

## EL PAPEL DE LOS PINARES EN LA VEGETACIÓN HOLOCENA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

FÁTIMA FRANCO<sup>1</sup>, FERNANDO GÓMEZ-MANZANEQUE<sup>2</sup>, JAVIER MALDONADO<sup>2</sup>, CARLOS MORLA<sup>2</sup>  
Y JOSÉ MARÍA POSTIGO<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se presenta una síntesis acerca del papel del género *Pinus* a lo largo del Tardiglacial y el Holoceno en la península Ibérica. Se discute sobre la presencia e importancia de los pinares en el paisaje desde hace 20.000 años hasta nuestros días, con referencias concretas a la evolución de los mismos en ámbitos geográficos tales como la cordillera Cantábrica, el Sistema Central, el valle del Ebro o la cuenca de Padul. Del mismo modo, se analiza el carácter autóctono de *Pinus pinea* señalando algunas evidencias fósiles que así lo manifiestan. Por último, se discuten los principales factores ecológicos que determinan la dinámica vegetal holocena referente a los pinares y otras formaciones vegetales.

**Palabras clave:** pinares, paleofitogeografía, Tardiglacial, Holoceno, península Ibérica, dinámica vegetal.

### SUMMARY

A summary about the role of pine species through the Lateglacial and the Holocene in the Iberian Peninsula is presented. Thus, the presence and importance of pine forest in the landscape from 20,000 years to nowadays are discussed. Besides, data about their history in geographical areas such as the Cantabrian Range, the Central System, the Ebro basin and the Padul basin are presented. In the same way the naturalness of *Pinus pinea* is supported showing some fossil evidences. Finally, the main ecological factors that determine the Holocene vegetal dynamics of the pine forest and other vegetal formations are indicated.

**Key words:** pine forest, paleophytogeography, Lateglacial, Holocene, Iberian Peninsula, vegetal dynamics.

### INTRODUCCIÓN

Es ya un tópico en la literatura botánica/forestal española la discusión acerca del papel que en el paisaje vegetal natural han desempeñado las coníferas (en especial, las pertenecientes al género *Pinus*). Frente a posturas maniqueas sobre la

interpretación del carácter que presentan buena parte de los pinares en nuestra cubierta forestal se han ido imponiendo últimamente discusiones de mayor calado científico, más documentadas, en las que las disciplinas paleobotánicas (fundamentalmente), pero también otras como las relacionadas con referencias históricas o fitotoponímicas

<sup>1</sup> Unidad docente de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid.

<sup>2</sup> Unidad docente de Botánica, E.T.S. Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid.

cas, han arrojado luz en estas discusiones. El progresivo desarrollo de estudios palinológicos o de macrorrestos vegetales (encontrados en diferentes tipos de yacimientos paleobotánicos) experimentado en los últimos tiempos en nuestro país, ha ido rellenando esa carencia documental que faltaba a la hora de validar o no la naturalidad de ciertos tipos de pinares.

Para casos concretos, más o menos polémicos, se ha ido aportando ese tipo de información, pero parece oportuno ahora realizar una síntesis de esa documentación para el marco peninsular y dar de esta forma una idea de conjunto acerca del papel que los pinares han desempeñado y desempeñan en la cubierta forestal natural de la Península. Es lo que se pretende a continuación trayendo a colación los trabajos paleobotánicos más modernos unidos a otros ya clásicos.

Huelga destacar la importancia que tiene el manejar este tipo de información a la hora de planificar aspectos relativos a uso y gestión del territorio o actuar de una forma o de otra sobre el paisaje vegetal, pues de ello puede depender adulterar la esencia botánica de un territorio o acaso perder un vestigio de un paisaje que, muchas veces en forma de auténtica reliquia vegetal, ha conseguido llegar hasta nuestros días.

### Variación finicuaternaria del área ibérica de las diferentes especies del género

#### *Pinus*

El género *Pinus* se encuentra registrado en la península Ibérica desde periodos geológicos muy anteriores al Cuaternario (NIDO *et al.*, 1999). En la actualidad, seis especies tienen presencia espontánea en la misma: *P. uncinata*, *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea* y *P. halepensis* (CATALÁN *et al.*, 1991; ALÍA *et al.*, 1996; GIL *et al.*, 1996; PRADA *et al.*, 1997).

Antes de hablar de los pinares como formación y de su papel en algunas regiones peninsulares, conviene hacer alusión a un hecho, en sí mismo lógico, y acerca del cual se han realizado interesantes hallazgos en los últimos años: la variación del área de distribución de distintas especies del género *Pinus* en los últimos tiempos del Cuaternario.

Así, es conocido ya el hecho (al que nos referiremos más adelante) del registro de *Pinus uncinata* en la cordillera Cantábrica (donde hoy en día no tiene presencia natural) en diferentes momentos del Tardiglacial y Holoceno (MENÉNDEZ AMOR & ORTEGA SADA, 1958; HANNON, 1985). Del mismo modo *Pinus nigra* ha sido identificado en distintos puntos de la cuenca del Duero, fuera de su área de distribución actual: estróbilos y maderas fósiles en Cevico Navero y Aguilar de Campoo, ambos en Palencia (ROIG *et al.*, 1997; ALCALDE, 1999). Otro tanto sucede con el registro antracológico que pone de manifiesto la presencia del último taxón señalado, hace tan sólo 7.000 años, en áreas próximas a la costa mediterránea (BADAL *et al.*, 1994).

También *Pinus sylvestris* tiene registro fósil de hace menos de 10.000 años en zonas distantes de su área natural actual: piñas en Aguilar de Campoo -Palencia-, maderas fósiles en Quintana Redonda -Soria- y Páramo de Tozo -Burgos- (ALCALDE, op.cit.; GARCÍA ANTÓN *et al.*, 1995; MUÑOZ SOBRINO *et al.*, 1996), lo cual pone de manifiesto una corología holocena diferente de la actual.

Con todo, el caso más polémico quizá sea el de *Pinus pinea*, sin duda debido a la extensión que por parte del hombre se ha hecho de su área natural, debido al indudable interés que históricamente han tenido sus piñones y que ha provocado que, ocasionalmente, se haya cuestionado su origen natural en la Península; sin embargo y del mismo modo que ya ha sido puesto de manifiesto en Francia (BACILE-ROBERT, 1981), son ya diversas las evidencias que el registro fósil ha aportado en relación con la presencia antigua en la Península del citado taxón. A este respecto hay que destacar el hallazgo de piñones y restos de piñas, correspondientes a esta especie, en diferentes yacimientos arqueológicos peninsulares (METCALF, 1958; RUBIO, 1988; BADAL, 1991; PRADA *et al.* 1997; GIL, 1999). La antigüedad de estos indicadores paleobotánicos se remonta a varios miles de años, en algunos casos al periodo Tardiglacial.

Por otra parte hay que referirse también a la integración del pino piñonero, en función de su

mesología, en el mosaico que expresa la tipología de paisajes vegetales de la península Ibérica, tanto desde el punto de vista catenal como dinámico. En este sentido es destacable su papel paisajístico en los sustratos arenosos del litoral suroccidental ibérico, donde la estabilidad y el grado de humedad de la arena (determinante para su capacidad de regeneración), constituyen factores clave para el ajuste de su protagonismo en el paisaje (junto a otros tipos de vegetación como son los sabinares y enebrales de las dunas —*J. phoenicea* subsp. *turbinata*, *J. oxycedrus* subsp. *macrocarpa*—, alcornoques o comunidades de las arenas móviles). Hay que señalar que precisamente en la región suroccidental ibérica se han realizado numerosas exploraciones paleobotánicas en sedimentos higroturbosos; los registros palinológicos obtenidos muestran reiteradamente la importancia paisajística de los pinares en el área durante el Holoceno (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1964; CARATINI & VIGUIER, 1973; STEVENSON, 1985; STEVENSON & MOORE, 1988).

