

Nuevos datos de carbones y maderas fósiles de *Pinus pinaster* Aiton en el Holoceno de la Península Ibérica

C. Alcalde Olivares, I. García-Amorena, F. Gómez Manzaneque, J. Maldonado Ruiz, C. Morla Juaristi*, J. M. Postigo Mijarra, J. M. Rubiales Jiménez y L. J. Sánchez Hernando

U. D. de Botánica. Departamento de Silvopascicultura. ETS de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid. España

Resumen

Se ha realizado un estudio de restos fósiles leñosos correspondientes a tres yacimientos del interior de la península Ibérica: Hontalbilla (Segovia), Yecla (Murcia) y Castillejos (Badajoz). Las cronologías establecidas mediante datación absoluta (radiocarbono) o relativa (arqueológica) sitúan todas las muestras en la última fase del Holoceno. En los tres yacimientos se ha identificado *Pinus pinaster*, realizándose además otras aportaciones taxonómicas. Se reúnen los datos conocidos de macrorrestos de *P. pinaster* registrados en la Península y se realizan consideraciones sobre la importancia de este taxon en el paisaje vegetal ibérico durante el final del Cuaternario.

Palabras clave: *Pinus pinaster*, península Ibérica, Castillejos, Hontalbilla, Yecla, Holoceno, paleofitogeografía, historia de la vegetación.

Abstract

New data on charcoal and fossil wood of *Pinus pinaster* Aiton in the Holocene from the Iberian Peninsula

The study of ligneous fossil remains (charcoal and wood) corresponding to three sites located in the interior of the Iberian Peninsula is presented. The chronologies established by means of radiocarbon or relative dating (archaeological) situate all the samples in the last phase of the Holocene. In the three deposits *Pinus pinaster* has been identified and there have being made other taxonomic contributions. A review of previous *Pinus pinaster* findings registered in the Peninsula is exposed and other considerations are made on the importance of this taxon in the Iberian vegetal landscape during the end of the Quaternary.

Key words: *Pinus pinaster*, Iberian Peninsula, Castillejos, Hontalbilla, Yecla, Holocene, palaeophytogeography, vegetation history.

Introducción

La reconstrucción del paisaje vegetal es abordada por la paleobotánica mediante la identificación de restos vegetales antiguos, bien microscópicos (polen, esporas) o macroscópicos (maderas, carbones). Estos últimos, aunque apreciables a simple vista, suelen requerir también el empleo del microscopio para su caracterización e identificación precisa.

Maderas y carbones pueden permitir, cuando las estructuras anatómicas se encuentran en buen estado de conservación, la identificación del taxon hasta el rango de especie. Esta particularidad constituye una dife-

rencia con otros tipos de estudios paleobotánicos como, por ejemplo, los polínicos, en los que pocas veces se supera el rango genérico o de familia. Por el contrario, el estudio de maderas y carbones presenta con frecuencia el inconveniente de que no se puede obtener una información secuencial como la producida por los sondeos paleopolínicos. Los yacimientos que aportan conjuntamente ambas fuentes de información, por su carácter complementario, ofrecen resultados de elevada calidad.

La posibilidad de precisar el rango específico resulta de gran interés en determinados grupos o géneros. Esto es particularmente significativo en *Pinus*, taxon cuya distribución pretérita y papel en las comunidades vegetales naturales de la Península ha sido objeto de un amplio debate geobotánico (Costa *et al.*, 1990; 1997; Franco *et al.*, 2000). Por otra parte, desde el punto de vista

* Autor para la correspondencia: cmorla@montes.upm.es
Recibido: 16-09-03; Aceptado: 30-01-04.

tafonómico los macrorrestos estudiados permiten, debido a su escasa o nula dispersión, reconstruir floras con un grado de autoctonía regional y en muchos casos local, que aporta mucha precisión en el conocimiento de la paleovegetación de un determinado lugar. Por ello, al reunir ambas cualidades (diagnóstico en el rango específico y bajo nivel de dispersión de la muestra fósil), las maderas y carbones constituyen un excelente material para ser utilizado en reconstrucciones paleopaisajísticas.

El interior de la Península, espacio en donde se enmarcan los yacimientos aquí estudiados, constituye uno de los territorios ibéricos con mayores lagunas de conocimiento geobotánico debido a la antigüedad de los procesos de deforestación operados en el mismo; por ello consideramos de indudable interés las aportaciones presentadas en este trabajo. Se da además la circunstancia de que los tres yacimientos estudiados se sitúan en cotas medias de ubicaciones topográficas de llanura o valle suave, no de montaña, que es donde se localiza la mayor parte de los yacimientos paleobotánicos estudiados hasta ahora. Sus cronologías son afines, pues los tres corresponden al tramo final del Holoceno. En todos ellos se han encontrado maderas pertenecientes a táxones del género *Pinus*.

Los yacimientos estudiados son los siguientes:

Hontalbilla (SG)

El yacimiento se localiza al norte de la localidad de Hontalbilla, a una altitud de 850 m (UTM: 30 T VL 0679). El sustrato está constituido por el manto de arenas típico de la comarca segoviana «Tierra de Pinares». Los carbones se hallaban contenidos en capas de espesor variable (2-30 cm) de un material de color oscuro correspondiente a niveles de arenas enriquecidos con materia orgánica.

Yecla (MU)

En el centro del término municipal de Yecla (NE de Murcia) se encuentra la formación calcárea del Cerro



Figura 1. Localización de los yacimientos estudiados.

del Castillo, donde se ha estudiado un yacimiento arqueológico (del que proceden las muestras de madera). El yacimiento se encuentra a una altitud de 754 m (UTM: 30 T XH 6176), en las estribaciones de las formaciones montañosas de Los Algezares, Castillarejos y El Príncipe, (borde septentrional de las Cordilleras Béticas). Este emplazamiento ha estado ocupado permanentemente por el hombre desde la Edad de Bronce.

