

ESTUDIO PALEOBOTÁNICO DE ESTRÓBILOS Y MADERAS SUBFÓSILES HOLOCENAS EN EL YACIMIENTO DE CEVICO NAVERO (PALENCIA, ESPAÑA)

por

SONIA ROIG, FERNANDO GÓMEZ MANZANEQUE, FRANCISCO MASEDO,
CARLOS MORLA & LUIS JAVIER SÁNCHEZ HERNANDO*

Resumen

ROIG, S., F. GÓMEZ MANZANEQUE, F. MASEDO, C. MORLA & L.J. SÁNCHEZ HERNANDO (1997). Estudio paleobotánico de estróbilos y maderas subfósiles holocenas en el yacimiento de Cevico Navero (Palencia, España). *Anales Jard. Bot. Madrid* 55(1): 111-123.

Se exponen en este artículo los resultados del trabajo llevado a cabo en el yacimiento de Cevico Navero (Palencia, España) en el que han sido hallados restos subfósiles de estróbilos y troncos. El estudio mediante anatomía comparada –macro y microscópica– de dichos materiales ha permitido asignarlos a la especie *Pinus nigra*. La datación radiocarbónica de la madera revela la presencia de esta especie de pino en esa zona de la provincia de Palencia hace unos 3.500 años. Con estos datos y otros bibliográficos se hace una discusión acerca de la posible dinámica de la cubierta vegetal en el ámbito geográfico considerado, así como de la paleoecología del propio *P. nigra*.

Palabras clave: *Pinaceae*, *Pinus nigra*, Paleobotánica, estróbilos, madera, España.

Abstract

ROIG, S., F. GÓMEZ MANZANEQUE, F. MASEDO, C. MORLA & L.J. SÁNCHEZ HERNANDO (1997). Paleobotanical study of Holocene subfossil strobili and wood at Cevico Navero (Palencia, Spain). *Anales Jard. Bot. Madrid* 55(1): 111-123 (in Spanish).

This paper reports results of work at the Cevico Navero site in Palencia, Spain. Macro- and microscopic study of the subfossil cones and trunks found at the site has permitted their identification to the species *Pinus nigra*. Radiocarbon dating of the wood indicates that this pine species was present in the region 3,500 years ago. The results are discussed in the context of other relevant literature. The dynamics of vegetation cover in the study area and the paleoecology of *P. nigra* are considered.

Key words: *Pinaceae*, *Pinus nigra*, Paleobotany, strobili, wood, Spain.

INTRODUCCIÓN

Los estudios paleobotánicos obtienen la mayor parte de la información a través de restos microscópicos –polen, esporas– y macroscópicos –macrorrestos–. Estos últimos, aunque son apreciables a simple vista, pueden

requerir observación microscópica para una adecuada identificación e interpretación. A este último grupo pertenece la madera, uno de los materiales orgánicos más resistentes, especialmente cuando se dan ciertas condiciones de conservación. Como madera perm mineralizada o como subfósil (sin haber perdido su

* Departamento de Silvopascicultura, E.T.S.I. de Montes, Universidad Politécnica. Avda. de Ramiro de Maeztu, s/n. E-28040 Madrid.

carácter orgánico), puede darnos una valiosa información biológica y climática acerca de tiempos muy alejados del momento actual. El estudio de maderas subfósiles presenta ciertas ventajas frente a otros trabajos paleobotánicos: permite una identificación que muchas veces llega con seguridad al rango específico y puede reflejar situaciones o variaciones medioambientales. La estructura de los anillos de crecimiento y otros elementos anatómicos aportan una información valiosa en relación con la elaboración de modelos sobre el comportamiento previsible del tapiz vegetal, potencialidad del territorio, carácter alóctono o autóctono de táxones críticos a este respecto, etc. Otro tipo de macrorrestos como las piñas o estróbilos son asimismo elementos valiosos para una identificación precisa de la muestra estudiada, debido al elevado valor diagnóstico de sus características morfológicas (tamaño, escamas, apófisis, piñones).

En la Península Ibérica los trabajos sobre este tipo de restos fósiles son muy escasos (en particular en el Holoceno). Entre los trabajos documentados cabe destacar la identificación de *Pinus nigra* J.F. Arnold en la cabecera del río Guadalfeo para el período subatlántico (RUIZ DE LA TORRE, 1971); la de carbones fósiles en el yacimiento arqueológico de Fuente Álamo (Almería), con una antigüedad de 3.500 años (SCHOCH & SCHWEINGRUBER, 1983). Además es preciso reseñar, dentro de los estudios paleoxilológicos españoles, los más recientes de maderas subfósiles holocenas en las cabeceras de los ríos Porma y Curueño, León (SÁNCHEZ HERNANDO, 1994), Quintana Redonda, Soria (GARCÍA ANTON & al., 1995) y Navalguijo, Ávila (MANCIBO & al., 1993).

Trabajos realizados sobre otro tipo de macrorrestos de edad holocena abordan el estudio de frutos y semillas, pero son muy escasos los que aportan datos de estróbilos o partes de los mismos.

ÁREA DE ESTUDIO

El área estudiada se encuentra en la comarca de El Cerrato (Palencia), en el fondo del arroyo de Valdefuentes, poco antes (2 km) del

paso de éste por el pueblo de Cevico Navero (fig. 1). El yacimiento en concreto se sitúa en el cuadro UTM 30TV0335, a 840 m de altitud. El marco geológico está constituido por sedimentos terciarios miocenos (páramo vallesiense). Este páramo, constituido por calizas compactas, se encuentra interrumpido por valles en cuyas laderas se alternan facies margosas, yesíferas y arcillosas.

El yacimiento es un depósito higroturboso "fosilizado" por una cubierta detrítica de un metro de espesor aproximadamente, que actualmente es objeto de explotación agrícola. Estimamos que su extensión aproximada es entre 2 y 3 hectáreas, presentando un espesor o potencia variables (de 6-9 m). En el seno de la citada formación higroturbosa se han hallado gran cantidad de restos vegetales, entre los que destacan numerosos fragmentos de madera subfósil y abundantes piñas.

En la actualidad, la vegetación en el entorno del yacimiento está constituida, en los páramos y laderas de los valles, por una formación clara de encinas [*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.] que alterna o se mezcla con ejemplares aislados o rodales de sabina albar (*Juniperus thurifera* L.). En los espacios disponibles entre los árboles se asientan cultivos de cereal y barbechos, con ciertos tramos ya abandonados. En el fondo del valle aparecen cultivos de chopo (*P. nigra* y *P. × canadensis* Moench) alternando con cultivos cerealísticos y algunas huertas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La preparación de las muestras para su observación y estudio comprende dos fases, tanto en madera subfósil como en piñas. La primera consiste en preparar y describir las muestras antes de su tratamiento en laboratorio. Para ello, se limpian de sustancias adheridas (arena, restos vegetales), se miden y fotografían. La segunda fase difiere en función de que se trate de madera o muestras de piñas: en la madera, esta fase de laboratorio integra los procesos de preparación de muestras en lámina delgada para su observación al microscopio. Una vez realizada se procede al estudio

de las mismas: análisis, mediciones, microfotografiado, etc., para lograr su identificación mediante el empleo de claves y xiloteca de referencia.

