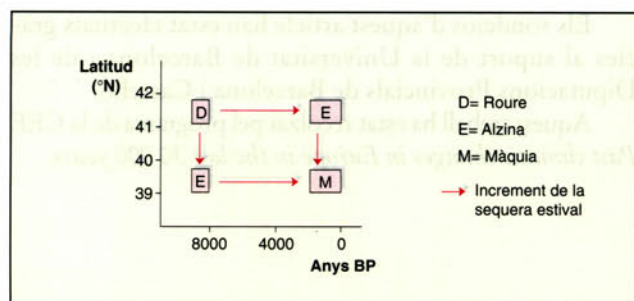


Figura 6: La distribució espacial del roure, l'alzina i la màquia a intervals de 2 000 anys durant els darrers 8 500 anys

Barcelona i a la Plana de Castelló evidencien l'existència d'un gradient de vegetació latitudinal a les zones del litoral que comença almenys al voltant de l'any 6 000 BP, amb comunitats de roures en latituds per sobre dels 40° lat. N i d'alzina per sota dels 40° lat. N (figures 5a i 5b, taula 3).

La dispersa però contínua aparició del pol·len de roure a Casablanca-Almenara (PARRA, 1983), suggereix que al sud dels 40° lat. N les comunitats de caducifòlies es van desenvolupar a una alçada elevada (figura 5b). Aquest fenomen ve confirmat pel diagrama de pol·len de l'emplaçament de Padul, a Sierra Nevada, situat a 37° de latitud nord i a 785 metres per sobre el nivell del mar, on les comunitats de *Quercus ilex* predominaven i encara predominen fins a una alçada de 1 500 m s.n.m. Per sobre d'aquesta alçada, es desenvolupa l'estatge de *Quercus pyrenaica* (FLORSCHUTZ *et al.*, 1971; PONS I REILLE, 1988; WALTER, 1970).

L'actual gradient latitudinal de vegetació, controlat per les condicions climàtiques (taula 2), suggereix que l'augment septentrional del període estival sec és el factor determinant de la distribució de la vegetació latitudinal des de l'any 8 500 fins al 4 000/3 000 BP i, en conseqüència, permet apuntar l'establiment d'un clima de tipus mediterrani ja durant aquest període de temps. Amb tot, la distribució de les comunitats de boscos caducifolis i perennifolis, inferiors en alçada i latitud a l'actualitat, indiquen que el període de sequera estival pot haver estat més curt en el passat que actualment. Pel que fa al període entre els anys 8 500–4 000/3 000 BP, s'han registrat nivells més elevats de disponibilitat hídrica a les àrees de la Ligúria i de la Península Ibèrica (PARRA, 1983; PLANCHAIS, 1982, 1987) per a les quals s'havia apuntat un clima mediterrani subhumit (PLANCHAIS I PARRA, 1984), així com per altres zones mediterrànies (FOLLIERI *et al.*, 1986; BEUG, 1975b, 1982; PONS I REILLE, 1989; REILLE, 1984; VAN ZEIST I BOTTEMA, 1982).

Els diagrames de Sobrestany i del Besòs mostren una extensió de les comunitats de *Quercus perennifolis* al voltant de l'any 4 000/3 000 BP amb la progressiva davallada del roure (figura 5c, taula 3) (PARRA, 1988).

En conseqüència, aquest període correspon a l'establiment dels dominis de la vegetació actual al nord dels 41° de latitud nord (BOLÒS, 1962; FOLCH, 1981). També s'ha observat un fenomen similar amb cronologies semblants en altres sectors mediterranis (TRIAT-LAVAL, 1978; PLANCHAIS, 1982, 1987; FOLLIERI *et al.*, 1988; REILLE, 1984).