Cabe mencionar otros ejemplos de la adecuación al biotopo de *Pinus pinea*. Pueden citarse los pinares de ambientes berroqueños que encontramos en algunas zonas graníticas muy ricas en cuarzo y pobres en feldespatos —de gran resistencia a los procesos de alteración— del sector occidental del Guadarrama; en ellas la especie que nos ocupa muestra una perfecta adaptación y frecuentemente se convierte en la protagonista del paisaje vegetal (protagonismo al que se suele asociar también el enebro de la miera —*Juniperus oxycedrus*—).

En los arenales de la cuenca del Duero (en este caso conjuntamente con *P. pinaster*) también desempeña un papel destacado en el paisaje natural que es más importante hacia el centro de la cuenca, en tanto que *P. pinaster* toma la hegemonía en los arenales que se desarrollan hacia el piedemonte del Guadarrama (Tierra de Pinares segoviana).

Aún se pueden añadir otras áreas peninsulares en las que *P. pinea* muestra una presencia espontánea significativa. Así aparece formando rodales claros y en este caso de poca extensión, en los ambientes berroqueños de algunas solanas de Sierra Morena

o en los enclaves graníticos catalanes, como el macizo de las Gavarras, donde (aquí sobre grandes superficies) alterna en la dominancia con el alcornoque.

### **Papel de los pinares en el paisaje vegetal ibérico desde hace 20.000 años hasta nuestros días**

Es útil establecer un punto de partida para hablar de la diferente importancia que los distintos tipos de paisajes vegetales —y entre ellos los pinares— han tenido en los últimos tiempos del Cuaternario y enlazar o conectar, en esa secuencia, los paisajes actuales (teniendo en cuenta por supuesto la intensa labor transformadora llevada a cabo por el hombre, sobre todo a lo largo de los dos últimos milenios). Una referencia de interés puede ser el estado de la cubierta vegetal ibérica en el momento final del último máximo glacial, es decir, hace aproximadamente unos 20.000 años (el más crítico por lo que a mínimos térmicos se refiere, del periodo glacial würmiense). Una recreación de las características de la cubierta vegetal para esa edad ha sido propuesta hace poco tiempo (figura 1); en ella se puede apreciar la importancia que los ambientes no forestados (sin bosques como expresión de la vegetación dominante) tuvieron en ese momento en la Península (MALDONADO, 1994; GARCÍA ANTÓN *et al.*, 1999). Distintas agrupaciones de matorrales y estepas herbáceas ocuparon amplios territorios sobre todo en el centro y norte peninsulares. Las formaciones extensas con carácter forestal debieron de mantenerse sobre todo en el cuadrante suroccidental ibérico y de manera más restringida (a menudo como condición de refugio) en diferentes puntos del Este y Norte.

La mejoría climática que se inicia a partir de ese periodo (con muchas fluctuaciones, por supuesto) conlleva una recuperación de los bosques. Esta recuperación no se produce de la misma forma ni con la misma rapidez en las diferentes partes de la Península: varía mucho en función de parámetros tales como condiciones climáticas locales o regionales, distancia de los refugios, barreras geográficas, etc. Además, en el curso de ese proceso, en no pocas ocasiones los espacios recupera-

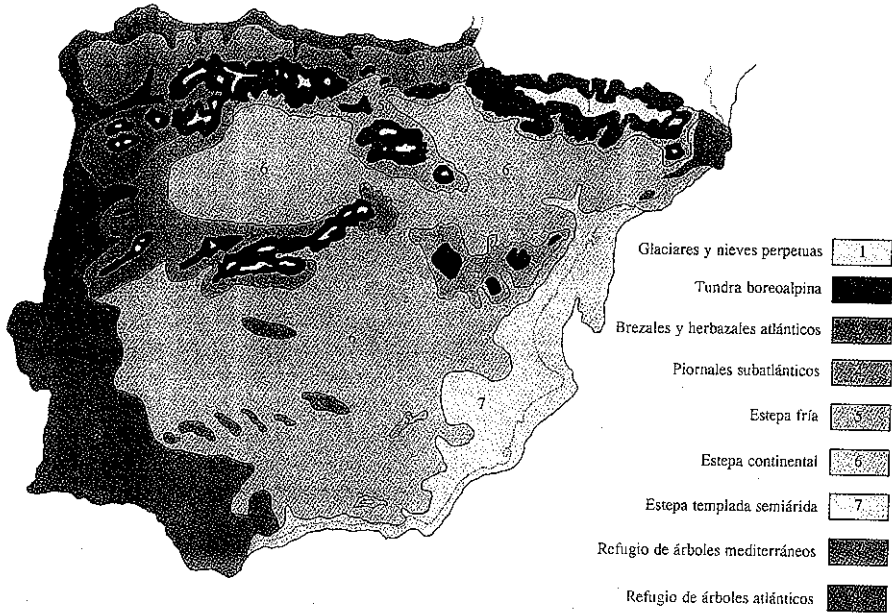


Fig. 1. Mapa de la distribución de las comunidades vegetales en el máximo wurmiense (GARCÍA ANTÓN *et al.*, 1999). [Distribution map of the vegetation communities during the Last Glacial maximum (GARCÍA ANTÓN *et al.*, 1999).]

dos por el bosque debieron de ver cómo la estructura y/o composición de los mismos variaba también en función de las mencionadas fluctuaciones en las condiciones climáticas desde ese máximo wurmiense (interestadios, enfriamientos y calentamientos relativos, etc). En ese marco es donde debe inscribirse la evolución del papel paisajístico de los pinares en la Península.

Una primera valoración de la variación de su importancia cuantitativa en el paisaje fue realizada por HUNTLEY & BIRKS (1983) en su ya clásico trabajo sobre las principales especies arbóreas en Europa en los últimos 12.000 años, con expresión cartográfica para cada periodo de 1.000 años del Holoceno (figura 2).

Desde el momento de la publicación de ese trabajo, fecha en la que se disponía aún de muy pocos datos ibéricos, se han producido gran cantidad de estudios de carácter paleobotánico en la Península (tanto relativos a polen fósil como a otros informadores paleobotánicos: maderas, macrorrestos, carbones, etc) con lo que el conocimiento de las variaciones paisajísticas holocenas

ha mejorado sensiblemente en los últimos tiempos. A continuación se muestran algunos ejemplos en diferentes ámbitos geográficos del conjunto peninsular, en los que destacamos la función de los pinares.

### Los pinares de la cordillera Cantábrica: pérdida paulatina de protagonismo (causas climáticas y antrópicas). Persistencia de poblaciones relictas

Las regiones montañosas del norte de la península Ibérica constituyen uno de los territorios mejor conocidos desde el punto de vista paleofitogeográfico. Son numerosos los análisis polínicos realizados en turberas de distintos puntos de la cordillera Cantábrica (MARTÍNEZ ATIENZA, 1999); así mismo se han efectuado estudios de maderas y otros macrorrestos en algunos de ellos. El periodo que abarcan los citados estudios es amplio y comprende tanto tiempos tardíglaciares como holocenos; existen incluso yacimientos en la base septentrional de la cordillera cuya edad supera el límite de datación isotópica del C14