Dado que una primera inspección microscópica ha revelado que se trata de madera de conífera (ausencia de tráqueas, radios medulares uniseriados, punteaduras pinoide I, tipo ventana), las mediciones que se han tomado en las muestras microscópicas han sido:

- Sección transversal: número de anillos, grosor, situación de los canales resiníferos, abundancia de éstos y diámetro; diámetro de las traqueidas.

- Sección tangencial: anchura y altura de los radios fusiformes; altura y anchura de los radios uniseriados.

- Sección radial: longitud y anchura de las punteaduras de ventana; diámetros exterior e interior de las punteaduras areoladas.

Todas estas medidas se han tomado en cada

muestra, repitiéndolas 20 veces a lo largo de todas las preparaciones microscópicas.

Las muestras de madera se conservan en la colección de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (Madrid), bajo las denominaciones CNSRG/1, CNSRG/2, CNSRG/4, CNSRG/5, CNSRG/6, CNSRG/7 y CNSRG/8.

Para las identificaciones y contraste de caracteres morfológicos se han seguido los criterios de GREGUSS (1955), JACQUIOT (1955), PERAZA (1964), BAREFOOT & HANKINS (1982), GARCÍA ESTEBAN & GUINDEO (1988), SCHWEINGRUBER (1990) y PARDOS & al. (1986).

En el caso de piñas, la fase del trabajo de laboratorio incluye una serie de medidas detalladas que requieren en algunos casos el corte de la piña o de sus escamas. Se trata de realizar un estudio de morfología comparada entre las piñas del yacimiento con otras correspon-

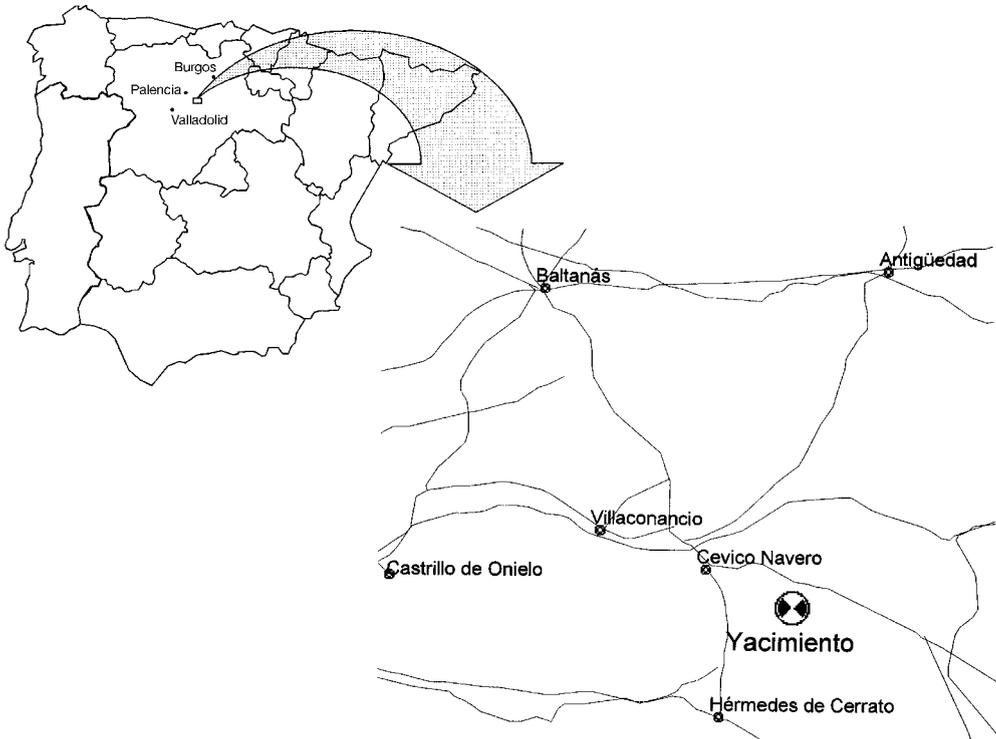


Fig. 1.—Ubicación geográfica del yacimiento de Cevico Navero dentro de la provincia de Palencia.

dientes a poblaciones naturales en la Península Ibérica de diferentes especies del género *Pinus*. Se comparan los parámetros o relaciones paramétricas con los de piñas encuadradas en el mismo rango de variación morfológica, de pinos espontáneos en la Península (en nuestro caso *P. nigra* y *P. sylvestris* L.). Las piñas de *P. nigra* empleadas en el análisis (cinco al azar de las correspondientes a cada muestra) proceden de poblaciones naturales de los siguientes ámbitos geográficos ibéricos: Guadalajara (Poveda de la Sierra, cerca del Pozo Cornejo, 30TWK8302 1.350 m); Jaén (Cazorla, Cerro Cabañas, 30TSW60485, 2.000 m); Ávila (Piedralaves, 30TUK5366, 1.100 m); Cuenca (Traid, 30TWL9705, 1.360 m). Para *P. sylvestris* se han empleado los resultados de los análisis realizados por GALERA (1993).

Los caracteres morfológicos considerados en las piñas son: L (longitud, medida desde la base hasta el ápice), A (anchura máxima de la piña abierta, media de dos diámetros) y L/A (coeficiente de esbeltez –calculado con la piña abierta).

En tres escamas de cada piña, de la zona más ancha y expuesta a la luz, se han medido además: LE (longitud de la apófisis), AE (anchura de la apófisis) y EE (espesor de la apófisis).

Preparación y tratamiento de las muestras microscópicas

Para la observación microscópica se realizan las correspondientes preparaciones en lámina delgada de las secciones transversal, radial y tangencial de las diferentes muestras. El proceso consta de las siguientes fases:

Hidratación: Tiene como objeto ablandar las muestras de cara a facilitar su corte; además crea una continuidad en el interior de la madera que facilita la entrada de pigmentos y sustancias que forman parte del tratamiento necesario para lograr su identificación.

La muestra de madera se secciona en varios trozos que se introducen en agua hasta su completa hidratación. La resina es eliminada sumergiendo los tacos de madera obtenidos en agua con alcohol, en una proporción depen-

diente de la cantidad de resina. Se preparan primero varias rodajas transversales, de unos 2 cm de espesor, en sentido perpendicular al eje longitudinal del tronco. A partir de éstas se obtienen varias porciones de unos 6-7 cm².