Castillejos (BA)

El yacimiento de Castillejos (denominado Castillejos II, en la nomenclatura arqueológica), en el suroeste de la provincia de Badajoz (término municipal de Fuente de Cantos), se sitúa sobre materiales precámbricos y cámbricos (pizarras, cuarcitas y series detríticas). Se encuentra a 555 m de altitud (UTM: 29 S QC 3537), en una penillanura de relieve ligeramente ondulado con amplias lomas que se comunican entre sí. La zona queda cerrada al sur por la sierra de Tentudía, mientras que hacia el norte se prolonga hasta la depresión del Guadiana.

En la figura 1 y en la tabla 1 se ilustran las situaciones geográficas y características de cada uno de los yacimientos.

Tabla 1. Tipo de muestras fósiles y yacimientos de los que proceden. Edad de las muestras

| Yacimiento | Datación | Edad | Tipo de fósil | N.º de muestras |
|-------------|---------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------|
| Hontalbilla | Absoluta: C ¹⁴ | 1.410 ± 60 cal BP | Carbón | 13 |
| Yecla | Absoluta: C ¹⁴ | 725 ± 40 BP | Madera | 1 |
| Castillejos | Relativa: arqueológica | Siglo I BC (Edad Prerromana) | Carbón | 3 |

Material y Métodos

Hontalbilla

El conjunto original de muestras estaba constituido por 62 fragmentos de formas y dimensiones variables, desde tan sólo unos milímetros (la mayor parte de ellos) a fragmentos mayores, con un volumen medio aproximado de 1,5 cm³.

El aspecto exterior de los mismos es también variable pero todos ellos presentaban un color negro. Algunos mostraban estructuras de aspecto leñoso, mientras que otros aparentaban ser tan sólo agregados grumosos. Los fragmentos estaban recubiertos de arena fina.

Yecla

Los macrorrestos hallados corresponden a 5 tablas de 1,50 m de longitud, 0,30 m de ancho y 2 cm de grosor, de las cuales se ha estudiado una sola muestra. Estas maderas fueron encontradas en la ocultación de la casa número 5 de la madina S-SE (Ruiz Molina, 2000).

Castillejos

De este yacimiento se estudiaron 3 piezas de madera carbonizada procedentes de las vigas de una de las casas incineradas. El fragmento de mayor tamaño pertenece a una rama de 4 cm de diámetro en la inserción al eje y presenta un volumen aproximado de 100 cm³. La mayoría de las muestras posee anillos de crecimiento que se aprecian a simple vista, de hasta 0,6 cm de ancho. Uno de los fragmentos presenta nudos, además del comienzo de la inserción de una rama de orden inferior.

Para el estudio de las muestras se han utilizado dos métodos diferentes en función del estado del material. Para las maderas no carbonizadas la técnica empleada consistió en la preparación de las mismas en lámina delgada de 15-20 µm de espesor, y su estudio por luz transmitida. Para ello se prepararon fragmentos de forma cúbica de 1 cm de lado aproximadamente, que fueron hidratados para obtener de cada uno de ellos, mediante el uso del microtomo de deslizamiento, láminas delgadas correspondientes a las secciones (transversal, longitudinal radial y longitudinal tangencial) necesarias para abordar el análisis anatómico de las muestras. Las láminas así obtenidas fueron teñidas y montadas

para proceder a su determinación. En Roig *et al.* (1997) y Jones y Rowe (1999) se puede encontrar una detallada información acerca de la metodología utilizada con la madera procedente del yacimiento de Yecla.

En el caso de los carbones se ha realizado un análisis con microscopía de reflexión, tal y como proponen Chabal *et al.* (1999). Este método conservativo permite el estudio directo de las muestras previamente fracturadas con la mano para intentar observar el plano adecuado. Con este procedimiento, si bien se mejora notablemente la visión estereoscópica de los relieves, se pierde, por el contrario, bastante profundidad de campo, por lo que el plano enfocado es muy reducido. Esta metodología ha sido empleada con los carbones procedentes de los yacimientos de Hontalbilla (13 muestras) y Castillejos (3 muestras).

En cualquiera de los casos, tras el análisis de las muestras se procedió a la identificación de las mismas mediante el empleo de las siguientes claves: Greguss (1955); Jacquot (1955); Peraza (1964); García Esteban y Guindeo (1988); Schweingruber, (1990); Palacios (1997). Con su ayuda se realizó una caracterización cualitativa y cuantitativa de los caracteres diferenciales. Una vez determinadas, las muestras fueron comparadas con otras preparaciones de la xiloteca de la U.D. de Botánica de la E.T.S.I. Montes.

Cronologías

Las muestras de Hontalbilla y Yecla fueron datadas mediante el método de radiocarbono y calibradas dendrocronológicamente, mientras que las muestras de Castillejos se ubican en horizontes de edad conocida por los restos arqueológicos encontrados en el yacimiento (ver tabla 1).

Resultados

El conjunto de macrorrestos estudiados (que se encuentran depositados en la Unidad de Botánica de la E.T.S.I. de Montes de Madrid), está formado por un total de 17 muestras fósiles procedentes de los tres yacimientos.

En el análisis microscópico del conjunto de macrorrestos extraídos de los yacimientos se aprecia una tipología anatómica común en 14 de las muestras. Los caracteres diagnósticos más significativos de las mismas son los siguientes:

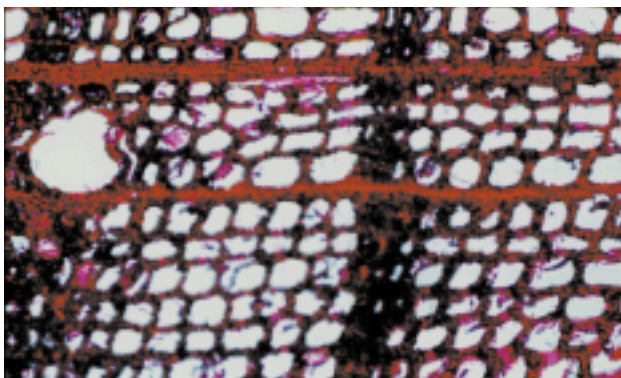


Figura 2. Plano transversal. Leño homoxilo con traqueidas de tendencia poligonal en *Pinus pinaster* (Yecla, Murcia).