Durant aquest període (4 000–2 000 BP), el bosc d'escleròfiles de la Plana de Castelló no va veure's afectat pel canvi de l'índex de pluviositat que va donar lloc a la proliferació de la vegetació perennifolia al nord dels 41° lat. N. La reducció i discontinuïtat dels valors de pol·len de roure de Casablanca-Almenara al voltant del 2 200 BP podrien ser la conseqüència de l'elevació altitudinal de les comunitats de bosc caducifoli. La conseqüència final d'aquest procés és doncs l'existència actual de petites àrees aïllades de roures al Sistema Ibèric (figura 5d) (COSTA *et al.*, 1984). Un desplaçament similar del cinturó de vegetació caducifòlia s'ha observat també a Dalmàcia (BEUG, 1975a, 1982). Les darreres mostres del diagrama de Casablanca-Almenara (posteriorment a l'any 2 200 BP) evidencien canvis en l'estructura i composició de la vegetació (taula 3), interpretats com l'expansió de la màquia (*Oleo-ceratonion*) a la Plana de Castelló (COSTA *et al.*, 1984; FOLCH, 1981). Aquest moment representa doncs l'establiment del gradient actual de vegetació al sector litoral del mediterrani peninsular (figura 5d) (FOLCH, 1981).

Des de l'any 8 500 BP, les dades que s'han presentat permeten de definir l'existència d'un gradient de vegetació latitudinal en el sector objecte d'estudi. Això és una conseqüència de l'estabilització de les condicions climàtiques del Mediterrani, caracteritzades per un període estival sec més curt que l'actual.

Des del 4 000/3 000 BP cap endavant, es va donar un desplaçament cap a una major latitud de l'arboreda mediterrània típica així com de les comunitats d'arbusts. Aquest desplaçament va comportar una transició de les comunitats de roure a les d'alzina per sobre dels 41° de latitud nord, mentre que cap al sud dels 40° el canvi es va donar entre l'alzina i la màquia *Oleo-Ceratonion*. Aquest desplaçament de la vegetació va ser controlat per les mateixes dinàmiques que determinen el gradient latitudinal de les comunitats de vegetació esmentades anteriorment, és a dir, l'allargament del període estival sec (figura 6).

Darrerament, les comparacions que s'han establert entre les nostres dades de pol·len i les de la secció de l'holocè del Valle di Castiglione (FOLLIERI *et al.*, 1988) permeten posar de relleu el fet que des de l'any 3 500 BP s'estableix definitivament un model climàtic com l'actual. Per altra banda, també és important subratllar el fet que l'establiment de l'actual vegetació mediterrània de xeròfites a les latituds subtropicals de Xile té lloc en un moment cronològic similar, com han assenyalat alguns autors aquest procés es "va produir al voltant només de l'any 3 000 BP" (VILLAGRAN I VARELA, 1990).

Agraïments

L'autor agraïeix a Santiago Riera la seva col·laboració en la preparació i correcció d'aquest article. També voldria expressar el seu sincer agraïment al doctor Francesc Gusi, a la professora M. Follieri, als doctors E. van Campo, J. Maley, J.-P. Suc i Ph. Guinet per les seves útils observacions i els seus profitosos comentaris. I, al doctor R. Julià, director del Grup Espanyol de Paleoclimatologia, el seu ajut material i els seus comentaris sobre l'article.

Els sondejos d'aquest article han estat efectuats gràcies al suport de la Universitat de Barcelona i de les Diputacions Provincials de Barcelona i Castelló.

Aquest treball ha estat recolzat pel programa de la CEE *Past climatic changes in Europe in the last 30 000 years*.

