

UNA SECUENCIA POLÍNICA EN QUINTANA REDONDA (SORIA). EVOLUCIÓN HOLOCENA DEL TAPIZ VEGETAL EN EL SISTEMA IBÉRICO SEPTENTRIONAL*

por

MERCEDES GARCÍA ANTÓN**, FÁTIMA FRANCO MÚGICA**, JAVIER MALDONADO RUIZ***,
CARLOS MORLA JUARISTI*** & HELIOS SAINZ OLLERO**

Resumen

GARCÍA ANTÓN, M., F. FRANCO MÚGICA, J. MALDONADO RUIZ, C. MORLA JUARISTI & H. SAINZ OLLERO (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.

Se presenta el estudio polínico de una zona higroturbosa en la provincia de Soria que comprende la fase inicial del Holoceno, según ponen de manifiesto las dataciones de radiocarbono efectuadas. La presencia de un pinar en toda la secuencia analizada, junto a la comparación con otros estudios polínicos próximos, evidencian la importancia de los pinares en determinados enclaves o momentos a lo largo del Holoceno en el Sistema Ibérico.

Palabras clave: Paleopalinología, Holoceno, pinares, macrorrestos, Soria, Sistema Ibérico.

Abstract

GARCÍA ANTÓN, M., F. FRANCO MÚGICA, J. MALDONADO RUIZ, C. MORLA JUARISTI & H. SAINZ OLLERO (1995). A pollen sequence at Quintana Redonda (Soria). Holocene evolution of vegetation in the northern Iberian System. *Anales Jard. Bot. Madrid* 52(2): 187-195 (in Spanish).

A pollen analysis has been conducted in a mor humus deposit at Quintana Redonda, Soria. Radiocarbon dating reveals that the boring comprises the initial phase of the Holocene. The presence of a pinewood throughout the analysed sequence together with corroborative evidence of other close pollen studies reveal the significance of pinewoods in certain enclaves or moments along the Holocene in the Iberic System.

Key words: Paleopalynology, Holocene, pinewoods, macrofossils, Soria, Iberic System.

INTRODUCCIÓN

En la cuenca media de un afluente del río Duero, entre las localidades de Soria y Almazán, se localiza un nivel con elevado contenido en materia orgánica. Su espesor es variable y se encuentra cubierto por un nivel detrítico

que lo fosiliza. En él se han hallado diferentes tipos de macrorrestos vegetales (PALACIOS, 1890; MALLADA, 1892, *in* GIL & *al.*, 1990). El estudio conjunto de estos restos y la secuencia de polen fósil acumulada en los sedimentos proporciona una información valiosa acerca de la paleofitogeografía regional. El hecho de

* Trabajo realizado en el marco del proyecto CICYT AMB 93-0817: "Cambio climático y dinámica postglaciar en la Submeseta Norte".

** Departamento de Biología (Unidad de Botánica), Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. E-28049 Madrid.

*** Departamento de Silvopascicultura (Unidad de Botánica), ETS Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid. E-28040 Madrid.

que en esta parte de la Península Ibérica se hayan realizado estudios paleopolínicos, en yacimientos de gran desarrollo situados a diferentes niveles altitudinales, permite confeccionar un esquema de evolución de la vegetación en la zona a lo largo del Holoceno.

ÁREA DE ESTUDIO

El yacimiento estudiado se sitúa en la vega del río Izana, a 1000 m de altitud, en las proximidades de Quintana Redonda (Soria), UTM 30TWM3210 (fig. 1).

La topografía en el entorno del yacimiento es de relieves suaves, donde lomas y depresiones se alternan repetidamente, incrementando su altitud entre el río Duero, al sur, y el cerro del Hinodejo, al norte. Interrumpiendo esta sucesión de cuevas y pequeños valles se emplazan las planicies formadas por los depósitos aluviales de los pequeños ríos que fluyen hacia el Duero, en uno de los cuales, el Izana, se ubica el depósito higroturboso que se ha estudiado (fig. 2). La planicie cuaternaria aluvial que contiene el yacimiento reposa sobre materiales detríticos (conglomerados poligénicos y areniscas amarillas) considerados estratigráficamente como paleógenos.