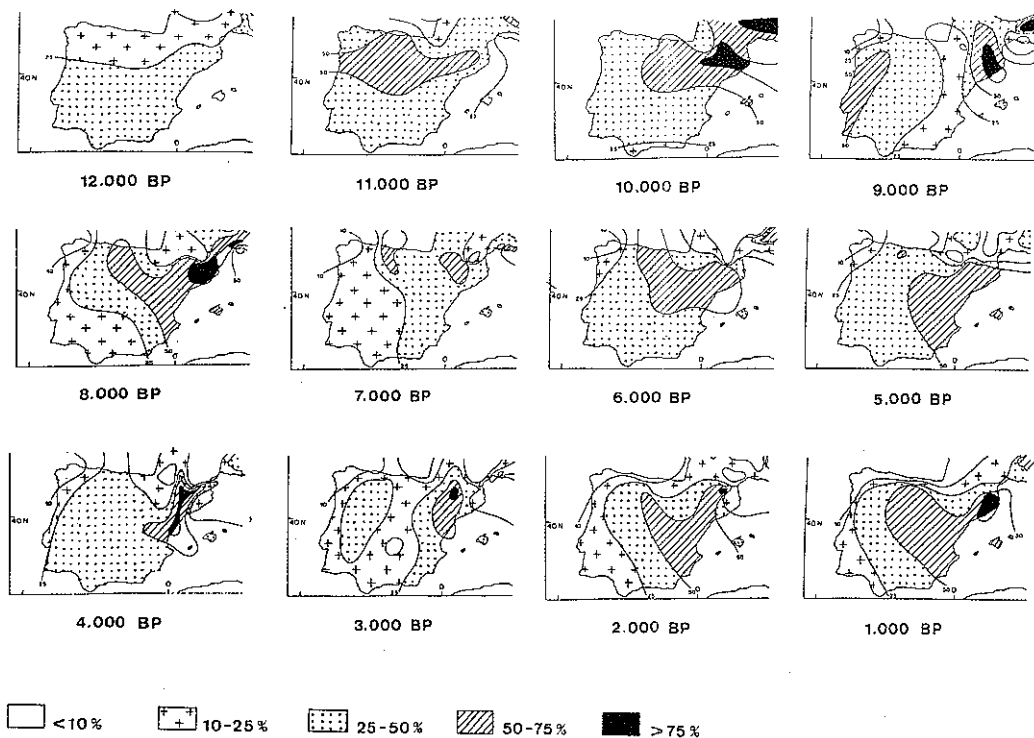


Fig. 2. Mapas de isolíneas para el género *Pinus* en la península Ibérica en los últimos 12.000 años (HUNTLEY & BIRKS, 1983). [Isopoll maps for *Pinus* in the Iberian peninsula during the last 12,000 years (HUNTLEY & BIRKS, 1983).]

(aunque por las características de los restos hallados probablemente se sitúen en un Pleistoceno inferior/medio o incluso un Terciario superior –ALONSO MILLÁN *et al.*, 1999–).

Un avance de síntesis o resumen integrado de los resultados de diferentes trabajos (MORLA, 1996) indica que si bien los restos de pinar natural en el ámbito de la cordillera Cantábrica pueden considerarse muy escasos (quedan limitados a las manifestaciones de Alto Porma –León–, Alto Carrión –Palencia– y un pequeño rodal en la portuguesa sierra de Xeres, en peligro de extinción a causa de los incendios recurrentes que se producen en la zona para la regeneración del brezal con fines ganaderos), su importancia en los diferentes momentos del Tardiglacial y Holoceno fue, sin embargo, mucho mayor (aunque desigual según las diferentes zonas de la cordillera y la cronología).

Uno de los aspectos más destacables es la importancia de los bosques de pinos en los primeros momentos de la recuperación climática postwurmiense, momento en que se produce la ocupación por formaciones arbóreas de los espacios deforestados. Los pinares fueron las formaciones arbóreas dominantes durante prácticamente todo el Tardiglacial; las especies que se vieron implicadas en dichos pinares fueron fundamentalmente *P. sylvestris* (el de mayor importancia) y *P. uncinata* (MENÉNDEZ AMOR & ORTEGA SADA, 1958; HANNON, 1985, SÁNCHEZ HERNANDO *et al.* 1999).

Con la llegada del Holoceno las condiciones climáticas se tornan aún más favorables (humedad y temperatura más elevadas) pero los pinares comienzan a perder hegemonía. Esta pérdida de posiciones es paulatina y afecta fundamentalmente, y en primer lugar, a las vertientes septen-

trionales de la cordillera en las que las condiciones de humedad y debilidad de la oscilación térmica no constituyen precisamente los ambientes más favorables para los pinares altimontanos que ocupaban la cordillera. Ésa es probablemente la causa de que entre las primeras áreas que experimentan la reducción o incluso la desaparición de los bosques de pinos tardiglaciares, se encuentre el macizo de los Picos de Europa. En efecto, ese importante relieve (muy abrupto y en el que se encuentran las cimas más elevadas de la Cordillera –p.e. Torre Cerrredo, con más de 2.600 m–), constituye en cierto modo un bloque desgajado hacia el norte del eje central de la cadena. Esa posición le hace estar sometido, en mayor medida que otras áreas, a las influencias oceánicas cantábricas, explicándose de ese modo una desaparición temprana del pinar, coetánea con su mantenimiento en puntos más interiores de la cordillera situados en la misma longitud, p.e. el macizo de Peña Prieta/puertos de Riofrío o la

cuenca alta del Porma en las cercanías de Puebla de Lillo (figura 3).

Hay también que situar en este proceso el hecho de que a lo largo del Holoceno las agrupaciones constituidas por otros taxones arbóreos (con carácter mixto o monoespecífico) comienzan a cobrar importancia en la Cordillera; las relaciones de competencia por el espacio que lógicamente se establecieron en muchos lugares no son ajenas obviamente a la evolución del tapiz vegetal. Con relación a los pinares debe señalarse que en las áreas donde éstos mostraron una menor capacidad competitiva (áreas septentrionales y húmedas, cotas inferiores, etc.) fueron sustituidos prontamente por bosques de otras especies (robles, hayas), mientras que en las zonas de climatología más afín a sus requerimientos (zonas elevadas, vertientes continentales) mantuvieron una presencia significativa a lo largo de todo el Holoceno.

Lillo Pinewood, 1360 m  
León, Spain

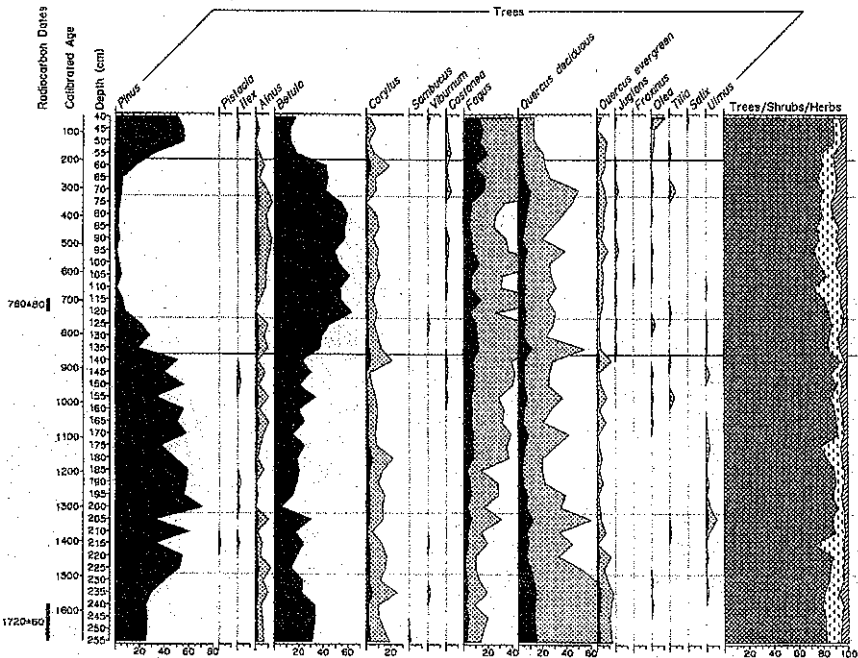


Fig. 3. Diagrama polínico del yacimiento de Puebla de Lillo (GARCÍA ANTÓN *et al.* 1997). [Pollen diagram of Puebla de Lillo (GARCÍA ANTÓN *et al.* 1997).]

Lo comentado para el caso de los Picos de Europa puede hacerse extensivo a todas las zonas de la cadena en las que haya podido establecerse un eje de variación ambiental expresivo de la polaridad subcontinentalidad/oceanidad.