Una vez hidratada la muestra se procede a la preparación de los tacos para cortar, obteniéndose así fragmentos aún menores de los trozos de madera ya hidratada y libre de resina. Los tacos son posteriormente cortados en el microtomo según tres planos perpendiculares: transversal (perpendicular al eje de crecimiento de la madera), radial (siguiendo uno de los diámetros de los anillos) y tangencial (tangente a los anillos de crecimiento). Estos tacos suelen tener dimensiones de 1×1×2 cm (la sección cuadrada corresponde al plano que se va a cortar) y se ha empleado uno diferente para cada dirección de corte. La lámina cortada debe ser lo más delgada posible, pues ha de permitir la observación microscópica por luz transmitida. Normalmente deben alcanzar espesores de entre 15-20 µm.

Tinción y montaje de las muestras: Consta de las siguientes fases: tinción con safranina en solución de 1 gr de safranina en 50 ml de agua destilada más 50 ml de etanol. Se vierte un chorro de esta solución sobre cada uno de los tres vidrios donde se encuentran los tres grupos de cortes (transversal, radial y tangencial), dejándolos en reposo durante un par de minutos. A continuación, y tras frenar la tinción, se realiza una nueva deshidratación con alcoholes (de 90°, 96° y con alcohol absoluto), que se completa finalmente con xilol.

RESULTADOS

Se colectaron todas las piñas que fueron encontradas; las mejor conservadas son las que más tarde se midieron y compararon con las piñas de referencia actuales. Las piñas presentan, en general, un buen aspecto, no observándose grandes deformaciones debidas a la presión o posteriores cambios de posición o de las condiciones de conservación. Se encuentran abiertas, y sus escamas, enteras y sin deformaciones. Tienen una longitud aproximada de unos 5 cm, y 4 de ancho. Como ya se ha señalado, por el tamaño y también por la for-

ma de la piña se pueden encuadrar dentro del rango de tamaños y caracteres del grupo *P. nigra/P. sylvestris*. Se excluye *a priori* *P. uncinata* Ramond ex DC. ya que todas las muestras colectadas en nuestro yacimiento carecen de las peculiares escamas de apófisis fuertemente revueltas. En una primera aproximación macroscópica nuestras muestras se asemejan, por la forma del margen de la escama (extremo redondeado), a *P. nigra*, diferenciándose del pino albar (*P. sylvestris*) porque éste la presenta frecuentemente con terminaciones agudo/triangulares.

Respecto a las maderas hay que señalar en primer lugar que todas son semejantes por su aspecto: la parte externa tiene un color grisáceo, de ceniza. La madera es pesada, compacta; algunas muestras presentan un aspecto fibroso y una densidad menor. Se aprecia en todas ellas un claro olor a resina. La parte exterior aparece teselada en piezas de menos de 1 cm². Algunas zonas descubren la madera en su color natural ocre claro y, en las partes don-

de se ven los anillos, éstos se encuentran bien diferenciados, alternando los colores ocre claro y rojizo. En la superficie aparecen numerosas grietas de poca profundidad, repetidas homogéneamente cada 2 cm aproximadamente.

Anatomía comparada de las piñas

Las piñas del pino albar (*P. sylvestris*) se caracterizan por ser ovoideo-cónicas, de 3-7 cm de longitud, de 2-3,5 cm de anchura; las apófisis de las escamas fértiles son rómbicas y normalmente están mejor desarrolladas (de forma piramidal) en un lado del cono que en el otro (donde se presentan planas). El ombligo es pequeño, brillante y marrón claro, normalmente sin gancho. Las apófisis de las escamas de este pino, mirándolas por su parte basal, tienen una terminación en ángulo agudo.

Las piñas de *P. nigra* son sésiles, de unos 4-10 cm de longitud (mayores que en el caso anterior), de unos 2-4 cm de anchura, brillantes y de colores más ocres. Las escamas fértiles

TABLA 1

Procedencia	L	A	L/A	LE	AE	EE
AT.....	5,556	5,1196	1,08	1,1065	0,837	0,322
CZ.....	3,8592	3,8728	1	0,945	0,6378	0,3318
GR.....	6,3058	5,8244	1,079	1,174	0,7769	0,4288
SI.....	5,6524	5,1716	1,096	1,2108	0,9106	0,4001
<i>Pinus nigra</i>	5,3433	4,9971	1,0637	1,109	0,7905	0,3706
LUE.....	4,056	2,916	1,390	0,770	0,724	0,302
BOR.....	3,659	2,727	1,340	0,711	0,665	0,279
BEL.....	3,494	2,491	1,402	0,659	0,634	0,264
POB.....	3,426	2,376	1,440	0,635	0,638	0,278
COV.....	3,535	2,681	1,318	0,745	0,630	0,291
VAL.....	4,233	3,294	1,285	0,772	0,712	0,304
BRO.....	3,998	3,254	1,228	0,799	0,688	0,297
TRE.....	4,452	3,261	1,365	0,850	0,738	0,319
BAZ.....	3,920	3,094	1,266	0,773	0,654	0,317
<i>Pinus sylvestris</i>	3,884	2,915	1,332	0,749	0,678	0,296
Cevico Navero	4,528	4,466	1,01	1,302	0,8208	0,366

L, longitud total de la piña; A, ancho máximo de la piña abierta; L/A, coeficiente de esbeltez de la piña; LE, longitud de la escama; AE, ancho de la escama; EE, espesor de la escama. (Medidas en centímetros.) Las cifras correspondientes a *Pinus nigra* y *P. sylvestris* son las medias de las procedencias que aquí aparecen. (GALERA, 1993, y elaboración propia.) Procedencias de *P. nigra*: AT, Alto Tajo; CZ, Cazorla; GR, Gredos; SI, Sistema Ibérico. Procedencias de *P. sylvestris* (GALERA, 1993): LUE, Luesia (Zaragoza); BOR, Borau (Huesca); BEL, Bellver de Cerdaña (Lérida); POB, Poblá de Lillet (Barcelona); COV, Covalada (Soria); VAL, La Granja (Segovia); BRO, Bronchales (Teruel); TRE, Monachil (Granada); BAZ, Gor (Granada).

son oscuras en su parte basal y terminadas en un borde redondeado; su apófisis es sobresaliente. El ombligo es marrón oscuro, rematado normalmente en un pequeño pincho.