El espesor del depósito higroturboso llega a alcanzar aproximadamente unos tres metros y su extensión superficial es de varias hectáreas, a juzgar por la distancia que separa los puntos donde la turba es visible (PALACIOS, 1890). Se encuentra recubierto por materiales detríticos aluviales de casi dos metros de espesor.

El clima de la zona es mediterráneo continental con dos meses escasos de sequía. La temperatura media anual en la vecina estación de Almazán es de 11,9 °C, y la precipitación media anual, de 560 mm.

Desde el punto de vista de la vegetación, el territorio que rodea el yacimiento está ocupado por un bosque claro de *Pinus pinaster* Aiton en el que aparecen salpicados esporádicamente algunos pies de *Quercus pyrenaica* Willd., *Q. faginea* Lam. y *Q. ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp. El cortejo de matorrales y arbustos acompañantes está definido por:

Cistus laurifolius L. *Juniperus communis* L. subsp. *hemisphaerica* (K. Presl) Nyman, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Crataegus monogyna* Jacq., *Prunus spinosa* L., *Genista scorpius* L. (DC.) y *Rosa* sp.

Cerca del cauce del río Izana, pocos metros aguas arriba del yacimiento, pueden verse también algunas especies más exigentes en humedad, como *Ulmus minor* Mill., *Salix atrocinerea* Brot., *Corylus avellana* L. o *Pinus sylvestris* L.

MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo se ha realizado en el perfil que deja al descubierto la erosión provocada por el río. En el lugar elegido para la toma de muestras el nivel detrítico superior es de 190 cm desde el suelo actual y el nivel higroturboso visible es de 170 cm. De este nivel se tomaron las muestras para su estudio polínico. Su aspecto es uniforme en todo su espesor y está formado por la acumulación de restos de ciperáceas-juncáceas que poblaron estas antiguas zonas encharcadas o palustres.

Próximo a este punto, en el mismo talud del río, se localizaron varios restos de viejos troncos de árboles, en posición vertical, con diámetros comprendidos entre 60 y 90 cm y que parecen corresponder a la parte basal del fuste (fig. 3).

Las muestras para el estudio polínico han sido analizadas en el laboratorio según el método químico tradicional (SITTLER, 1955). Para el cálculo de la concentración polínica se ha seguido el método de COUR (1974). Se analizaron muestras cada 20 cm, y debido a la homogeneidad de los resultados no se continuó con un estudio más detallado. El número total de granos de polen contados, excluidas acuáticas y esporas, es 5.286, con una media de 587 granos por espectro.

El diagrama polínico (fig. 4) se ha elaborado mediante el programa TILIA (GRIMM, 1992). Para una mejor visualización de los táxones con bajos porcentajes se ha superpuesto en sombreado una exageración cinco veces mayor. Para la zonación polínica se ha realizado un análisis de clasificación mediante