La exigua representación de lo que consideramos en la actualidad pinares naturales en la cadena (y a la que nos hemos referido en líneas anteriores) constituye una manifestación de los restos de esos pinares que vivieron en la cordillera Cantábrica al final del Cuaternario. La ausencia de una mayor expresión de los mismos (que cabría esperar) puede ser explicada por la acción antrópica que aceleó su merma en un marco climático compatible con las distintas especies de frondosas ya mencionadas (FRANCO MÚGICA *et al.*, 1996; GARCÍA ANTÓN *et al.*, 1997). GIL (1994) hace referencia a la intensa acción antrópica a que se vieron sometidos los bosques castellano-leoneses a lo largo de los dos últimos tercios del Holoceno.

### Pinares en el valle del Ebro

La depresión del Ebro constituye una unidad geográfica y estructural muy bien delimitada por sus bordes montañosos: Pirineos, Sistema Ibérico, cordilleras Costero-Catalanas. En general las grandes cuencas terciarias de la Península se tienden a considerar como espacios homogéneos y dotados de una gran estabilidad geomorfológica (debido a la ausencia de una proporción importante de grandes relieves). Esa aparente homogeneidad litológica y geomorfológica no es tal si consideramos la conjunción de materiales cuaternarios, paleógenos y neógenos (éstos dominantes), con destacada importancia de los yesos, a los que hay que añadir los depósitos endorreicos, con grados variables de salinidad. Además, en la actualidad se produce una activa dinámica de evolución de vertientes y existen así mismo numerosos espacios en que son frecuentes pendientes acentuadas y desniveles de importancia (entre las tierras de Fuendetodos y el centro de la cuenca en Fraga hay más de 600 m de desnivel). Estas consideraciones sobre aspectos relativos a la geografía física tienen interés por cuanto, por su variabilidad, van a facilitar los procesos de paleodinámica vegetal (en un medio geomorfológica-

mente estable son más difíciles los cambios o desplazamientos de unas agrupaciones vegetales por otras, o bien operan con mayor lentitud).

En cuanto a la información paleofitogeográfica hay que destacar un interesante sondeo marino en el Delta (YLL & PÉREZ OBIOL, 1992), de cronología tardiglaciaria y holocena temprana. En ese periodo se manifiesta una presencia destacada de *Pinus* (que predomina ampliamente sobre la representación de *Quercus*) hasta las proximidades del inicio del Holoceno; *Artemisia* constituye el principal contingente de los pólenes no arbóreos hasta ese momento. A partir de los 11.000 BP., se incrementa la proporción de pólenes arbóreos, manteniéndose el nivel de *Pinus* y aumentando sensiblemente el de *Quercus*, a la vez que *Artemisia* prácticamente desaparece. Datos de una edad más reciente (Holoceno) de la zona del Delta (JONKER, 1952) ponen de manifiesto que la situación alcanzada a principios del periodo se mantiene con pocas variaciones hasta los tiempos actuales.

Frente a los datos relativos a la zona costera, los sondeos polínicos practicados en la parte central de la cuenca (DAVIS, 1994) ponen de manifiesto una fuerte presencia de *Juniperus* en el Holoceno antiguo (muy por encima de la proporción alcanzada por *Pinus*), situación que parece remontarse bastante en el tiempo (probablemente entrando en el final del Pleistoceno). La dominancia de *Juniperus* sobre *Pinus* se ajustaría bastante a una lógica Tardiglaciaria y de inicio del Holoceno en el interior de la cuenca (más continental que lo observado en el yacimiento del Delta, donde en el Tardiglaciario predominaba netamente *Pinus*).

Para la segunda mitad del Holoceno la información que proporcionan los distintos registros realizados en los yacimientos del interior de la cuenca es muy coincidente (BENAVENTE *et al.*, 1994; LÓPEZ GARCÍA & LÓPEZ SAEZ, 1994; BURJACHS *et al.*, 1996; DAVIS, 1994). Todos ellos muestran una gran regularidad en el comportamiento de la cubierta vegetal, con dominancia de *Pinus* y presencia continua de *Quercus*, *Juniperus* (que pierde la hegemonía manifestada al comienzo del Holoceno) y *Olea*, taxón éste que experimenta un apreciable incremento en el último milenio como

consecuencia de la acción antrópica. Esta situación se mantiene hasta la actualidad según ponen de manifiesto algunos diagramas de registro muy reciente: p.e. Gallocanta –Zaragoza– y Olvena –Huesca–.

En otros casos se observa una reducción del pinar, muy reciente y pareja al incremento de indicadores antrópicos, de hecho la importancia de la actividad del hombre ha sido intensa en muchos puntos del centro de la cuenca durante el Holoceno (BENAVENTE *et al.*, 1994). Es frecuente que la situación que reflejan los diagramas en su extremo superior concuerde muy bien con el paisaje actual de los parajes próximos a los yacimientos.

### Un territorio sin dominancia de pinares durante el Holoceno: la cuenca de Padul (Granada)

La región andaluza es uno de los territorios peninsulares que cuenta con menos fuentes de información paleobotánica (excepto en algunos sectores de la franja costera). En la cuenca del Guadalquivir, cuyo amplio valle central ha sido intensamente explotado agrícola y ganadería por el hombre desde antiguo, son particularmente escasos. Por ello la reconstrucción de lo que pudieron ser sus paisajes vegetales pretéritos (preantrópicos) constituye una tarea no demasiado sencilla. Sin embargo la existencia al sur de Granada de uno de los mejores yacimientos a escala europea (Padul), sí nos permite realizar una serie de observaciones de interés para esa zona. En Padul (800 m) existe una antigua depresión endorreica rellena de sedimentos higroturbosos con una potencia que supera ampliamente los 50 metros. Este yacimiento ha sido estudiado dos veces por distintos equipos de investigadores (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1964; PONS & REILLE, 1988), registrándose una amplia secuencia que abarca buena parte del Pleistoceno superior y todo el Holoceno. Las cronologías correspondientes a los acontecimientos acaecidos en los últimos 30.000 años (que incluyen el último máximo glacial, el Tardiglacial y el Postglacial) se encuentran particularmente bien detalladas gracias a la abundancia de dataciones isotópicas (C14)

practicadas por los investigadores del segundo de los trabajos citados.

La parte del diagrama polínico correspondiente a los 8 metros más próximos a la superficie (figura 4) abarca aproximadamente esos últimos 30.000 años. En esa secuencia se aprecia, en los momentos finales del Pleistoceno, la persistencia de paisajes forestales (periodo comprendido entre 20.000 BP y 13.000 BP). El contenido de pólenes arbóreos en ese tramo es apreciable, sobrepasando por término medio el 50% de los pólenes totales (tan sólo hay dos situaciones en que los porcentajes se aproximan al 20%). Esos bosques que vivieron en zonas de altitud media de las montañas andaluzas en uno de los momentos más fríos del Cuaternario, estuvieron dominados por especies del género *Pinus*, aunque no exclusivamente, pues en pequeña proporción otros taxones contribuían también a integrar las agrupaciones forestales.

La mejoría climática que acompaña al periodo Tardiglacial se traduce en notables cambios en la composición de los bosques. Los citados cambios consisten fundamentalmente en la sustitución de los pinos por especies del género *Quercus* (tanto caducifolios como perennifolios) que pasan a ser los protagonistas principales de las formaciones forestales. No hay que olvidar también la importante presencia en esos periodos pasados de distintos árboles y arbustos como *Betula* o *Corylus*, así como otros que no se caracterizan precisamente por su gran capacidad polinizadora (tanto géneros con especies mesófilas –*Acer*, *Alnus*–, como termófilas –*Olea*, *Coriaria*, *Arbutus*, *Rhamnus*, *Viburnum*, *Phillyrea*, *Pistacia*–). Los pinos, no obstante, mantienen una presencia sostenida a lo largo de todo el periodo (final del Tardiglacial/Postglacial) y cabe pensar que, como elementos dominantes, pudieron llegar a ocupar posiciones más elevadas en estas montañas andaluzas meridionales.