Plano transversal

Se trata de maderas homoxilas con presencia de canales resiníferos. Traqueidas de sección principalmente poligonal, en muchos casos con tendencia a ser rectangular (Fig. 2). Parénquima longitudinal ausente. Anillos

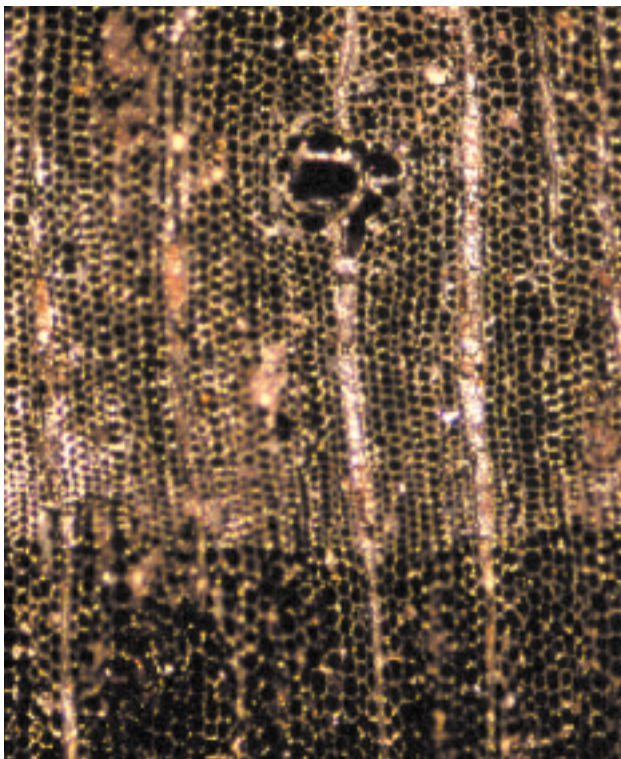


Figura 3. Plano transversal. Canal resinífero longitudinal situado en el leño de primavera en muestra de carbón H-12 (Hontalbilla, Segovia).

de crecimiento diferenciados, con transición brusca de madera temprana a tardía (Figs. 2 y 3). Presencia de canales resiníferos longitudinales fisiológicos con células epiteliales delgadas situados tanto en la madera de verano como en la de primavera. El diámetro medio de los mismos¹ oscila entre 110 y 120 μm (Yecla).

Plano radial

Presencia de punteaduras areoladas sobre las paredes radiales de las traqueidas longitudinales, habitualmente dispuestas en una fila, aunque ocasionalmente lo están en dos. El diámetro de las mismas es de 20 μm (Yecla). Parénquima radial de paredes axiales tanto lisas como noduladas. Punteaduras de los campos de cruce de tipo pinoide II de Beverluis de 2 a 4 por campo, aunque en ocasiones pueden ser de 5 ó 6 (Fig. 5). El diámetro medio de las mismas es de 9 μm (Yecla). En las traqueidas radiales se observan dientes con una longitud superior a 5 ó 6 μm (Yecla), en ocasiones alcanzando el centro del lumen de la célula (Fig. 4). Ausencia de acúmulos de almidón en las células del parénquima radial.

Plano tangencial

Los radios leñosos son principalmente uniseriados, formados por 5-12 células de altura (Yecla), pudiéndose apreciar canales resiníferos transversales. En algún caso, se observó la presencia de radios leñosos bi-

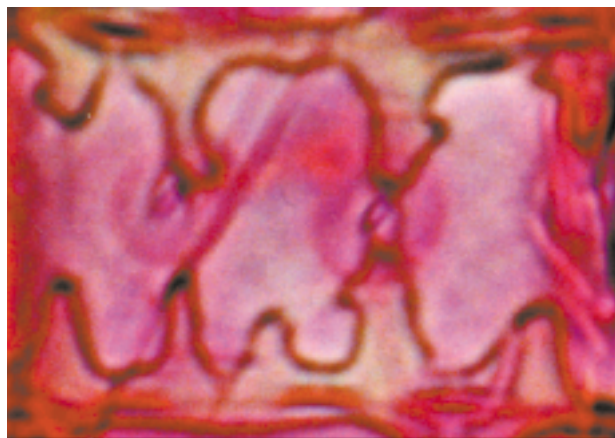


Figura 4. Plano radial. Dientes de las traqueidas conspicuos alcanzando el centro del lumen (Yecla, Murcia).

¹ En aquellos casos en los que el estado de conservación de la muestra así lo ha permitido se han realizado medidas de los caracteres anatómicos indicándose el yacimiento del que procede la muestra.

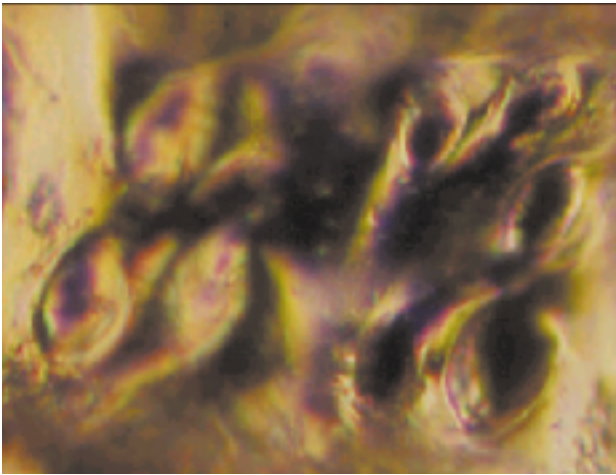


Figura 5. Plano radial. Punteaduras tipo Pinoide II en número de 4 y 5 por campo de cruce (Hontalbilla, Segovia).

seriados. Las traqueidas longitudinales carecen de engrosamientos helicoidales verdaderos aunque pueden apreciarse *falsos engrosamientos*.