Según esto, en una primera aproximación podemos identificar las piñas de este yacimiento como pertenecientes a *P. nigra*, dada la forma de terminación de sus escamas en un perfil redondeado y por la presencia siempre de un ombligo saliente y con un pequeño gancho. No obstante, se ha procedido a un estudio biométrico de los estróbilos de las piñas de las dos especies, para ver si las medidas de las piñas del yacimiento se encuentran más cerca del rango de variación de las correspondientes a *P. nigra* o a *P. sylvestris*. Los resultados se resumen en la tabla 1.

En dicha tabla se observa la gran similitud de medidas entre las muestras de piñas de *P. nigra* de las distintas procedencias naturales y las piñas procedentes del yacimiento de Cevico Navero. Las piñas allí encontradas son de tamaño medio pequeño, con una longitud de 4,528 cm y una anchura máxima con la piña abierta de 4,528 cm.

Sin embargo, y pese a las similitudes ya observadas, hemos considerado como relación más representativa la del coeficiente de esbeltez (L/A), ya que las magnitudes anteriores (longitud total y anchura máxima de la piña abierta) pueden estar más sujetas a influencias ambientales. El coeficiente de esbeltez elimina esa influencia y proporciona un parámetro de comparación más estable. Como podemos ver, las piñas de *P. nigra* de diferente procedencia presentan valores muy próximos. El valor de nuestras muestras es de 1,01 (Cevico Navero).

Observando los parámetros morfológicos estudiados en el caso de las procedencias (naturales) de *P. sylvestris* (GALERA, 1993) vemos que existen diferencias notables entre los valores del pino silvestre y las piñas de Cevico Navero. En concreto, los valores medios de la longitud total de la piña son menores en todas las muestras de *P. sylvestris* que en las piñas de nuestro yacimiento.

Comparando la totalidad de los parámetros medidos, las muestras de piñas recogidas en el yacimiento de Cevico Navero presentan una caracterización morfológica comprendida en-

tre los valores intermedios típicos de la especie [*P. nigra* subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco] en la Península. Por otro lado, también se encuentran comprendidos entre los valores de las muestras naturales más cercanas hoy en día de esta especie al yacimiento estudiado. A la vista de estas tablas podríamos situar las piñas del yacimiento entre las típicas de *P. nigra*. Las de Cevico Navero son mayores que las de Cazorla, encontrándose las poblaciones de este macizo en una situación extrema, tanto de presencia actual en la Península, como medioambiental (límite altitudinal).

Estudio anatómico de maderas subfósiles (Descripción de las muestras microscópicas)

Las maderas estudiadas presentan una serie de características comunes:

– Están formadas básicamente por traqueidas (elementos conductores de las coníferas), de forma poligonal en su corte transversal, que poseen punteaduras areoladas en sus paredes radiales. No presentan engrosamientos helicoidales.

– Los anillos aparecen bien diferenciados en madera de primavera y de verano, con distintos crecimientos en cada muestra.

– Poseen, en densidad variable, canales resiníferos no traumáticos, con las paredes de las células epiteliales que los recubren delgadas, que se desgarran al preparar la muestra microscópica. Los canales están situados principalmente en la zona de transición de la madera de primavera a la de verano (fig. 2).

– Poseen radios leñosos uniseriados y fusiformes, heterogéneos (formados por células de parénquima y por traqueidas radiales, con tendencia a la marginalidad).

– En el plano de corte radial, dentro de los campos de cruce (conexión entre traqueidas longitudinales y células de parénquima de los radios leñosos), todas las muestras presentan punteaduras del tipo ventana (fig. 3), rectangulares (siempre una única punteadura por campo de cruce, es decir, punteadura pinoide I).

– En cuanto a las traqueidas de los radios leñosos, se observan en su interior dientes aislados, obtusos en su mayoría (fig. 3).

– No se encuentran trabéculas.

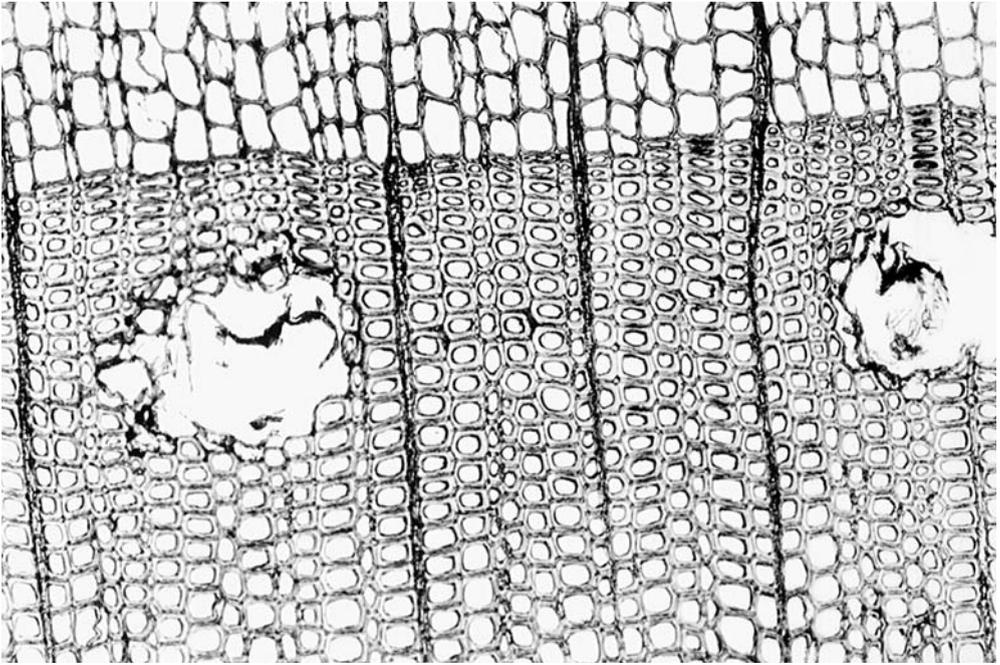


Fig. 2.—Vista en sección transversal de la transición entre la madera de otoño y la de primavera. Destaca la presencia de dos canales resiníferos con células epiteliales de paredes finas. ($\times 100$.)