### Evolución de los pinares en el Sistema Central ibérico

El Sistema Central es una extensa alineación montañosa que se desarrolla en una dirección SO/NE a lo largo de más de 500 km, desde la



*Padul 3; Province of Granada; Spain.*

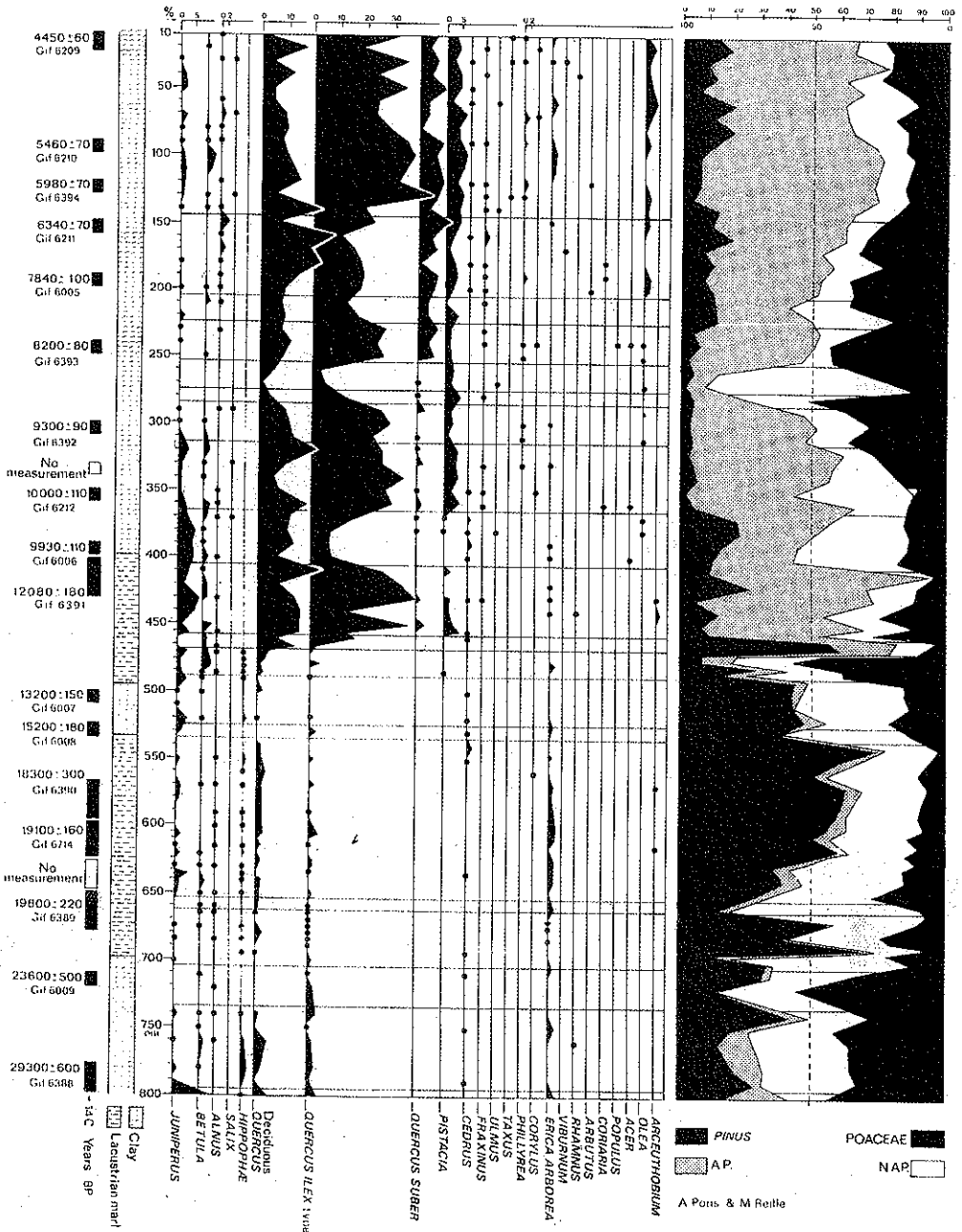


Fig. 4. Diagrama polínico de Padul-Granada- (PONS & REILLE, 1988). [Pollen diagram from Padul-Granada- (PONS & REILLE, 1988).]

Serra de Estrela, en Portugal, hasta su conexión con el Sistema Ibérico. Actúa como divisoria hidrográfica entre dos grandes cuencas o depresiones: Tajo y Duero, apareciendo integrado por diversos macizos que se suceden de Este a Oeste: Ayllón, Guadarrama, Gredos, Peña de Francia, Gata, Estrela.

En un territorio tan extenso la evolución de los paisajes vegetales en el Cuaternario reciente (y por tanto la de los pinares) no ha sido homogénea o paralela. Hoy día se dispone ya de suficientes datos de carácter paleobotánico (particularmente para los sectores central y occidental) como para realizar una aproximación con fundamento a lo que han sido las pautas o ejes centrales de dicha evolución (cf. MARTÍNEZ ATIENZA, *op.cit.*).

Los cambios hacia condiciones climáticas más favorables para la vida vegetal que comienzan a producirse hace aproximadamente unos 20.000 años, conllevan en el área que nos ocupa (como en la mayor parte del resto de la Península) la recuperación de la cubierta forestal. En la primera parte de la cronología citada (Tardiglaciario) los pinares fueron sin duda los principales protagonistas. Los bosques de pinos ocuparon de forma extensa los pisos montanos de la cordillera Central. Entre las especies que pudieron ser integrantes de dichos bosques destaca *Pinus sylvestris*, taxon del que se han encontrado ya distintos restos paleobotánicos (MANCIBO *et al.* 1993; FRANCO, 1995). *Pinus pinaster* también debe ser contemplado como potencial integrante de los pinares de esta cordillera en cotas inferiores al pino albar (CARRIÓN *et al.*, 2000; SALVADOR *et al.*, 2000).

Los cambios aludidos en el párrafo anterior son distintos en los diferentes macizos que integran la cordillera, observándose en conjunto pautas semejantes a las comentadas para la cordillera Cantábrica. En la parte occidental de la cadena, el temprano establecimiento de condiciones climáticas caracterizadas por regímenes térmicos suaves (no contrastados) ligados a una humedad elevada, propicia que los pinares ya no sean la formación forestal dominante desde los mismos comienzos del Holoceno. En la portuguesa sierra de Estrela son bosques de frondosas (fundamen-

talmente robledales) los que protagonizan el paisaje vegetal durante casi todo el periodo, tal y como ponen de manifiesto p.e. los diagramas polínicos de Lagoa Comprida (JANSSEN & WOLDRINGH, 1981) y Charco Candieira (VAN DER KNAAP & VAN LEBUWEN, 1995) –figura 5–. No obstante, *Pinus* mantiene una presencia continua –aunque débil– a lo largo de los diagramas. El notable incremento que se aprecia al final del Holoceno ha de atribuirse, como señalan los autores citados en último lugar, a las labores de repoblación por parte del hombre.

En la sierra de Guadarrama encontramos una situación diametralmente opuesta debido a la continentalidad del clima: los pinares se mantienen como formación dominante en el paisaje a lo largo de todo el Holoceno y cuando, ya en el último milenio, experimentan una regresión, ésta debe ser atribuida a la acción antrópica ya que no va acompañada de un incremento sensible en los porcentajes de otros taxones arbóreos (p.e. *Quercus*); la importancia histórica de esta acción antrópica en el Sistema Central ha sido puesta de manifiesto recientemente por MARTÍNEZ GARCÍA (1999), quien, además de otras aportaciones, recopila valiosas referencias documentales. Esta situación puede apreciarse en el diagrama de Rascafría que ha sido publicado recientemente (FRANCO *et al.*, 1998).