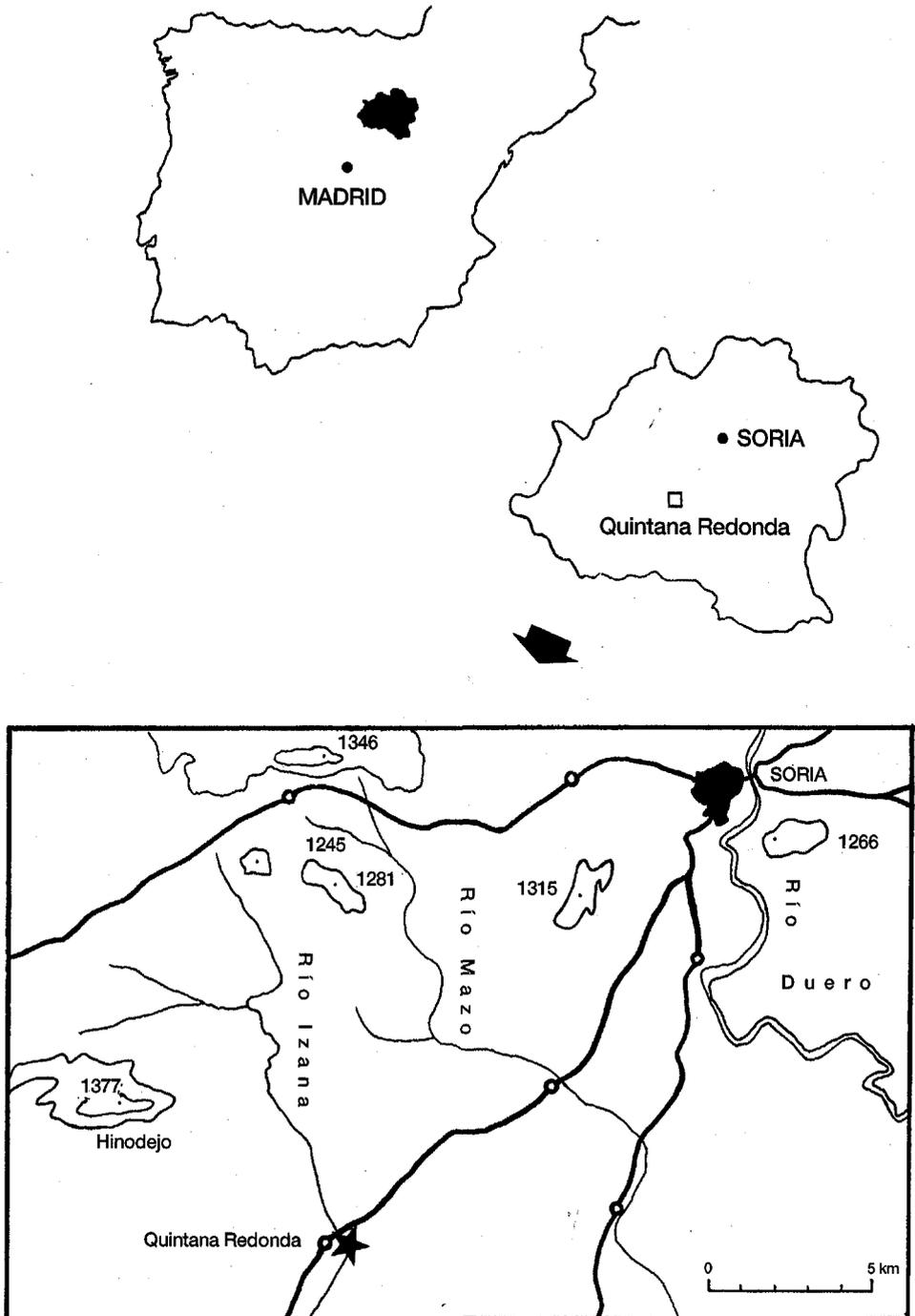


Fig. 1.-Localización geográfica del punto de muestreo.

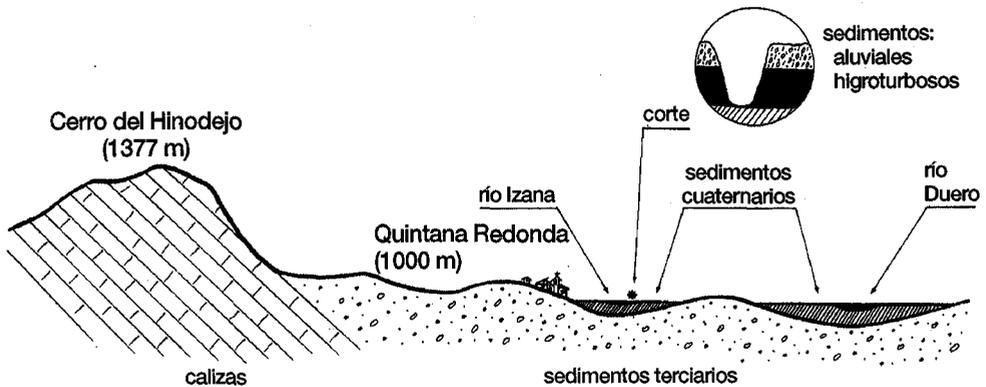


Fig. 2.—Esquema local de la situación del depósito.

el programa CONISS incluido en TILIA (GRIMM, 1987).

La identificación de la madera se ha efectuado mediante la observación microscópica de muestras en lámina delgada, según secciones transversal, radial y tangencial. Previamente se han efectuado tratamientos de disolución de resina con alcohol, hidratación, tinción con safranina y lavado con agua destilada.