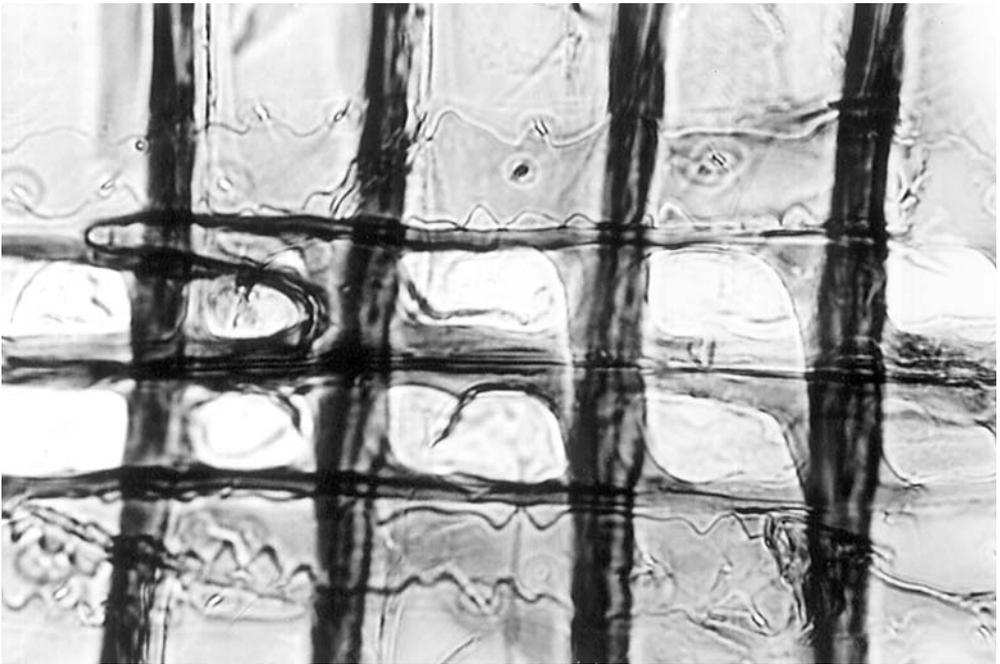


Fig. 3.—Vista en sección radial de los campos de cruce y punteaduras tipo pinoide I. Se aprecian las traqueidas radiales de dientes obtusos. ($\times 500$.)

Las maderas estudiadas presentan cierta variabilidad interna en algunos de estos caracteres. Los anillos de crecimiento muestran las lógicas diferencias de grosor y número en la observación de las muestras al microscopio. Vemos anillos desde 1,5 mm a 0,42 mm de grosor. Ocurre lo mismo con otros parámetros medidos, como densidad de canales resiníferos (con una media de 0,8 canales/mm²), diámetros de las traqueidas (entre 55-10 µm), diámetros de los canales resiníferos (190-110 µm) o altura de los radios uniseriados (9-16 células). Todos estos valores entran dentro de los márgenes de variación esperables para la especie en cuestión.

Hay que señalar, no obstante, una diferencia notable entre las muestras estudiadas. Las número 2 y 7 presentan siempre valores menores de crecimiento en diámetro, grosor de anillos, diámetros de traqueidas y canales resiníferos, y ligeras variaciones en la distribución de los mismos. El aspecto macroscópico de estas muestras recuerda a raíces o ramas, lo que parece confirmarse con la observación microscópica, ya que estas diferencias en los valores son comunes al considerar estas distintas partes del árbol.

Los principales parámetros estudiados en las diferentes muestras microscópicas realizadas a partir de las maderas obtenidas en el yacimiento palentino de Cevico Navero se recogen en la tabla 2.

La diferenciación entre *P. nigra* y *P. sylvestris* a través de las características mi-

croscópicas de su madera es más complicada, como señala, entre otros, SCHWEINGRUBER (1990). Sin embargo, otros autores han propuesto caracteres diagnósticos para diferenciar ambas especies (GREGUSS, 1955; JACQUIOT, 1955; PERAZA, 1964; GARCÍA ESTEBAN & GUINDEO, 1988): el diseño de los dientes en las traqueidas de los radios leñosos (obtusos y marcados en *P. nigra* frente a agudos y concrescentes en *P. sylvestris*), así como la localización preferente de los canales resiníferos (en madera de transición primavera-verano en *P. nigra*, frente otoño-primavera en *P. sylvestris*). Basándonos en estos caracteres concluimos que las muestras de madera obtenidas en el yacimiento de Cevico Navero pertenecen a *P. nigra*, dato que, por otro lado, aparece refrendado por la determinación del estróbil.

Daticiones: Para realizar las dataciones se eligió una muestra de madera, la n.º 7, de la que se obtuvo una sección de unos 2 cm de grosor y unos 200 gr de peso. Esta porción se envió a los laboratorios β Beta Analytic Inc. (University Branch, Miami, Florida).

La edad estimada por el análisis del C 14 (sin calibrar) para la muestra es de 4.650 ± 60 BP¹. (Muestra: CNSRG: 7; análisis: radiométrico estándar; pretratamiento de la madera: ácido/álcali/ácido.) Con esta estimación, la muestra quedaría encuadrada, con toda seguridad en el Holoceno, dentro del subperíodo *Suboreal*.

TABLA 2

RESUMEN DE LAS MEDIDAS DE LAS MUESTRAS DE MADERA (MICROSCÓPICAS)

M	A	Gt	Go	DC	P	DeC	Mt	Ar
M1	3	1.856	726	124	T	0,8979	35,23	9
M2	11	452	105	142	O	1,0416	34,34	7,9
M6	5	977	424	119	T	0,574	38,74	9,25
M7	10	468	91	115	O-T	0,502	45,5	11
M8	3	1.489	513	191	O	0,646	53,89	9,41

M, número de muestra; A, número de anillos, Gt, grosor de los anillos (total); Go, grosor de la madera de otoño; DC, diámetro de los canales resiníferos; P, posición de los canales resiníferos en el anillo (T, madera de transición; O, madera de otoño); DeC, densidad de los canales resiníferos; Mt, tamaño máximo de las traqueidas; Ar, altura de los radios uniseriados (en células). Todos son valores medios y vienen expresados en µm, excepto la densidad de canales, que aparece como canales/mm².

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Tras la identificación de piñas y maderas subfósiles de Cevico Navero es conveniente considerar algunos aspectos relativos a la paleofitogeografía de *P. nigra*.

Se conoce bastante poco la historia de este taxon. Algunos autores llegan a afirmar que estaba más extendido en la Europa Terciaria que en la actualidad. Su área actual, salpicada en torno al Mediterráneo, donde se localizan diferentes subespecies y variedades, se configuró durante los períodos glaciares que provocaron la separación de los diferentes núcleos y su consiguiente aislamiento genético (REGATO, 1992).

Ya en el Pleistoceno los datos más antiguos que se encuentran sobre *P. nigra* proceden de los depósitos de travertinos de la Papeterie Vasino, en la costa mediterránea de la región de Provenza (Magnin & al. in REGATO, 1992), perteneciente al período glacial Riss, hace entre 170.000 y 145.000 años.

Los depósitos travertínicos de Weimar-Ehringsdorf y los estudiados por Vent (in REGATO, 1992) en el centro de Alemania, ambos pertenecientes al período interglacial Riss-Würm, dibujan una flora en la que aparece también *P. nigra* junto a táxones de carácter submediterráneo.