En la sierra de Gredos, a caballo entre las dos anteriores, se asiste a una situación lógicamente intermedia: por su posición geográfica en el eje que expresa el gradiente oceanidad/continentalidad (O/E) los pinares se mantienen durante el Holoceno, pero experimentan una regresión progresiva a medida que avanza éste. Y en este caso sí se produce, paralelamente, un incremento de los pólenes de *Quercus*, como se aprecia en el diagrama polínico de Navarredonda de Gredos (FRANCO *et al.*, 1997), o de *Quercus* y *Betula* como en la sierra de Béjar (ATIENZA, 1993) o el sector occidental de Gredos (FRANCO, 1995). En el diagrama de Navarredonda se observa que, a pesar de su disminución, los pinares mantienen una presencia significativa hasta prácticamente los tiempos actuales. La debilidad del piso de pinares en la vegetación de las montañas gredenses hoy en día, tal y como recogen GÉNOVA *et al.*

Charco da Candieira  
Summary diagram

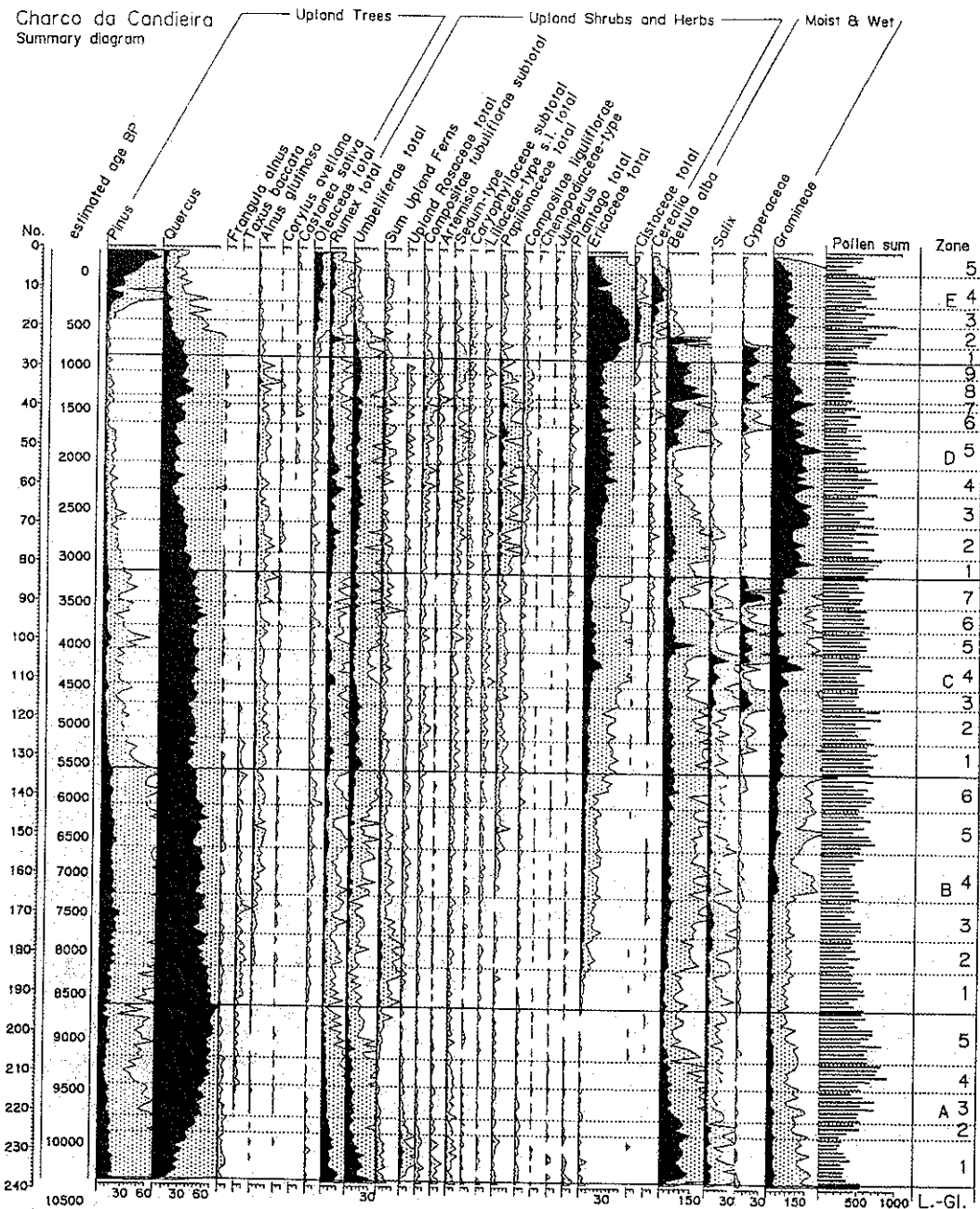


Fig. 5. Diagrama polínico de Candieira (VAN DER KNAAP & VAN LEEUWEN, 1995). [Pollen diagram from Candieira (VAN DER KNAAP & VAN LEEUWEN, 1995).]

(1988) debe ser, por tanto, también interpretada como resultado de una acción antrópica intensa en los últimos tiempos, con efecto acumulativo sobre una masa forestal que ya venía menguando en los últimos milenios.

## CONSIDERACIONES FINALES

Hay otras cuestiones a las que se debe conceder importancia dentro de esta dinámica histórica de la cubierta vegetal (paleodinámica).

Una de ellas es la posible modificación de la velocidad regular de cambio de las transformaciones paisajísticas como consecuencia de un cambio climático. Esa modificación, que puede deberse a ciertos agentes naturales o antrópicos, generalmente ocasiona una aceleración del proceso de transformación del paisaje ya en curso. Ese es el caso, por ejemplo, de la cordillera Cantábrica donde está suficientemente constatado el hecho del desarrollo de los bosques de hayas, hacia la mitad del Holoceno, a expensas de otras formaciones forestales (COSTA TENORIO *et al.*, 1997). La destrucción, por cualquiera de los motivos aludidos, de la vegetación previamente instalada habrá operado acelerando el proceso de implantación del hayedo.

Hay que señalar también que, en la concurrencia de distintos árboles sobre un biotopo disponible (por ejemplo un área desprovista de vegetación arbórea tras una situación de máximo glaciar), tendrán evidentemente ventaja aquéllos que logren prioridad en la instalación (por mayor proximidad, o versatilidad de los propágulos, por ejemplo). Su hegemonía puede ser lógicamente cuestionada si más adelante especies mejor adaptadas alcanzan el área; pero la sustitución definitiva de una agrupación o tipo de bosque por el otro puede ser extraordinariamente lenta si las diferencias de adaptabilidad no son muy grandes. Puede ocurrir que incluso no se llegue a producir antes de una nueva variación en las condiciones climáticas o bien que, por el contrario, y como ya hemos señalado, una eliminación fortuita (parcial o total, antrópica o natural) de la primera cubierta instalada, acelere o permita la conclusión del proceso de sustitución.

Ya en relación con el tema de los pinares es preciso contemplar las numerosas ocasiones donde, en el marco de la dinámica postglaciar, han debido coincidir en el espacio con otros tipos diferentes de formaciones arbóreas (bajo climas compatibles para ambas). La condición de especies heliófilas de nuestros pinos hace que en biotopos donde puedan desarrollarse suelos profundos, en zonas de llanura o de topografía suave, etc... los procesos de competencia tiendan a concluir con la hegemonía de los planifolios (la regeneración del pinar se ve impedida por las condiciones de sombra). De esa manera en muchas depresiones rellenas de sedimentos proclives a procesos rápidos de edafogénesis, en terrazas y zonas de acumulación de depósitos de las cuencas, piedemontes detríticos y abanicos aluviales, etc... los bosques de frondosas, densos, generadores de ambientes nemorales, fueron con certeza los protagonistas en el Holoceno preantrópico ibérico (los pinos en esas áreas pueden no obstante tener un importante papel en las etapas de sustitución que se pueden producir dentro de la dinámica actual).