RESULTADOS

El perfil analizado muestra la presencia

constante de *Pinus* con valores próximos al 90%. Entre los restantes táxones arbóreos, *Quercus t. caducifolia* es el que presenta porcentajes mayores. A pesar de la homogeneidad de esta secuencia, se detectan ligeras variaciones que han permitido establecer dos zonas polínicas. La zona QURE-I (360-270 cm) se caracteriza por una elevada representación de *Pinus*. Cuenta también con la presencia de *Ephedra* y valores de *Betula*, *Artemisia* y *Asteraceae t. liguliflora* algo mayores que en la zona siguiente. Lo más distintivo de la zona QURE-II (270-200 cm) es la mayor importancia de *Quercus*, sobre todo de tipo

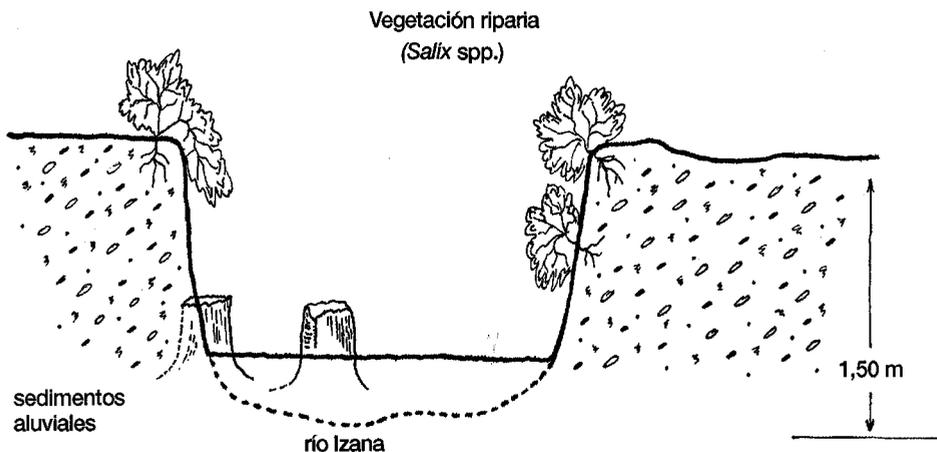


Fig. 3.—Posición de los troncos fósiles en el cauce del río Izana.

caducifolio, y gramíneas, así como la presencia de *Olea*.

Se han realizado tres dataciones de radio-carbono en el laboratorio Beta-Analytic (Miami, USA):

florística detectadas entre la parte basal y la superior parecen indicar para la primera unas condiciones climáticas de carácter más frío. En la zona superior se observa una tendencia hacia el incremento de especies más termófi-

Número laborat.	Material	Intervalo (cm)	Edad BP sin calibrar	Edad BP calibrada
Beta-54858	sedimento orgánico	195-200	6.750 ± 70	7.696-7.436
Beta-49290	sedimento orgánico	355-360	9.340 ± 90	—
Beta-54859	madera	—	9.630 ± 70	—

Se ha calibrado tan solo la más reciente de ellas (LINICK & *al.*, 1986), ya que no se pueden confirmar con fiabilidad edades mayores a 7.200 BP.

Respecto a los troncos de árboles, la estructura del leño bien conservada ha permitido su identificación como *Pinus sylvestris* L. Su datación se corresponde aproximadamente con la parte inferior del yacimiento.

Por otra parte, merece la pena consignar aquí la interesante observación realizada por PALACIOS (1890) referente a la presencia de estróbilos de pino cuando describe las características de la turba del yacimiento estudiado: "... es de color negruzco y está formada por la aglomeración de plantas herbáceas con trozos carbonizados de ramas leñosas, a las que suelen acompañar también algunas piñas muy parecidas, si no iguales, a las de *Pinus pinaster* Aiton, que crece actualmente en la localidad". De la misma manera, MALLADA (1892) señala la presencia de un tronco fósil identificado como *Pinus pinaster*, según recoge GIL & *al.* (1990).

DISCUSIÓN

La presencia en la zona de un pinar durante este período inicial del Holoceno es el hecho más destacado de este tramo higroturboso que ha quedado fosilizado.

Las ligeras variaciones en la composición

las que marcarían una leve mejoría climática hacia las condiciones detectadas en otros yacimientos en el período Atlántico.

No obstante, la típica sustitución del pinar por especies frondosas no se manifiesta, bien porque se produzca en un momento posterior al final del funcionamiento de la turbera o bien porque no tenga lugar debido a la ubicación continental del yacimiento de Quintana Redonda y a la importancia local que puedan adquirir algunos depósitos arenosos.