Según Mägdefrau (in REGATO, 1992), al final de este interglacial dejan de aparecer en el norte de Alemania los elementos considerados por él como más termófilos (submediterráneos), entre ellos, *P. nigra*. Es en este período interglacial cuando se indica por última vez *P. nigra* en el centro y norte de Europa.

Los siguientes datos hacen referencia a carbones de *P. nigra* con hasta 47.000 y 32.000 años, respectivamente, hallados en depósitos travertínicos de la región provenzal litoral. Este pino aparece junto a *P. sylvestris* y a algunos elementos submediterráneos actualmente presentes en pinares mixtos de ambas especies.

Los acontecimientos paleoclimáticos y paleofitogeográficos en el Holoceno ibérico son relativamente poco conocidos. Las extrapolaciones que frecuentemente se efectúan de las variaciones observadas en Europa, donde se

han estudiado un número considerable de yacimientos, han resultado en algunas ocasiones contradictorias con los datos u observaciones obtenidas posteriormente de yacimientos ibéricos (COSTA TENORIO & al., 1988; 1990).

Dentro ya de la Península se conoce mucho mejor la historia de la vegetación en la Cornisa Cantábrica u orla septentrional oceánica que la del área mediterránea. Esto es consecuencia de la mayor abundancia de yacimientos paleobotánicos y de la más fácil extracción de información de los mismos por sus peculiares características. Se trata casi siempre de turberas activas, mientras que en la región mediterránea éstas son más escasas. En esta última, sobre todo a baja cota, las fuentes más abundantes de información son los sedimentos de fondo de laguna (más pobres en polen y macrorrestos y de más difícil extracción), o depósitos higroturbosos fosilizados por niveles detríticos posteriores.

Por otra parte, la evolución de la vegetación holocena en el área cantábrica es más coincidente con las secuencias paleofitogeográficas europeas que los modelos que poco a poco van proponiéndose para el Mediterráneo ibérico (GARCÍA ANTÓN & al., 1995).

El yacimiento estudiado en el presente trabajo constituye, por su situación interior y baja cota, una fuente de información paleobotánica de gran valor para la elaboración de los modelos mencionados.

El último máximo glacial reconocido, hace unos 18.000 años, se caracteriza por condiciones acentuadas de frío y aridez (probablemente las más intensas de todo el Cuaternario). A partir de ese momento se inicia un proceso de mejoría climática (Tardiglacial) que da paso, hace 10.000 años, al comienzo del Holoceno, período favorable en el que se completa la recuperación de los bosques en la mayor parte de la Península Ibérica.

El Holoceno, no obstante, no es un período regular climáticamente. A lo largo del mismo se suceden varios subperíodos (Preboreal, Boreal, Atlántico, Subboreal, Subatlántico) con diferente incidencia en la variación de la cubierta vegetal. De todos ellos, el Atlántico y el Subboreal constituyen el marco y punto de partida para la configuración de los paisajes

vegetales del período histórico. Es precisamente al segundo de estos subperíodos al que corresponden cronológicamente las muestras colectadas en Cevico Navero.

En la Cornisa Cantábrica, extremos de los Pirineos y algunas montañas del norte peninsular, se aprecia durante la mejoría climática de la segunda mitad del Holoceno una progresiva implantación en los bosques de especies frondosas (*Salix*, *Sorbus*, *Crataegus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Alnus*, *Acer*, *Tilia*, *Quercus*, *Fagus*, etc.). Éstas llegan, en muchos casos, a sustituir o desplazar a las coníferas (*Pinus*, *Juniperus*) que habían dominado los mismos en los tiempos tardiglaciares y del Holoceno temprano. Como ya se ha señalado, esta secuencia responde en términos generales a los modelos de evolución de la vegetación holocena al norte de los Pirineos. Para el conjunto de la Iberia mediterránea se considera que la expansión de las formaciones de quercíneas (fundamentalmente perennifolias y marcescentes) y otras frondosas asociadas comenzó probablemente con bastante anterioridad y ya es constatable en momentos anteriores al comienzo del Holoceno (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1963; FLORSCHÜTZ & al., 1971; PONS & REILLE, 1988).

La mencionada desaparición de los pinares tardiglaciares en la Cordillera Cantábrica y algunas otras montañas del norte peninsular no se produce simultáneamente. Estos bosques de coníferas persisten más tiempo en las áreas más alejadas de las influencias húmedas de los regulares climas atlánticos (MENÉNDEZ AMOR, 1968; MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1964; HANNON, 1985; WATTS, 1986). Así en la parte central de los Pirineos los pinares constituyen aún en la actualidad uno de los elementos esenciales del paisaje, mientras que en la Cordillera Cantábrica tan solo se encuentran pequeños enclaves dispersos o ejemplares aislados, siempre en su vertiente meridional, que constituyen manifestaciones residuales de los mencionados pinares tardiglaciares (MONTSERRAT, 1992). Esta área disyunta resalta la gran importancia pretérita de estas formaciones. No obstante, se considera muy probable que sin la acción humana en esta zona en los últimos 2.000 años su área actual tendría mayor importancia.

Por el contrario, en las montañas del interior peninsular los bosques de pinos persisten a lo largo de todo el Holoceno como atestiguan cada vez en mayor número los estudios paleobotánicos efectuados en distintos puntos de los Sistemas Ibérico y Central (RUIZ ZAPATA & ACASO DELTELL, 1981; RUIZ ZAPATA & al., 1987; PEÑALBA, 1989; GÓMEZ LOBO, 1993; GARCÍA ANTÓN & al., 1995). La existencia de este piso montano de coníferas durante el Holoceno constituye una peculiaridad de las montañas mediterráneas interiores ibéricas; especies como *Pinus nigra*, *P. sylvestris* o *P. pinaster* Aiton debieron ser los elementos más destacables del paisaje vegetal en las montañas periféricas de las mesetas ibéricas (y en muchas áreas todavía lo son). El ambiente fresco por la ubicación montana y la subcontinentalidad derivada de la posición interior deben considerarse como los principales factores climáticos responsables de esta circunstancia.

Sin embargo, las llanuras de las grandes cuencas terciarias interiores (en este caso la del Duero), fuera de las áreas montañosas, disponen de un escaso número de yacimientos, y por tanto el nivel de información paleofitogeográfica es muy inferior. Por ello los datos obtenidos en Cevico Navero, a causa de su baja altitud, revisten particular interés, contribuyendo a mejorar y precisar el conocimiento sobre el comportamiento de la cubierta vegetal en el interior de la submeseta norte ibérica durante el Holoceno.