Las otras tres muestras, procedentes del yacimiento de Hontalbilla, presentan leño también homoxilo con presencia de canales resiníferos con células epiteliales de paredes delgadas, anillos de crecimiento bien delimitados con traqueidas de sección poligonal y presencia de punteaduras de campos de cruce de tipo Pinoide I, principalmente en número de 2, aunque también aisladas (Fig. 6). Las traqueidas radiales presentan dientes agudos en su mayor parte. En el plano

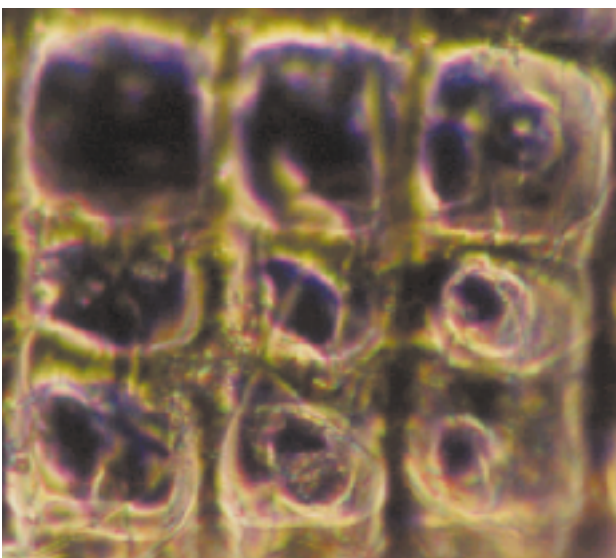


Figura 6. Plano radial. Punteaduras tipo Pinoide I en número de 1 ó 2 por campo de cruce típico de *Pinus* gr. *sylvestris/nigra* en muestra de carbón H-19 (Hontalbilla, Segovia).

tangencial presenta radios uniseriados con traqueidas sin engrosamientos helicoidales.

Diagnosis

El tipo de leño observado en las 14 primeras muestras, homoxilo y con canales resiníferos, permite realizar una adscripción al género *Pinus*. La presencia de punteaduras de tipo Pinoide II en las maderas permite a su vez centrar la discusión en las especies *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* Ait., *Pinus halepensis* Mill y *Pinus canariensis* Sweet (Greguss, 1955; García Esteban y Guindeo, 1988; Schweingruber, 1990). El pino canario y el pino carrasco poseen algunos elementos diagnósticos no apreciados en ninguna de nuestras muestras: traqueidas perfectamente lisas y presencia de gránulos de almidón en las células del parénquima radial. Por este motivo, ambas especies quedan descartadas inicialmente de la diagnosis.

El pino piñonero y el resinero comparten muchos de los caracteres presentes en las muestras analizadas. Para algunos autores (Greguss, 1955) el pino piñonero posee traqueidas perfectamente lisas mientras que para otros éste puede presentar tanto traqueidas lisas como ligeros dientes en las mismas (Jacquiot, 1955; Peraza, 1964; García Esteban y Guindeo, 1988; Schweingruber, 1990; Palacios, 1997). Al mismo tiempo, todos los autores coinciden en destacar la presencia de dientes bien marcados en *Pinus pinaster*, pudiendo llegar estos hasta el centro del lumen (Palacios, 1997).

Por otro lado, las punteaduras observadas en todas las maderas son de tipo Pinoide II, no dándose en ningún caso punteaduras marcadamente lenticulares o elípticas de tipo Piceoide, las cuales aparecen comúnmente en *Pinus pinea* (Jacquiot, 1955; Peraza, 1964; García Esteban y Guindeo, 1988; Palacios, 1997).

Los caracteres observados permiten por tanto adscribir las muestras al taxon *Pinus pinaster* Ait.

Las tres maderas restantes de Hontalbilla presentan también leño de tipo homoxilo con canales resiníferos, que las adscribe asimismo al género *Pinus*. Las punteaduras de tipo pinoide I de Beverluis son carácter diagnóstico propio del grupo formado por *Pinus sylvestris* L., *P. nigra* Arnold y *P. uncinata* Ramond ex DC. (Greguss, 1955; Schweingruber, 1988). Los requerimientos ecológicos y la distribución actual de *Pinus uncinata* permiten centrar la discusión en las especies *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris*, aunque la escasez de datos no permite una identificación más precisa.

Discusión

Como ha sido puesto de manifiesto en el apartado anterior todos los macrorrestos estudiados pertenecen al género *Pinus*. La única madera y la mayor parte de los carbones corresponden a *Pinus pinaster* y otro grupo menor de muestras de carbón pertenece al grupo *Pinus sylvestris/nigra*. En primer lugar nos referiremos al registro de *P. pinaster* efectuado en los tres yacimientos estudiados.

De la presencia fósil de *Pinus pinaster* en la península Ibérica existen ya algunas referencias. Aunque Klaus (1987) propone una evolución del taxon generada a finales del Mesozoico, la primera alusión conocida en territorio ibérico relacionada con éste es la procedente del yacimiento plioceno de Río Maior, Portugal (Teixeira, 1944). Este autor describe *P. praepinaster* a partir de un estróbilo que presenta algunos caracteres próximos a *P. canariensis* y acículas en grupos de tres, vinculándolo con polen tipo *pinaster*. Este taxon estaría según Teixeira próximo al *P. foliis*, del valle del Ródano descrito por Depape (1928). El pino resinero sería un descendiente de aquél y se habría refugiado en enclaves meridionales ibéricos recolonizando el territorio tras el recalentamiento postglaciar würmiense, extendiéndose por las llanuras costeras y llegando hasta las landas francesas (Gaussen, 1949). También terciarias son las referencias europeas de especies próximas a *P. pinaster*, procedentes del norte de la región de Bohemia, en Checoslovaquia, tales como *P. ornata* Stern, *P. oviformis* Engl. y *P. spinosa* Herbst (Studt, 1926; Mirov, 1967).