Sin embargo hay que convenir que el marco geográfico de la Península es extraordinariamente variado, tanto desde el punto de vista climático como geológico y topográfico. Como consecuencia de ello son también numerosas o abundantes las situaciones en que, por distintos factores, tal desplazamiento no llega a producirse y los pinares (también algunas formaciones de cupresáceas), permanecen estables como elementos dominantes del paisaje vegetal, ora integrando masas puras de coníferas, ora asociadas a las distintas frondosas que ofrece el rico patrimonio vegetal ibérico.

Esos factores que podemos considerar como principales elementos restrictivos de la competencia pueden resumirse en:

- **Aspectos climáticos:** La continentalidad, ciertas condiciones de aridez o microtermia acentuada, pueden propiciar la estabilidad de distintos tipos de pinares (pinares de *P. uncinata* del Pirineo —en este caso, como en algunos relativos a *P. sylvestris*, no existe una frondosa que pueda «discutir» el espacio al pinar, a causa precisamente de la dureza de las condiciones

climáticas—; de *P. sylvestris* de distintos macizos ibéricos; pinares de carrasco del Este peninsular, etcétera).

- **La topografía como factor limitante de la edafogénesis:** En laderas abruptas, sobre todo si las litologías son compactas, las agrupaciones vegetales arbóreas pueden ver integrarse en armonía y como expresión del dosel forestal dominante, a distintas frondosas, pinos y *Juniperus*.
- **Condicionamientos ligados al tipo de sustrato:** Las arenas (sobre todo si su potencia es elevada), dolomías metamórficas, peridotitas, etc..., constituyen litologías poco propicias para nuestras frondosas (sobre todo en las secuencias más secas de los climas mediterráneos). Hay que recordar aquí los pinares de las costas arenosas del suroeste de la Península, o de los arenales interiores de la cuenca del Duero; también los que dominan en las andaluzas sierras de Tejada, Almirajara o S.ª Bermeja, etcétera.

Finalmente hay que señalar que los factores anteriores no deben ser considerados aisladamente. Es la combinación de los mismos lo que frecuentemente explica la hegemonía de determinados

tipos de formaciones. Es el caso de las formaciones de *P. pinaster* en las areniscas del Bunter de los ambientes continentalizados de la sierra de Albaracín o sobre ese mismo tipo de materiales pero en los climas secos de algunas sierras levantinas (Espadán). Otro tanto sucede con los pinares de *P. nigra* o *P. halepensis* de distintos puntos del Sistema Ibérico y de las cordilleras levantinas: climas contrastados o ambientes semiáridos, respectivamente, ligados frecuentemente a topografías abruptas.

La importancia de los paisajes pinariegos de origen natural en el marco geográfico de la península Ibérica se concentra fundamentalmente en los sectores central y oriental, así como en las partes más elevadas de muchas de nuestras montañas (MORLA, 1993), alcanzando frecuentemente sus manifestaciones extensiones notables. Para la interpretación de este origen y demás vicisitudes históricas (siempre en relación con el resto de formaciones) es imprescindible, tal como se ha tratado de poner de manifiesto a lo largo de esta exposición, el concurso de los informadores paleobotánicos. Éstos permiten determinar los distintos eventos paleofitogeográficos y de paleodinámica de la vegetación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALÍA, R., MARTÍN, S., DE MIGUEL, J., GALERA, R., AGÚNDEZ, D., GORDO, J., SALVADOR, L., CATALÁN, G. & GIL, L. 1996. Las regiones de procedencia de *Pinus pinaster* Ait. DGCONA, Madrid.
- ALCALDE, C. 1999. Estudio paleobotánico del yacimiento de Lomilla (Palencia). Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I. Montes. Madrid.
- ALONSO MILLÁN, A., GARCÍA AMORENA, N., GARZÓN, G., GÓMEZ MANZANEQUE, F., GONZÁLEZ DÍEZ, A., MORLA, C., REMONDO, J. & ROIG, S. 1999. Estudio preliminar del yacimiento de macrorrestos vegetales de Caranceja (Reocín, Cantabria, España). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geología.) 94 (3-4): 24-30.
- ARÁNZAZU PRADA, M.ª, GORDO, J., DE MIGUEL, J., MUTKE, S., CATALÁN-BACHILLER, G., IGLESIAS, S. & GIL, L. 1997. Las regiones de procedencia de *Pinus pinea* L. en España. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid.
- ATIENZA, M. 1993. Evolución del paisaje vegetal de las sierras de Béjar y Peña de Francia durante el Holoceno a partir del análisis palinológico. Tesis doctoral, Univ. Alcalá de Henares. Inédita.
- BACILE-ROBERT, E. 1981. Le pin pignon (*Pinus pinea* L.) dans le Würm récent de Provence, Geobios, 14: 395-397.

- BADAL, E. 1991. La vegetación durante el Paleolítico superior en el País Valenciano y Andalucía. Resultados antracológicos. En: Arqueología medioambiental a través de macrorrestos vegetales, C.S.I.C./Ayto. Madrid.
- BADAL, E., BERNABEU, J. & VERNET, J.L. 1994. Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000-4000 B.P.) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany*, 3: 155-166.
- BENAVENTE, J.A., NAVARRO, C., STEVENSON, A.C., MACKLIN, M.G., PASSMORE, D. & DAVIS, B.A. 1994. Datos para el estudio de la evolución medioambiental del área endorreica de Alcañiz (Teruel). Jornadas sobre el futuro de las saladas de los Monegros y el Bajo Aragón:137-150, Caspe, España.
- BURJACHS, F., RODÓ, X. & COMÍN, F.A. 1996. Gallocanta: un ejemplo de secuencia palinológica en una laguna efímera. En: Ruiz Zapata (ed.) *Estudios Palinológicos XI Simposio de Palinología (APLE)*:25-29.
- CARATINI, C. & VIGUIER, C. 1973. Etude palynologique et sédimentologique des sables halogènes de la falaise littorale d'El Asperillo (province de Huelva). *Estudios Geológicos* 29: 325-328.
- CARRIÓN, J.S., NAVARRO, C., NAVARRO, J., & MUNUERA, M. 2000. The distribution of cluster pine (*Pinus pinaster*) in Spain as derived from palaeoecological data: relationships with phytosociological classification. *The Holocene* 10 (2): 243-252
- CATALÁN, G., GIL, L., GALERA, P., MARTÍN, S., AGÚNDEZ, D. & ALÍA, R. 1991. Las regiones de procedencia de *Pinus sylvestris* L. y *Pinus nigra* ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco en España. ICONA, Madrid.
- COSTA TENORIO, M., MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. (Eds.).1997. Los bosques ibéricos, una interpretación geobotánica. Ed. Planeta.
- DAVIS, B.A.S. 1994. Palaeolimnology and Holocene environmental change from endoreic lakes in the Ebro Basin, North-East Spain. Tesis Doctoral. University of Newcastle Upon Tyne. Inédita.
- FRANCO, F. 1995. Estudio palinológico de turberas holocenas en el Sistema Central: reconstrucción paisajística y acción antrópica. Tesis Doctoral.
- FRANCO, F., GARCÍA ANTÓN, M., GÉNOVA, M., MALDONADO, J., MORLA, C. & SÁNCHEZ HERNANDO, L.J. 1996. El pinar de Lillo: una interpretación fitogeográfica basada en criterios paleobotánicos. *Medio Ambiente en Castilla y León* 5: 4-9.
- FRANCO, F., GARCÍA ANTÓN, M. & SAINZ OLLERO, H.1997. Impacto antrópico y dinámica de la vegetación durante los últimos 2000 años BP en la vertiente septentrional de la sierra de Gredos: Navarredonda (Avila, España), *Revue de Paleobiologie* 16 (1):29-45.
- FRANCO, F., GARCÍA ANTÓN, M. & SAINZ OLLERO, H. 1998. Vegetation dynamics and human impact in the Sierra de Guadarrama, Central System, Spain. *The Holocene* 8,1:69-82.
- GARCÍA ANTÓN, M., FRANCO MÚGICA, F., MALDONADO RUIZ, J., MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. 1995. Una secuencia polínica en Quintana Redonda (Soria), evolución holocena del tapiz vegetal en el Sistema Ibérico septentrional. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 52 (2):187-195.
- GARCÍA ANTÓN, M., FRANCO MÚGICA, F., MALDONADO RUIZ, J., MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. 1997. New data concerning the evolution in Lillo Pinewood (León, Spain). *Journal of Biogeography* 26: 929-934.