En la mayor parte de las montañas del interior de la Península persisten con mayor o menor importancia, como ya hemos señalado, formaciones de pinar; pero fuera de ellas, en depresiones, llanuras o mesetas de altitud media la excepción a la generalización de las formaciones de frondosas parecen solo constituir la los bosques abiertos de coníferas xerófilas (enebros y sabinas) que permanecen en relación con situaciones de gran continentalidad, relieves abruptos y/o sustratos rocosos y desfavorables (COSTA TENORIO & al., 1988), ocupando a veces grandes extensiones como en el interior de la cuenca del Ebro o en las mesetas del Sistema Ibérico. Al margen de esos biótopos, en los relieves llanos u ondula-

dos y sobre sustratos favorables a la edafogénesis se considera que los paisajes integrados por frondosas han ido generalizándose a lo largo del Holoceno, en particular desde comienzos del período Atlántico.

Los macrorrestos de Cevico Navero

El hallazgo de un número significativo de macrorrestos (estróbilos y maderas subfósiles) de *P. nigra* en el yacimiento mencionado ligado a la cronología establecida por datación mediante radiocarbono permite realizar una serie de interesantes consideraciones paleofitogeográficas regionales.

Se confirma la existencia, en el tercio final del Holoceno, de manifestaciones de coníferas higrófilas (por contraposición a las xerófilas de *Juniperus* sp.) a altitudes medias (entre los 800-900 m) en el interior de la depresión miocena del Duero (PALACIOS, 1890; MENÉNDEZ AMOR, 1975). La reciente aparición de la secuencia polínica de Quintana Redonda en Soria (GARCÍA ANTÓN & al., 1995), situada hacia los 1.000 m de altitud y también en plena meseta castellana, pone de manifiesto la existencia de un pinar como paisaje dominante entre principios del Holoceno y mediados del período Atlántico. Los resultados obtenidos por nosotros en Palencia son coherentes con los de Quintana Redonda y confirman la importancia (local o regional) de los pinares en el interior de la meseta castellana en distintas fases del Holoceno. Estos datos parecen poner de manifiesto que los paisajes forestales integrados por pinares en plena submeseta norte no debieron ser una excepción; los datos de Calatañazor (MENÉNDEZ AMOR, 1975) relacionados con los de Quintana Redonda y Cevico Navero indican que la importancia de este tipo de formaciones en cotas bajas (por debajo de los 1.000 m) no solo se manifiesta en las primeras fases (más frías) del Holoceno, sino que alcanzan la plenitud e incluso el final de este período. En la actualidad es posible encontrar todavía en ciertos puntos de las llanuras castellanas septentrionales muestras de paisajes relacionables con las que nos ocupan. Así acontece con las manifestaciones espontáneas de *P. sylvestris* y *P. nigra* que pue-

den verse en las cercanías de Cuéllar (Segovia), también a menos de los 1.000 m de altitud.

La antigüedad, Suboreal, de los restos de Cevico Navero indica que los pinares persistieron en la meseta castellana con posterioridad al favorable subperíodo Atlántico. *Pinus nigra* no habita ahora de forma natural en las inmediaciones del yacimiento palentino; los restos de bosques adyacentes al mismo aparecen integrados fundamentalmente por sabinas albares (*Juniperus thurifera*) y *Quercus perennifolia* (*Q. ilex* subsp. *ballota*) o marcescentes (*Q. faginea* Lam).

La presencia de *P. nigra* en Cevico Navero hace más de 3.000 años pone, por tanto, de manifiesto la reducción general del área noribérica de esta especie en el tercio final del Holoceno. No sabemos exactamente hasta dónde, en el norte de la Península, pudo llegar hacia occidente el área de *P. nigra* en los últimos diez mil años del Cuaternario, pero sí podemos asegurar que al menos sobrepasaba ampliamente sus límites actuales. Aunque no son suficientemente concluyentes, podemos recoger aquí las indicaciones leonesas (Oencia: monte Fumayo; Villarubín y Barjas: monte Ovisto, Campo de Liebre) que de esta especie figuran en el catálogo de montes de utilidad pública (ANÓNIMO, 1901)², así como la posible asignación al taxon de algunos restos de carbones encontrados en yacimientos arqueológicos en las cercanías del Teleno, León.

La referida reducción del área de *P. nigra* puede relacionarse con las variaciones climáticas que operan a finales del Holoceno (evolución hacia climas más secos tras el Atlántico, recalentamiento a finales del Suboreal). No obstante, como acaece en otros puntos del territorio peninsular, no hay que dejar de considerar una posible influencia determinante de la acción antrópica, ya en período histórico, en el proceso de desaparición de los pinares en la región.

A continuación se destacan los aspectos más relevantes derivados del estudio realizado:

1. Con el estudio del yacimiento de Cevico Navero (Palencia) se contribuye notablemente a mejorar y precisar la in-

- formación acerca de la dinámica de la cubierta vegetal en el interior de la submeseta norte ibérica durante el Holoceno, aspecto sobre el que los datos disponibles actualmente eran muy escasos para el marco geográfico considerado.
2. Se constata la presencia local de formaciones de pinar en el tercio final del Holoceno en los depósitos terciarios de la Meseta castellana, entre los 800-900 m de altitud. Si se relacionan estos resultados con los ya conocidos de otros puntos de llanura de la submeseta norte ibérica (Quintana Redonda, Calatañazor), se puede concluir que el modelo de evolución paleofitogeográfica en esta parte del territorio peninsular debe contemplar como hecho contrastado la presencia y el carácter estable de paisajes forestales integrados por pinares hasta el tercio final del Holoceno (Suboreal).
 3. El estudio paleobotánico de los estróbilos y maderas subfósiles ha permitido alcanzar el rango taxonómico específico en la identificación del material, correspondiendo éste a *Pinus nigra* Arnold. El tamaño de los estróbilos hallados y las relaciones paramétricas de sus escamas presentan valores intermedios respecto a los de materiales correspondientes a distintas procedencias ibéricas de esta misma especie.
 4. La presencia de este taxon en los yacimientos estudiados pone de manifiesto la existencia, en el tramo del período Suboreal que precisa la cronología establecida por datación radiocarbónica, de un clima probablemente más fresco y húmedo que el actual. Las condiciones de contraste térmico derivadas de la situación interior del yacimiento permiten explicar la presencia de este taxon en la región tras un período (Atlántico) que se caracteriza, respecto a otros del Holoceno, por su bonanza térmica.
 5. Los resultados obtenidos en este trabajo patentizan una mayor extensión del área de *P. nigra* a finales del Holoceno

(Suboreal). El área actual de este taxon ha experimentado una retracción desde dicho período hasta la actualidad (las manifestaciones espontáneas más próximas se hallan en Hontoria del Pinar y San Leonardo de Yagüe, Soria, en el Sistema Ibérico), probablemente como consecuencia de la progresiva xerificación o recalentamiento climático acaecidos a lo largo de los subperíodos Suboreal y Subatlántico del Holoceno. La acción deforestadora del hombre sobre la cubierta vegetal ha podido acelerar el proceso de regresión o desaparición de los pinares en la región.