Las evidencias cuaternarias del taxon en el entorno occidental europeo no son escasas: existen citas en Francia de carbones en la cueva de Lascaux con una antigüedad de 17.000 años (Jacquot y Hermier, 1959); polen tipo *pinaster* en Medoc hace 8.000 (Paquereau, 1964) y madera en época prerromana (Alía *et al.*, 1996). En el norte de África existen también algunas referencias antracológicas en Túnez (10.000 años) y de polen tipo *pinaster* en el Rift hace 7.000 años (Baradat y Marpeau, 1988).

En el Cuaternario de la península Ibérica el pino resinero aparece de modo aislado en diversos yacimientos. En el Pleistoceno Medio se registra polen en Portugal (Porto Covo, Teixeira, 1943; San Pedro de Muel, Teixeira y Pais, 1976). En el Pleistoceno Superior, también polen en la región levantina (Dupré, 1988; Carrión *et al.*, 2000). Figueiral (1995) indica mediante estudios antracológicos la presencia de *P. pinaster* ha-

ce 33.000 años en Portugal, hecho coincidente con la idea de un asentamiento continuo en esta zona de la Península (Mateus, 1989; Mateus y Queiroz, 1993).

También existen referencias polínicas en el norte de España. Es el caso de los yacimientos de Area Longa (Lugo), La Franca (Asturias), Caamaño (Coruña), Oiá y San Xián (Pontevedra), todos ellos dentro de una amplia secuencia que abarca desde hace 115.000 a 25.000 años (Gómez Orellana, 2002), y todas ellas localidades próximas a la costa. Como indicación pleistocena norteña alejada de la costa puede señalarse la de Chaguazoso, Orense (Aira, 1988).

Para el final del Pleistoceno y Holoceno las referencias de polen tipo *pinaster* son abundantes, sobre todo en Portugal (Janssen y Woldringh, 1981; Figueiral, 1993; Figueiral y Terral, 2002). En el noroeste de España también existen referencias, especialmente en las cronologías más recientes (Aira *et al.*, 1989; Díaz Losada, 1990; Ramil Rego, 1992). En el este peninsular es destacable el testimonio polínico de Navarrés (Carrión *et al.*, 2000). Finalmente, como macrorrestos (madera) son destacables los hallazgos de Quintana Redonda, Soria (Mallada, 1892), Hoya Quemada, Teruel (Ritcher y Eckstein, 1986; Gil, 1991), Valduerna, León (Alía *et al.*, 1996) y los antracológicos de Los Millares y Santa Bárbara, Almería (Rodríguez-Ariza y Esquivel, 1989; Rodríguez-Ariza, 2000).

La información paleobotánica recogida en los párrafos anteriores pone de manifiesto que en el final del Cuaternario (Pleistoceno superior y Holoceno) la mayor parte de los registros fósiles del pino rodeno se concentran en el oeste y norte peninsulares (mitad norte de Portugal y Galicia). Las muestras identificadas en este trabajo se sitúan en el centro y sur del territorio interior ibérico por lo que representan presencias nuevas en áreas en las que anteriormente no se habían registrado fósiles del taxon. También es un hecho destacable que todas ellas corresponden a cotas medias (500/700 m) en espacios de llanura o valle, alejados de relieves importantes, y no en situaciones de montaña o piedemonte de grandes macizos como ocurre con los hallazgos realizados hasta ahora sobre macrorrestos en el interior ibérico: Montes de León y Sistema Ibérico (Mallada, 1892; Ritcher y Eckstein, 1986; Gil, 1991; Alía *et al.*, 1996).

En cada uno de los yacimientos concurren circunstancias diferentes desde el punto de vista ambiental e histórico, por lo que está justificado dedicarles atención independiente. Después de ello realizaremos un comentario sobre la significación paleofitogeográfica del taxon del grupo *sylvestris/nigra* identificado.

Hontalbilla (Segovia)

El hallazgo de las muestras carbonizadas de *Pinus pinaster* presenta en este caso una relevancia especial. El yacimiento se encuentra en el interior de una comarca segoviana que sustenta las mayores extensiones de bosque de pinos de toda la cuenca del Duero (Tierra de Pinares). La interpretación de estos pinares desde el punto de vista geobotánico ha sido controvertida; secularmente han sido considerados por algunos como no integrantes de las etapas terminales de la cubierta vegetal o vegetación potencial (Rivas Martínez, 1987) y, como en otros muchos casos, resultado de plantaciones artificiales, mientras que otros han defendido un origen natural para los mismos (Calonge Cano, 1987; Gil, 1991; Gil *et al.*, 1990; Costa *et al.*, 1997). La identificación de *P. pinaster* en una cronología antigua (más de 1.500 BP), confirma los planteamientos efectuados por Gil (1991) y Calonge Cano (1987, 1998) basados en numerosas referencias documentales que se remontan para esta zona hasta los siglos XI y XII. En concreto, existe una alusión anterior al año 1170 en la que se menciona expresamente la localidad de Hontalbilla (Gil, 1991). Concluimos que la integración de ambos tipos de información (histórica y paleobotánica) zanja el debate y aclara definitivamente el carácter y origen natural de los bosques de esta especie en la comarca segoviana.

Sí es cierto, por otro lado, que este territorio de superficies planas o alomadas, muy bien estudiado desde el punto de vista geográfico, geológico e histórico (Calonge Cano, 1987; 1998) lleva siendo ocupado y utilizado por el hombre desde tiempos muy antiguos. Por ello su paisaje vegetal original o natural es seguro que ha experimentado importantes transformaciones. El alcance de las mismas, en cuanto al territorio original ocupado por el pinar y sus posibles expansiones o regresiones en el largo periodo histórico, ha sido ya convenientemente tratado por Calonge Cano (1987, 1998).