Ese paisaje vegetal, con pinar dominante que prevaleció en la primera mitad del Holoceno, guarda semejanza con el descrito por PALACIOS (1890) hace más de cien años en esta misma localidad (por otra parte poco diferente del actual). No obstante, es preciso hacer notar que con toda probabilidad se habrán producido cambios en las especies de *Pinus* dominantes a lo largo del Holoceno. *Pinus sylvestris*, más microtermo, ha podido tener más importancia en niveles altitudinales bajos en las fases iniciales del mismo. Más tarde, en períodos de régimen térmico más favorable, es probable que *P. pinaster* incrementara su presencia en las zonas bajas y *P. sylvestris* dominara en pisos montanos.

Comparación con otros yacimientos del Sistema Ibérico y la Cordillera Cantábrica

La comparación de los resultados polínicos obtenidos por nosotros con los existentes en

Quintana Redonda, Soria (1000 m)

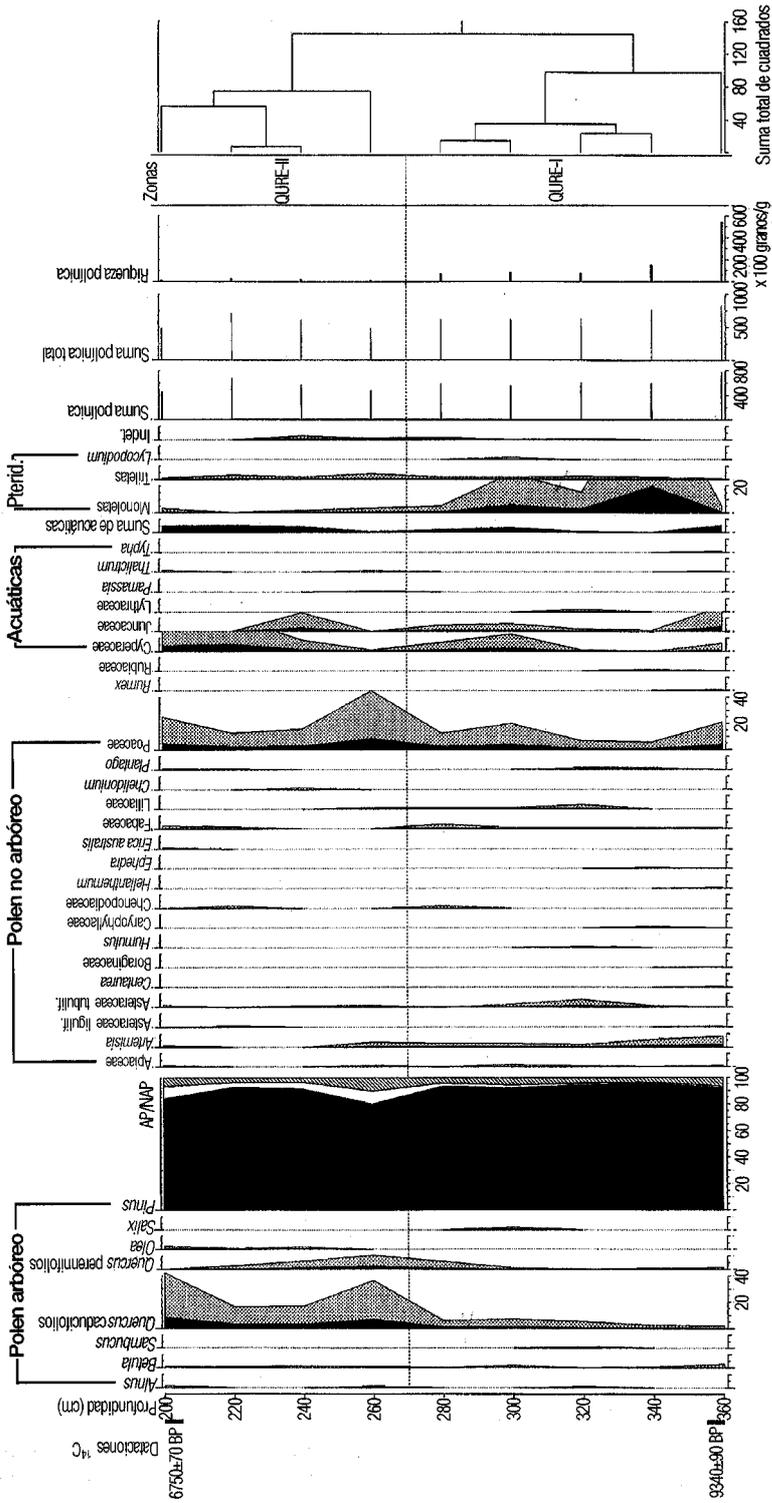


Fig. 4.—Diagrama polínico.