Data de recepció de l'original: 03.93

BIBLIOGRAFIA

- AQUILUE, J., MAR, R., NOLLA, J., RUIZ DE ARBULO, J. I SANMARTÍ, E.: *El forum romà d'Empúries*. (Excavacions de l'any 1982). Una aproximació arqueològica al procés històric de la romanització al NE de la Península Ibèrica. Diputació de Barcelona. Barcelona, 1984.
- BEUG, H.J.: "Man as a factor in the vegetational history of the Balkan Peninsula", a *Proceedings of the 1st International Symposium on Balkan Flora and Vegetation*, núm. 72-77. Varna, juny de 1973.
- BEUG, H.J.: "Changes of climate and vegetation belts in the mountains of mediterranean Europe during the Holocene", a *Biuletyn Geologiczny*, núm. 19, pàgs. 101-110. 1975b.
- BEUG, H.J.: "Vegetation history and climatic changes in central and southern Europe", a HARDING, A.F. (ed.): *Climatic changes in Later Prehistoric*. Edinburgh University Press. 1982.
- BOLÒS, O. DE: *El paisaje vegetal barcelonés*. Càtedra "Ciudad de Barcelona". Universitat de Barcelona. Barcelona, 1962.
- BOLÒS, O. DE I VIGO, J.: *Flora dels Països Catalans*, volum 1. Ed. Barcino. Barcelona, 1984.
- BRODY, L.R. I NESTOR, M.J.R.: "Regional forecasting aids for the Mediterranean basin", a *Handbook for forecasters in the Mediterranean*, part 2. Paper tècnic TR-80-10. 1980.
- COSTA, M., PERIS, J.B. I STUBING, G.: *La vegetació del País Valencià*. Acció Cultural del País Valencià. València, 1984.
- COUR, P.: "Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol", a *Pollen et Spores*, núm. 16 (1), pàgs. 103-141. 1974.
- ELIAS, F. I RUIZ, L.: *Agroclimatología de España*. Investigaciones agrarias. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1977.
- FAEGRI, K. I IVERSEN, J.: *Textbook of pollen analysis*. Ejnar Munksgaard. Copenhagen, 1975.
- FLORSCHÜTZ, F., MENÉNDEZ AMOR, J. I WIJMSTRA, T.A.: "Palynology of a thick Quaternary succession in Southern Spain", a *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, núm. 10, pàgs. 233-264. 1971.
- FOLCH, R.: *La vegetació dels Països Catalans*. Memòria 10. Institut Català d'Història Natural. Barcelona, 1981.
- FOLLIERI, M., MAGRI, D. I SADORI, L.: "Pollen analyses", a ALESSIO, M. (et al): "14C dating, geochemical features, faunistic and pollen analyses of the uppermost 10 m core from Valle di Castiglione (Rome, Italy)", a *Geologica rom*, pàgs. 287-308. 1986.
- FOLLIERI, M., MAGRI, D. I SADORI, L.: "250,000-year pollen record from Valle di Castiglione (Roma)", a *Pollen et Spores*, núm. 30 (3-4), pàgs. 329-356. 1988.
- GUILLET, B. I PLANCHAIS, N.: "Note sur une technique d'extraction des pollens des sols par une solution dense", a *Pollen et Spores*, núm. 11 (1), pàgs. 141-145. 1969.
- KOLENDO, J.: *L'agricoltura nell'Italia romana. Tecniche agrarie e progresso economico dalla tarda repubblica al principato*. Bibliot. Storia Antica, 10. Ed. Riuniti. 1980.
- MARTÍN VIDE, J.: *Característiques climatològiques de la precipitació de la franja mediterrànea de la Península Ibèrica*. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona, 1987.
- PARRA, I.: "Análisis polínico del sondeo CAL 81-sl", a SOLÉ, N. I SUÁREZ CERVERA, M. (eds.): *Actas del IV Simposio del A.P.L.E.*, pàgs. 433-445. Barcelona, octubre de 1982.
- PARRA, I.: "Propuesta de zonación polínica para el sector Casablanca (Almenara)-Torreblanca, provincia de Castellón", a *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.*, núm. 2, pàgs. 347-352. 1985.