Finalmente la acumulación de información que apoya el origen natural de *P. pinaster* en la región es concordante con la adecuación de esta especie a las condiciones ambientales de ese biotopo. Por un lado, un clima de tipo mediterráneo con contrastes térmicos acentuados por una ubicación mesetaria interior y, por otra parte, el manto arenoso que cubre varias decenas de kilómetros cuadrados en estas tierras segovianas del sur de la cuenca del Duero; ambos factores configuran un marco muy favorable para las aptencias am-

bientales del pino rodeno. En nuestra opinión, las citadas circunstancias conducen a proponer el pinar de *P. pinaster* como formación forestal más apropiada para representar el estado óptimo final de la cubierta vegetal en la zona, en contraposición a la propuesta explicitada en Rivas Martínez (1987). La pujante capacidad de regeneración del pino y la elevada proporción de táxones psammófilos en el cortejo florístico refuerzan el carácter protagonista del pinar en el dosel forestal. Las frondosas, en este caso *Quercus ilex* L. ssp. *ballota*, (Desf.) Samp., *Quercus faginea* Lam. ssp. *faginea* o *Quercus pyrenaica* Willd., también tendrían representación en la vegetación natural de la zona (según sustratos, altitud y orientaciones), pero su papel en las grandes superficies de arenas profundas (que con frecuencia alcanzan potencias de 5 metros llegando en algunas ocasiones a superar los 30, Bateman *et al.*, 1999) sería poco relevante, por su escasa capacidad para soportar las condiciones de aridez edáfica asociada a las mismas. Tan sólo las zonas donde el sustrato rocoso (margas, gneises, pizarras) se aproxima a la superficie o aflora, les permitirían dominar o compartir protagonismo con el pinar.

Hay que destacar, no obstante, que en el interior de la depresión del Duero la importancia del pinar como elemento generalizado del paisaje vegetal no debe considerarse exclusivamente ceñida a los mantos arenosos profundos. Hay ya constancia paleobotánica de su protagonismo en el pasado holoceno en otros puntos de la cuenca de sustrato no arenoso (García Antón *et al.*, 1995; Franco Múgica *et al.*, 1996; 2000). Y ya en relación con *Pinus pinaster*, hay que recordar que en el ámbito de la Meseta septentrional ibérica nuestra identificación se añade a otras anteriores (Palacios, 1890; Mallada, 1892), poniendo cada vez más de manifiesto la posible importancia del pino rodeno en los pinares holocenos de la cuenca del Duero.

Yecla (Murcia)

El yacimiento donde ha sido encontrada la madera identificada se sitúa en relieves de pequeña extensión a una altitud moderada (700 m); se trata de un espacio que interrumpe el sector nororiental de la importante cordillera Bética, entre el macizo Segura-Alcaraz y las sierras alicantinas. El paisaje vegetal actual en esa comarca se encuentra fuertemente antropizado. En él predominan las superficies destinadas a uso agrícola (Ruiz de la Torre, 1996) y los montes sustentan en su mayo-

ría matorrales esclerófilos, siendo escasas las cubiertas de carácter arbóreo. En estas últimas el tipo de vegetación hegemónica es, sin lugar a dudas, el pinar de *Pinus halepensis* (generalmente poco denso). En este marco encontramos que uno de los tipos de madera empleados por el hombre en el primer tercio del milenio pasado corresponde a *Pinus pinaster*, especie sin presencia actual en el entorno del yacimiento². La conclusión lógica es que en el pasado histórico y para la cronología establecida, la especie que nos ocupa parece haber contado con representación en la cubierta vegetal natural de la comarca, aunque fuera en superficies de extensión moderada; esos enclaves deben darse hoy día por extinguidos.

Las condiciones naturales de la comarca sí permiten el alojamiento o acomodo de una especie como el pino resinero. Aunque la mayor parte del territorio circundante corresponde al tipo de vegetación zonal «hiperxerófilo» (Ruiz de la Torre, 1996), poco adecuado por su xericidad para *P. pinaster*, hay también suficiente superficie asignable al tipo «esclerófilo» (Ruiz de la Torre, op.cit.) y aún pequeñas áreas de carácter más húmedo, tipo «subesclerófilo». En estos dos últimos tipos las disponibilidades hídricas son suficientes para la habitabilidad del pino resinero. En alguna de ellas (p.e. sierra del Carche) existe actualmente representación natural de *Pinus nigra* ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco, más higrófilo que la especie que nos ocupa. Desde el punto de vista geológico, se puede hacer un razonamiento semejante: la mayor parte de los sustratos circundantes son poco propicios para *P. pinaster*. Predominan las margas miocenas y calizas cretácicas o jurásicas. Sin embargo también hay superficies de tipo raña así como algunos enclaves de areniscas, tipos litológicos ambos más afines a los requerimientos edáficos del pino rodeno (Nicolás y Gaudullo, 1967).

No debe extrañar por tanto una antigua presencia natural de este pino en la comarca. Además, se debe tener en cuenta que, a una escala de representación más amplia, el yacimiento de Yecla se ubica en una parte del territorio ibérico situada entre los dos grandes grupos diferenciados dentro de la especie en función de sus características isoenzimáticas (Alía *et al.*, 1996): montañas béticas y penibéticas, y Sistema Ibérico meridional. Ambos ámbitos orográficos contactan cerca del territorio donde se sitúa el yacimiento: la zona de

conexión se sitúa en la muela de Cortés de Pallás, donde se considera que el río Júcar separa ambas cordilleras.

Por otra parte el norte de la provincia de Murcia donde se sitúa Yecla, se encuentra más o menos equidistante de tres importantes núcleos de pinar resinero señalados como regiones de procedencia independientes (Alía *et al.*, op. cit.): Levante, Sierras de Segura-Alcaraz y Moratalla. Además debe indicarse la proximidad de una de las áreas restringidas propuesta por dichos autores como zona de conservación para la especie: La Safor (Valencia).