otros puntos geográfica o ambientalmente próximos de esta parte del Sistema Ibérico, permite mejorar el conocimiento de la evolución de su paisaje vegetal durante el Holoceno. Si consideramos esta evolución en relación con los datos conocidos del mismo período para otros puntos del norte peninsular, se puede mejorar de manera notable la interpretación de la paleodinámica vegetal holocena en el tercio centro-septentrional de la Península Ibérica.

Como yacimientos de interés en el Sistema Ibérico, deben considerarse: Calatañazor, Soria (MENÉNDEZ AMOR, 1975); Quintanar de la Sierra, Burgos (PEÑALBA, 1989), y Sierra de Urbión, Soria (GÓMEZ-LOBO, 1993).

De forma global el conjunto de yacimientos reseñados ponen de manifiesto, al igual que ocurre en el de Quintana Redonda, que las formaciones de *Pinus* han jugado un destacado papel —dominante en el paisaje vegetal según los criterios de valoración de HUNTLEY & BIRKS (1983)—. Ello ocurre durante prácticamente toda la secuencia o fracción del Holoceno abarcada por cada sondeo, pero muy en particular en los tramos correspondientes a la cronología del yacimiento de Quintana Redonda.

En el yacimiento de Calatañazor, situado muy próximo al nuestro (18 km hacia el noroeste y a altitud similar), como literalmente señala Menéndez Amor, “el polen de *Pinus* se muestra dominante en la totalidad del conjunto florístico”. Según indica dicha autora, los sedimentos analizados abarcan cronológicamente los primeros subperíodos del Holoceno (Preboreal y Boreal). Los porcentajes de polen de *Pinus* muestran una estrechísima semejanza con los de Quintana Redonda, tanto en valores absolutos (casi constantemente superiores al 80%) como en la regularidad de su variación temporal.

En Quintanar de la Sierra (también hacia el noroeste de Quintana Redonda, pero a mayor altitud, 1470 m) se ha obtenido una dilatada secuencia Tardiglacial/Holocena. En el período cronológicamente comparable con el yacimiento de Quintana Redonda (10.000 BP/6.500 BP) se pone de manifiesto la importancia que en el paisaje mantienen de forma con-

tinua los pinares (con cifras superiores al 50% del polen arbóreo como media).

En los estudios realizados por Gómez-Lobo en la Sierra de Urbión (Laguna del Hornillo, 1820 m) *Pinus* muestra, siempre en el tramo comparable, los valores porcentuales máximos del conjunto de táxones arbóreos, si bien la variación que presenta su curva polínica difiere respecto a la regularidad que se observa en Quintana Redonda.

En cuanto a la importancia del polen de frondosas en la comarca hay que señalar, como elemento común, la escasa importancia de los porcentajes correspondientes al género *Quercus*. En los yacimientos de Quintana Redonda, Calatañazor y Urbión (El Hornillo), es inferior al 20% en todas las secuencias. En Quintanar de la Sierra es algo más apreciable, pero siempre con valores muy por debajo de los correspondientes a *Pinus*. El género *Betula*, por el contrario, ofrece una representación desigual en este conjunto de diagramas. Su importancia es muy pequeña en Calatañazor y Quintana Redonda, mayor en Quintanar de la Sierra y muy superior en Urbión (El Hornillo), donde alcanza con frecuencia valores entre el 30 y 50%. Todo ello parece estar correlacionado con la secuencia altitudinal de los yacimientos.