- PARRA, I.: *Analyse pollinique du bassin de Sobrestany (Girona, Catalunya): Action anthropique et changements climatiques pendant l'Holocène*. Diploma EPHE. Secció de Ciències de la Vida i de la Terra. Presentat a Montpel·ler, 1988.
- PÉREZ-OBÍOL, R.: "Histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation de la région volcanique l'Olot (N.E. Péninsule Ibérique)", a *Pollen et Spores*, núm. 30 (2), pàgs. 189-202. 1988.
- PLANCHAIS, N.: "Le pollen de quelques chênes de domaine méditerranéen occidental", a *Pollen et Spores*, núm. 4 (1), pàgs. 87-93. 1962.
- PLANCHAIS, N.: "Palynologie lagunaire de l'étang de Mauguio. Paléoenvironnement végétal et évolution anthropique", a *Pollen et Spores*, núm. 24 (1), pàgs. 93-118. 1982.
- PLANCHAIS, N.: "Impact de l'Homme lors du remplissage de l'estuaire de Lez (Palavas, Hérault) mis en évidence par l'analyse pollinique", a *Pollen et Spores*, núm. 29 (1), pàgs. 73-88. 1987.
- PLANCHAIS, N. I PARRA, I.: "Analyses polliniques de sédiments lagunaires et côtiers en Languedoc, en Roussillon et dans la province de Castellon (Espagne); Bioclimatologie", a LONG, G. I PONS, A. (eds.): *Actes du Colloque de Bioclimatologie Méditerranéenne*, Bull. Soc. Bot. Fr., núm. 131, Actual. Bot., 2/3/4, pàgs. 97-105. 1984.
- PONS, A. I REILLE, M.: "The Holocene-and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study", a *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, núm. 66, pàgs. 243-263. 1988.
- REILLE, M.: "Origine de la végétation actuelle de la Corse Sud-Orientale; analyse pollinique de cinq marais cotiers", a *Pollen et Spores*, núm. 26 (1), pàgs. 43-60. 1984.
- RIBA, O., BOLÒS, O. DE, PANAREDA, J.M., NUET, J. I GOSALBEZ, J.: *Geografia física dels Països Catalans*. Barcelona, 1976.
- RIERA, S.: "Aproximación a la evolución del paisaje vegetal del Llano de Barcelona durante el holoceno: el análisis polínico del Estany del Cagalell", a *Actas del I Congreso de Ciencia del Paisaje*. Torrebonica, octubre de 1990. *Monografies EQUIP*, núm. 3, pàgs. 149-160. 1990a.
- RIERA, S.: "Aproximació a l'evolució de la vegetació del Pla de Barcelona en els darrers 9 000 anys: l'anàlisi pol·línica de l'antic Estany del Cagalell", a *Revista Catalana de Geografia*, volum V, núm. 13, pàgs. 57-68. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona, 1990b.
- RIERA, S. I PARRA, I.: "Palinología holocénica en el litoral mediterráneo peninsular", a *Actas del VIII Simposio de A.P.L.E.* Tenerife, setembre 1990. En premsa.
- TRIAT-LAVAL, H.: *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardi- et post-glaciaire de la végétation de la Basse Vallée du Rhône*. Tesi. Universitat Aix-Marseille III. 1978.
- ZEIST, W. VAN I BOTTEMA, S.: "Vegetational history of the Eastern Mediterranean and Near East during the last 20,000 years", a BINTLIFE, J.L. I ZEIST, W. VAN (eds.): *Palaeoclimates, palaeoenvironments and human communities in the Eastern Mediterranean region in Later Prehistory*. B.A.R., Inter. Ser., núm. 133, pàgs. 277-321. Oxford, 1982.
- VILLAGRAN, C. I VARELA, J.: "Palynological evidence for increased aridity on the Central Chilean coast during the Holocene", a *Quat. Res.*, núm. 34, pàgs. 198-207. 1990.
- WALTER, H.: *Vegetationszonen und Klima*. Ulmer-Stuttgart. 1970.