- GARCÍA ANTÓN, M., MALDONADO RUIZ, J., MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. 1999. Fitogeografía histórica de la península Ibérica. En: Casado, M.A. & Díaz Pineda, F. (eds). La diversidad biológica en España. CYTED, Madrid
- GÉNOVA FUSTER, M., GÓMEZ MANZANEQUE, F. & REGATO PAJARES, P. 1988. Sobre los pinares relictos de la Sierra de Gredos (Ávila), Actes del Simposi Internacional de Botánica Pius Font i Quer II: 439-442.
- GIL, L. 1994. Reseña geográfico-histórica de los bosques de Castilla y León. En: Segundo Inventario Forestal Nacional, Castilla y León: 13-31. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- GIL, L., DÍAZ-FERNÁNDEZ, P., JIMÉNEZ, M.P., ROLDÁN, M., ALÍA, R., AGÚNDEZ, D., DE MIGUEL, J., MARTÍN ALBERTOS, S. & DE TUBERO, M. 1996. Las regiones de procedencia de *Pinus halepensis* Mill. En España. Organismo Aurtónomo de Parques Nacionales, Madrid
- GIL, L. 1999. La transformación histórica del paisaje: la permanencia y la extinción del pino piñonero. Separata de «Los Montes y su Historia, una perspectiva política, económica y social», servicio de publicaciones de la Universidad de Huelva.
- HANNON, G.E. 1985. Late Quaternary vegetation of Sanabria Marsh (North West Spain). Thesis. Trinity College, Dublin.
- HUNTLEY, B. & BIRKS, H.J.B. 1983. An Atlas of past and present pollen maps for Europe:0-13.000 years ago. Cambridge University Press.
- JANSSEN, C.R. & WOLDRINGH, R.E. 1981. A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the serra da Estrela, Portugal. *Finistera XVI* (32):299-309.
- JONKER, F.P. 1952. Analyse pollinique d'une tourbiere dans le delta de l'Ebre, *Collectanea Botanica* 3:179-182.
- LÓPEZ GARCÍA, P. 1978. Resultados del análisis polínico del Holoceno en la península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 35:29-38.
- LÓPEZ GARCÍA, P. & LÓPEZ SAEZ, J.A. 1994. Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación de Huesca: análisis palinológico del yacimiento de la Cueva del Moro (Olvena). *Boletín Geológico y Minero* 105: 427-435.
- MANCEBO, J.M., MOLINA, J.R. & CAMINO, F. 1993. *Pinus sylvestris* L. en la vertiente septentrional de la sierra de Gredos (Ávila). *Ecología* 7: 233-245.
- MARTÍNEZ ATIENZA, F. 1999. Bibliografía palinológica del Holoceno ibérico, 1945-1988. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biología)*. 95 (1 y 2): 5-30.
- MARTÍNEZ GARCÍA, F. 1999. Los bosques de *Pinus sylvestris* L. del Sistema Central español. Distribución, historia, composición florística y tipología. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MALDONADO, J.1994. Evolución tardiglaciara y holocena de la vegetación en los macizos del noroeste peninsular. Tesis Doctoral, inéd.
- MENÉNDEZ AMOR, J. & FLORSCHÜTZ, F. 1964. Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50 m boring in southern Spain. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geología)* 62: 251-255.

- MENÉNDEZ AMOR, J. & ORTEGA SADA, M.T. 1958. Determinación de las especies de *Pinus* que en los alrededores de Puebla de Sanabria (Zamora) vivieron a lo largo del Tardiglaciario y el Holoceno. *Anales de la asociación española para el progreso de la ciencia*, 23:606-626.
- METCALF, C.R. 1958. Gorham's Cave: Report on the plants remains. *Bulletin of the Institute of Archaeology*, 4: 219.
- MORLA, C. 1993. Significación de los pinares en el paisaje vegetal de la península Ibérica. Congreso forestal español. Ponencias y comunicaciones, Tomo I: 361-370.
- MORLA, C. 1996. Especies forestales autóctonas y alóctonas en la restauración del tapiz vegetal de la península Ibérica. En: García Fernández, J. (ed.) Medio ambiente y crisis rural. Fundación Duques de Soria/Universidad de Valladolid: 33-61.
- MUÑOZ SOBRINO, C., RAMIL REGO, P., DELIBES DE CASTRO, C. & ROJO GUERA, M. 1996. Datos paleobotánicos sobre la turbera de la Piedra (Páramo de Tozo, Burgos). En: P. Ramil, C. Fernández Rodríguez & M. Rodríguez Guitián (eds.) Biogeografía Pleistocena- Holocena de la Península Ibérica. Santiago de Compostela.
- NIDO, J. DEL, GÓMEZ MANZANEQUE, F., MASEDO, F., MORLA, C., ROIG, S. & SÁNCHEZ HERNANDO, L.J. 1999. Identificación de un dendrolito en el Cretácico inferior (Aptiense) del Sistema Ibérico septentrional (La Rioja, España). Consideraciones paleoambientales. *Revue de Paleobiologie* 17 (2): 513-523
- PRADA, M., GORDO, J., DE MIGUEL, J., MUTKE, S., CATALÁN BACHILLER, G., IGLESIAS, S. & GIL, L. 1997. Las regiones de procedencia de *Pinus pinea* L. en España. Ministerio de Medio ambiente. Madrid.
- PONS, A. & REILLE, M. 1988. The Holocene and upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 66: 243-263.
- ROIG, S., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MASEDO, F., MORLA JUARISTI, C. & SÁNCHEZ HERNANDO, L.J. 1997. Estudio paleobotánico de estróbilos y maderas subfósiles holocenas en el yacimiento de Cevico Navero (Palencia, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 55(1):111-123.
- RUBIO, I. 1988. La economía de subsistencia en el Neolítico hispano. En: P. López (Coor.) El Neolítico en España. Cátedra, Madrid: 337-417.
- SALVADOR, L., ALÍA, R., AGÚNDEZ, D. & GIL, L. 2000. Genetic variation and migration pathways of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait) in the Iberian península. *Theor. Appl. Genet.* 100:89-95.
- SÁNCHEZ HERNANDO, L. J., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MASEDO, F., MORLA, C. & NIDO, J. DEL 2000. Identificación de macrorrestos vegetales holocenos en las cuencas altas de los ríos Porma, Curueño y Esla (León, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biología)* en prensa.
- STEVENSON, A.C. 1985. Studies in the vegetational history of S.W. Spain II. Palynological investigations at Laguna de las Madres, Huelva. *Journal of Biogeography* 12:293-314.
- STEVENSON, A.C. & MOORE, P.D. 1988. Studies in the vegetational history of S.W. Spain IV. Palynological investigations of a valley mire at El Acebrón, Huelva. *Journal of Biogeography* 15: 339-361.



- VAN DER KNAAP, W.O. & VAN LEEUWEN, J.F.N. 1995. Holocene vegetation succession and degradation as responses to climatic change and human activity in the sierra de Estrela, Portugal. *Review of Paleobotany and Palynology* 89:153-211.
- YLL, E.I. & PÉREZ OBIOL, R. 1992. Instalación de los bosques deducida a partir del análisis polínico de un sondeo marino en el Delta del Ebro. *Orsis* 7: 21-30.