De manera general se admite que la expansión de los bosques se produce en la Península Ibérica tras la mejoría climática posterior al último máximo glacial. Hay que volver a insistir, sin embargo, en que dicha recuperación forestal presenta caracteres muy diferenciados (por los táxones hegemónicos de dichos bosques), en función de la posición geográfica y características ambientales de cada región concreta. Territorios no muy alejados pueden ofrecer secuencias históricas muy diversas en cuanto a la evolución de la cubierta vegetal. Ya hemos visto la semejanza de los resultados obtenidos en Quintana Redonda con los de los yacimientos referidos en el párrafo anterior. Sin embargo, si comparamos todos ellos, en conjunto, con los resultados aportados por el análisis de yacimientos situados en otros ámbitos geográficos, se ponen de manifiesto apreciables diferencias en la evolución del paisaje vegetal.

En otros sectores más septentrionales (alto Ebro, Cordillera Cantábrica) se aprecia una temprana reducción del pinar durante el Holoceno o incluso una situación equilibrada con *Quercus* desde momentos anteriores al mismo. Así en los Puertos de Riofrío, Santander-Palencia (MENÉNDEZ AMOR, 1963), los porcentajes de polen de *Quercus* son elevados en todo el conjunto del diagrama (valores situados entre el 20 y 35%), representando aproximadamente casi la tercera parte del conjunto de pólenes arbóreos (los valores de *Pinus* se sitúan entre el 25 y 55%). Si tenemos en cuenta que los valores que indican la importancia regional de bosques de *Quercus* son muy inferiores a los de *Pinus* (HUNTLEY & BIRKS, 1983), hay que convenir que una cubierta mixta o un mosaico de ambos tipos de formaciones (*Quercus* y *Pinus*) han compartido la dominancia en los paisajes forestales en esta zona durante prácticamente todo el Holoceno.

En otro yacimiento, algo más próximo a la comarca soriana que nos ocupa, situado en la cabecera del Ebro cerca de Reinosa -valle de la Nava, Burgos- (MENÉNDEZ AMOR, 1968), se analizan tres sondeos. Aquí también los pólenes de *Quercus* tienen en general un protagonismo superior que en los yacimientos de Quintana Redonda, Calatañazor, Quintanar de la Sierra o Urbión (aunque en ningún caso alcanzan el peso relativo que presentan en Puertos de Riofrío). En el diagrama correspondiente al tercer sondeo (Nava III), que es el único datado, se evidencia que entre 10.000 y 8.000 BP los pinares pierden importancia en el conjunto de bosques comarcales al incrementarse los porcentajes correspondientes tanto a *Quercus* como a otros caducifolios (*Corylus*). Esta tendencia hacia la sustitución parcial de pinares por frondosas (con el género *Quercus* en lugar destacado) se pone también de manifiesto en otros yacimientos ibéricos; pueden señalarse como buenos ejemplos de ello los de Sanabria, Zamora (HANNON, 1985); Tramacastilla, Huesca (MONTSERRAT, 1992); Lago de Ajo, Asturias (WATTS, 1986), y Padul, Granada (PONS & REILLE, 1988).

De todo lo anterior se deduce que los pinares tuvieron un protagonismo menos destacado en los paisajes forestados de esas áreas

(Cantábrica, alto Ebro) que en la zona continental situada al sur del Sistema Ibérico. En esta última área la importancia de dicho paisaje de coníferas se mantiene (con variaciones) durante la práctica totalidad del Holoceno, alcanzando la actualidad. De hecho, muchas de sus manifestaciones muestran, hoy en día, un buen estado vegetativo y óptimas condiciones de regeneración. No hay que olvidar además la importancia local que en Quintana Redonda adquieren algunos depósitos arenosos, tan favorables para la estabilidad de los paisajes de coníferas (COSTA & *al.*, 1988; COSTA & *al.*, 1990; MORLA, 1993).

CONCLUSIONES

1. El análisis del yacimiento efectuado en Quintana Redonda pone de manifiesto la estabilidad postglaciar (9.000-6.000 BP) en esta parte de la cuenca del Duero. En este yacimiento (al igual que en el próximo de Calatañazor) no se pone de manifiesto la típica sustitución del pinar por especies de frondosas, evidente en otros yacimientos ibéricos. Ello puede obedecer a que se haya producido en un momento posterior al final del funcionamiento de la zona higróturbosa o bien porque no haya tenido lugar debido a la ubicación montana y continental del yacimiento estudiado, o a la riqueza local de substratos arenosos que contribuyen al mantenimiento del pinar.