Desde el punto de vista paleobotánico, la madera de Yecla representa una aportación de interés, pues hasta el momento no había constancia de hallazgos de macrorrestos de esta especie en la zona. Las indicaciones fósiles más próximas se localizan en la provincia de Valencia (Navarrés), donde se ha señalado la presencia de polen tipo «*pinaster*» a lo largo de una extensa secuencia en el final del Cuaternario (Carrión *et al.*, 2000); su presencia en el diagrama, aunque discontinua y sin grandes concentraciones, se remonta a más de 30.000 años, alcanzando en el Holoceno los 3.160 BP. También en la provincia de Almería (Los Millares y Santa Bárbara) se han hallado carbones de *Pinus pinaster* en la última fase del Holoceno (Rodríguez-Ariza y Esquivel, 1989; Rodríguez-Ariza, 2000).

Castillejos (Badajoz)

El hallazgo de carbones fósiles prerromanos de *Pinus pinaster* en este yacimiento constituye un resultado de notable interés por la ausencia de precedentes, tanto por su localización en una región peninsular actualmente sin pinares naturales de la especie, como por la ausencia de restos fósiles de la misma en muchas decenas de kilómetros a la redonda. Asimismo, la cronología, establecida por datación arqueológica, es la más antigua de los macrorrestos estudiados en este trabajo.

Atendiendo a la detallada corología del taxon para territorio español recogida en Alía *et al.* (1996), el yacimiento de Castillejos (próximo a Fuente de Cantos) dista más de 150 km de la zona más próxima con representación significativa de la especie (Bajo Tiétar), singularizada por dichos autores como región de

² No se considera espontánea en toda la superficie correspondiente a la hoja de Elche (E-1:200.000) del Mapa Forestal de España; tan sólo se indica en el mismo como especie utilizada en parcelas de reforestación (Bermejo & Martínez, 1996).

procedencia. Los otros dos territorios con presencia natural reconocida en dicho trabajo más cercanos a Castillejos son los rodales de Fuencaliente (Ciudad Real) y Serranía de Ronda (Málaga), ambos situados a una distancia de rango semejante a la mencionada anteriormente³. En territorio portugués se vuelve a repetir este patrón: las indicaciones con carácter natural más próximas se sitúan en el arco Lisboa-Setúbal, también alejadas de Castillejos similar distancia.

La información paleobotánica existente tampoco aporta en este caso testimonios en territorios próximos. Los datos de mayor interés son relativos a Portugal (Figueiral, 1995), basados en el estudio de una numerosa representación de carbones en yacimientos arqueológicos. Las identificaciones de *P. pinaster* siempre se refieren al centro y norte de la nación vecina, y las cronologías corresponden al Pleistoceno superior y Holoceno.

Los registros polínicos sí aportan información pero tampoco en la proximidad de nuestro yacimiento, y además relativa tan sólo al género, no a la especie que ahora nos ocupa. Hay varios sondeos que recogen presencia de *Pinus*; podemos indicar p. e. los de Campo de Calatrava, Ciudad Real (García Antón *et al.*, 1986); terrazas del Guadiana, Ciudad Real (Dorado Valiño, 1996) o arenales costeros de la provincia de Huelva (Stevenson, 1984; 1985; Stevenson y Moore, 1988). En casi todos los casos las proporciones de *Pinus* en los diagramas no son excesivamente elevadas, sobre todo si las comparamos con las de otras regiones peninsulares (en particular las ya referidas en párrafos anteriores de la submeseta norte).

Sin embargo, entre las especies del género candidatas a protagonizar los pinares detectados en los referidos análisis polínicos, hay una que tiene mejor posición que la que constituye el eje central de este trabajo. Se trata evidentemente de *Pinus pinea*, bien representada en todo el cuadrante suroccidental de la Península (donde se emplaza uno de los cuatro principales núcleos naturales ibéricos, Costa *et al.*, 1997) y de mejor acomodo a las características climáticas del mismo.

Por todo lo anterior cabe concluir que, si bien nuestra referencia permite avanzar una presencia natural de *Pinus pinaster* anterior a la ocupación romana en el interior del suroeste ibérico, hay que admitir que no hay base científica por el momento para apoyar una representación de envergadura de pinares de esta especie.

Pinus gr. sylvestris/nigra

El hallazgo en el yacimiento de Hontalbilla varias muestras de carbón correspondientes al grupo *sylvestris/nigra* debe ser destacado especialmente. En la actualidad las dos especies citadas (pinos de carácter higrófilo y microtermo en relación con las características mediterráneas de la comarca) tienen presencia espontánea en pequeños enclaves refugio de la Tierra de Pinares segoviana (Barrera Martínez *et al.*, 1991; Calonge Cano, 1998). Los enclaves actuales de *P. nigra* y sobre todo *P. sylvestris* deben interpretarse como relictos derivados de situaciones pretéritas, probablemente tardiglaciares o incluso anteriores, en las que bajo condiciones más frías estos táxones hubieran tenido un papel relevante en la vegetación del territorio.

Hontalbilla se halla fuera de las ubicaciones actuales de estas dos especies de pinos en la comarca; ello nos habla de una mayor importancia de estos enclaves relictos hace unos 1.500 años. La intensa actividad antrópica ha podido ser mucho más nociva para ellos que para *P. pinaster*, pues han debido soportar un difícil equilibrio a causa de las condiciones mediterráneas del tercio final del Holoceno, razón que quizá debilitó sensiblemente su representación. Por ello nos parece trascendente desde el punto de vista de la conservación de la diversidad vegetal lograr, a través de las medidas de protección oportunas, el mantenimiento de los singulares enclaves de estos pinos microtermos e higrófilos en el territorio.

Conclusiones

Las identificaciones de restos leñosos fósiles de *P. pinaster* en distintos puntos de la península Ibérica constituyen una aportación al conocimiento de la composición de sus paisajes vegetales pretéritos. Se trata del mayor contingente de fósiles de esta especie registrado hasta el momento en el interior peninsular (fuera de territorio portugués).