NOTAS

¹ Las fechas se miden en RCYBP (*radiocarbon years before present*, "present" = 1.950 A.D.). Si se realiza una calibración a años de calendario, los años de partida, medidos por el C 14, deben expresarse en esta medida, usando la edad convencional del C 14.

² No figuran en el citado catálogo alusiones a su posible carácter natural y hoy día ya no existen esos pinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANÓNIMO (1901). *Catálogo de los montes públicos ex-ceptuados los de la desamortización por razones de utilidad pública*. Imprenta de la sucesión de Minuesa. Ed. facsimil, ICONA 1993.
- BAREFOOT, A.C. & F. W. HANKINS (1982). *Identification of Modern and Tertiary woods*. Oxford.
- COSTA TENORIO, M., M. GARCÍA ANTÓN, C. MORLA & H. SAINZ OLLERO (1988). Consideraciones acerca de la evolución del paisaje vegetal de la Península Ibérica en el Cuaternario reciente. *Actas del Simposi Internacional del Botánica P. Font i Quer* 2: 427-438.
- COSTA TENORIO, M., M. GARCÍA ANTÓN, C. MORLA & H. SAINZ OLLERO (1990). La evolución de los bosques en la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. *Ecología*, Fuera de Serie 1: 31-58.
- FLORSCHUTZ, F., J. MENÉNDEZ AMOR & T.A. WIJMSTRA (1971). Palynology of a thick Quaternary succession in southern Spain. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 10: 233-264.
- GALERA PERAL, R.M. (1993). *Variación Morfológica de Pinus sylvestris L. en España. Características de acículas, piñas y piñones*. Tesis doctoral. E.T.S.I. Montes. Madrid.
- GARCÍA ANTÓN, M., F. FRANCO MÚGICA, J. MALDONADO, C. MORLA & H. SAINZ (1995). Una secuencia polínica en Quintana Redonda (Soria). Evolución holocena del tapiz vegetal en el Sistema Ibérico septentrional. *Anales Jard. Bot. Madrid* 52 (2): 187-195.

- GARCÍA ESTEBAN, L. & A. GUINDEO (1988). *Anatomía e identificación de las maderas de coníferas españolas*. Madrid.
- GÓMEZ-LOBO, A. (1993). *Historia de la vegetación durante los últimos 15.000 años en los picos de Urbión (Soria) en base al análisis polínico*. Tesis doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, Madrid.
- GREGUSS, P. (1955). *Identification of living gymnosperms on the basis of xylogamy*. Budapest.
- HANNON, G.E. (1985). *Late Quaternary vegetation of Sabnabria Marsh (Northwest Spain)*. Tesis doctoral. Trinity College, Dublin.
- JACQUIOT, P.C. (1955). *Atlas d'Anatomies des Boiss des Coniferas*. Bordeaux.
- MANCIBO, J.M., J.R. MOLINA & F. CAMINO (1993). *Pinus sylvestris L. en la vertiente septentrional de la Sierra de Gredos (Ávila)*. *Ecología* 7: 233-245.
- MENÉNDEZ AMOR, J. (1951). Una piña fósil nueva para el plioceno de Málaga. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat., secc. Geol.* 49: 193-195.
- MENÉNDEZ AMOR, J. (1968). Estudio espora-polínico de una turbera en el valle de La Nava (provincia de Burgos). *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat., secc. Geol.* 66: 35-39.
- MENÉNDEZ AMOR, J. (1975). Análisis palinológico de los sedimentos turbosos de Calatañazor (Soria). *Estud. Geol.* 31: 795-797.
- MENÉNDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHUTZ (1963). Sur les éléments steppiques dans la végétation quaternaire de l'Espagne. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat., secc. Geol.* 61: 121-133.
- MENÉNDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHUTZ (1964). Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50 M boring in southern Spain. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat., secc. Geol.* 62: 251-255.
- MONTSERRAT, J. M. (1992). Evolución glacial y postglacial del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: estudio palinológico. *Monogr. Inst. Pirenaico Ecol.* 6. Jaca
- PALACIOS, P. (1890). Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria. *Memorias de la comisión del mapa geológico de España*: 402-403.
- PARDOS, J.A., J.A. SAINZ DE OMEÑACA & F. MASEDO (1986). *Guía de Prácticas de Anatomía Vegetal*. Madrid.
- PEÑALBA, C. (1989). *Dynamique de végétation tardiglaciaire et holocène du Centre-Nord de L'Espagne d'après l'analyse pollinique*. Tesis doctoral. Univ. d'Aix-Marseille III.
- PERAZA, C. (1964). *Estudio de las maderas de coníferas españolas y de la zona norte de Marruecos*. Madrid.
- PONS, A. & M. REILLE (1988). The Holocene and upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 66: 243-263.
- REGATO, P. (1992). *Caracterización florística y ecológica de los bosques de Pinus nigra subsp. salzmannii del Sistema Ibérico*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (1971). Los Montes: Estudio Forestal de Sierra Nevada. In: M. Ferrer (ed.), *Sierra Nevada*: 357-372. Granada.
- RUIZ ZAPATA, M.B. & E. ACASO (1981). Análisis polínico de una turbera localizada en el glaciar de Los Conventos (Macizo Central de Gredos, Ávila). *Bot. Macaronnes.* 8-9: 249-254.
- RUIZ ZAPATA, M.B., M. GARCÍA ANTÓN & E. ACASO (1987). Datos polínicos para el conocimiento de la vegetación en el macizo de Peñalara (Sierra de Guadarrama). *Actas VI Simposio de Palinología, APLE*: 351-354. Salamanca.
- SÁNCHEZ HERNANDO, L.J. (1992). *Identificación de maderas subfósiles cuaternarias (Holoceno) en las cuencas altas de los ríos Porma y Curueño (León)*. Trabajo fin de carrera. E.T.S.I. de Montes. Madrid.
- SCHOCH & F.H. SCHWEINGRUBER (1983). Identification of wood charcoal from the Bronze Age settlements of Fuente Alamo, Almería, Spain (3.500 years ago). *Archäologisches Korrespondenzblatt* 12 (4).
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1990). *Anatomy of European woods*. Stuttgart.
- WATTS, W.A. (1986). Stages of climatic changes from full glacial to Holocene in Northwest Spain, Southern France and Italy: A comparison of the Atlantic coast and the Mediterranean basin. In: A. Ghazi & R. Fontechi (eds.), *Current issues in climatic research*: 101-112. Dordrecht.

Aceptado para publicación: 5-IX-1996