2. En Quintana Redonda el bosque del inicio del Holoceno que se deduce del diagrama polínico estuvo constituido por *Pinus sylvestris*, tal y como muestra la madera analizada. Es también probable que en el pinar estuviera presente *P. pinaster* según podría deducirse de otros macrorrestos (estróbilos) encontrados en la turba. El pinar, como tipo de vegetación dominante, no parece muy diferente al paisaje que Palacios describe hace 100 años en esa misma localidad, así como al que puede observarse en la actualidad en torno al yacimiento.

3. La evolución postglaciar de la cubierta forestal en el tercio centro-norte peninsular presenta diferencias apreciables en función no solo de la altitud, como es evidente, sino

también de la posición más o menos continental o próxima al océano de cada región o territorio concreto.

En el sector central de la Cordillera Cantábrica se pone de manifiesto una situación de dominancia compartida y regular entre polen de *Quercus* y de *Pinus* a lo largo de todo el Holoceno. En regiones más meridionales, como las situadas al norte del Sistema Ibérico en la cuenca alta del Ebro (Reinosa), la importancia de *Quercus* es menor. En esta área parece apreciarse el tránsito, en la primera mitad del Holoceno, de la hegemonía neta de los pinares a una situación en que el género *Quercus* manifiesta una presencia destacada.

Por el contrario, en las partes elevadas y vertientes meridionales del Sistema Ibérico (norte y centro de Soria) la hegemonía de los pinares es absoluta en la primera mitad del Holoceno (en el alto Urbión compartida con *Betula*). En la segunda mitad se mantiene la dominancia de *Pinus* mientras *Quercus* incrementa levemente sus porcentajes (en mayor medida hacia las zonas de menor altitud).

AGRADECIMIENTOS

A Evelio Arnaz Modrego, vecino de Quintana Redonda, que ha puesto a nuestra disposición sus excelentes conocimientos acerca del yacimiento. A Francisco Masedo Masedo, por la identificación taxonómica de las muestras de madera subfósil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA TENORIO, M., M. GARCÍA ANTÓN, C. MORLA JUARISTI & H. SAINZ OLLERO (1990). Evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleofitogeográficos. *Ecología*, fuera de serie 1: 31-58.
- COSTA TENORIO, M., C. MORLA JUARISTI & H. SAINZ OLLERO (1988). Consideraciones acerca de la evolución del paisaje vegetal de la Península Ibérica en el Cuaternario reciente. *Actes Simposi Inter. Bot. P. Font i Quer* 2: 427-438.
- COUR, P. (1974). Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores* 16(1): 103-141.
- GIL, L., J. GORDO, R. ALIA, G. CATALÁN & J. A. PARDOS (1990). *Pinus pinaster* Aiton en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. *Ecología*, fuera de serie 1: 469-495.
- 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. Univ. Alcalá de Henares.
- GRIMM, E. C. (1987). A fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences* 13: 13-35.
- GRIMM, E. C. (1992). Tilia, version 1.12 programa. Illinois.
- HANNON, G. E. (1985). *Late Quaternary vegetation of Sanabria Marsh (Northwest Spain)*. Tesis doctoral. Trinity College. Dublin.
- HUNTLEY, B. & H. J. B. BIRKS (1983). *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13.000 years ago*. Cambridge University press.
- LINICK, T. W., A. LONG, P. E. DAMON & C. W. FERGUSON (1986). High Precision Radiocarbon dating of Bristlecone pine from 6554 to 5350 BC. *Radiocarbon* 28: 943-953.
- MENÉNDEZ AMOR, J. (1968). Estudio esporo-palínico 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. FLORSCHÜTZ (1963). Sur les éléments steppiques dans la végétation quaternaire de l'Espagne. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat., secc. Geol.* 61: 121-133.
- MONTSERRAT MARTÍ, 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.
- MORLA JUARISTI, C. (1993). Significación de los pinares en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. *Actas Congreso Forestal Español. Tomo I: El medio forestal*: 361-370. Lourizán (Pontevedra).
- PALACIOS, P. (1890). Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria. *Memorias de la comisión del mapa geológico de España*: 402-403.
- 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.
- 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.
- SITTLER, C. (1955). Méthodes et techniques physico-chimiques de préparation des sédiments en vue de leur analyse pollinique. *Rev. I.F.P.* 10(2).
- 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.