Su cronología (último tercio del Holoceno) pone de manifiesto que el taxon tuvo presencia en los bosques que ocuparon esos territorios antes de la intensificación de los procesos de deforestación que han caracterizado el último milenio. De hecho, excepto en el ya-

³ En los dos casos la representación de la especie es de menor entidad pero por su elevada significación geobotánica e interés genético fueron propuestas como zonas de conservación (Alía *et al.* op.cit.).

cimiento segoviano de Hontalbilla (en cuyo entorno predominan hoy día paisajes forestales) los macrorestos se han recogido en espacios caracterizados por la definición agrícola del espacio aledaño.

En el caso de la localidad segoviana, nuestro hallazgo aporta información valiosa y positiva en uno de los debates geobotánicos más polémicos sobre el pasado del paisaje vegetal mesetario: el carácter autóctono de *Pinus pinaster* en el manto de arenas del sector meridional de la cuenca del Duero.

El registro de Yecla se encuentra en una zona que hoy día no sustenta pinares de esta especie; la recreación de un paisaje forestal preantrópico en su entorno con participación del pino resinero es una hipótesis apoyada por nuestra diagnosis. Además ello no debe extrañar, pues el yacimiento se sitúa en una parte del territorio ibérico con importantes pinares de pino resinero en macizos próximos.

El registro pacense de Castillejos, sin embargo, sí representa un hecho novedoso. La ausencia en territorios próximos tanto de pinares actuales como de fósiles de *P. pinaster*, constituye una novedad paleofitogeográfica a nuestro juicio relevante. Es la primera evidencia de una más que posible participación de este pino en los paisajes forestales anteriores a la ocupación romana del territorio, sin que por el momento podamos valorar la importancia o grado de protagonismo de la especie en los mismos.

Finalmente, los carbones de *Pinus* gr. *sylvestris/nigra* de Hontalbilla ponen de manifiesto una mayor importancia de los relictos de este taxon en el área. Las poblaciones postwurmienses mermarían con la llegada del Holoceno, persistiendo no obstante representación de los mismos en biotopos favorables (depresiones más húmedas, vertientes umbrías de los valles, etc). No obstante, la acción antrópica de los dos últimos milenios parece haber mermado dichas manifestaciones relictas.

Agradecimientos

A Guillermo Calonge Cano, que nos mostró los afloramientos de Hontalbilla. A Ildefonso Ramirez por facilitarnos los restos leñosos y los datos relativos a sus edades del yacimiento de Castillejos. A M^a Oliva Rodríguez-Ariza por la información aportada.

Este trabajo ha sido subvencionado por el proyecto de investigación BOS2000-0149 del Programa Nacional de Promoción del Conocimiento.

Bibliografía

- AIRA RODRÍGUEZ M.J., 1988. La evolución climática durante el Cuaternario en la región gallega a través de datos palinológicos. Curso de verano, Sigüenza.
- AIRA M.J., SAA M.P., TABOADA T., 1989. Estudios paleobotánicos y edafológicos en yacimientos ecológicos de Galicia. Xunta de Galicia. Const Cult Deport D X Patrim Histor Doc, Ser Arqueol Invest 4.
- ALÍA R., MARTÍN ALBERTOS S., DE MIGUEL J., GALERA R., AGÚNDEZ D., GORDO J., SALVADOR L., CATALÁN G., GIL L., 1996. Las regiones de procedencia de *Pinus pinaster* Aiton. Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- BARADAT P., MARPEAU A., 1988. Le pin maritime, (*Pinus pinaster* Ait.). Biologie et génétique des terpènes pour la connaissance et l'amélioration de l'espèce. PhD thesis, Université Bordeaux I.
- BARRERA MARTÍNEZ I., GÉNOVA FUSTER M., GÓMEZ MANZANEQUE F., MORENO SAIZ J.C., REGATO PAJARES P., 1991. Notes floristiques i corològiques, 581-601. Collectanea Botanica (Barcelona), 20, 247-249.
- BATEMAN M.D., DÍEZ HERRERO A., 1999. Thermoluminescence dates and palaeoenvironmental information of the late Quaternary sand deposits, Tierra de Pinares, Central Spain 34, 277-291.
- BERMEJO BERMEJO E., MARTÍNEZ GARCÍA F., 1996. Vegetación, in: Ruiz de la Torre: Mapa Forestal de España, Hoja 7-9 Elche, Ed. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. pp. 88-142.
- CALONGE CANO G., 1987. El Complejo ecológico y la organización de la explotación forestal en la Tierra de Pinares segoviana. Exma. Diputación Provincial de Segovia, 347 pp.
- CALONGE CANO G., 1998. La tierra de pinares segoviana. Medio Ambiente en Castilla y León, año 5º, 15-35.
- 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.
- CHABAL L., FABRE L., TERRAL J.F., THERY-PARISOT I., 1999. L'anthracologie. En: Bourquin-Mignot C., Brochier J.E., Chabal, L.. La Botanique. Paris: Ed Errance, 43-95.
- COSTA TENORIO M., GARCÍA ANTÓN M., MORLA JUARISTI C., SAINZ OLLERO H., 1990. La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos, 1, 31-58.
- COSTA TENORIO M., MORLA JUARISTI C., SAINZ OLLERO H. (Eds), 1997. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Ed. Planeta. Barcelona. 572 pp.
- DEPAPE G., 1928. Le monde des plantes à l'apparition de l'homme en Europe occidentale. Flores récentes de France, des Pays Bas et de l'Angleterre. Ann Soc Scient Bruxelles, B, 48, 39-102.
- DÍAZ LOSADA E., GONZÁLEZ PORTO A., SAA OTERO M.P., 1990. Aportación al conocimiento paleoecológico

- del Holoceno en el NW de la Península Ibérica. *Anal Asoc Pal Leng Esp* 5, 5-10.
- DORADO VALIÑO M., VALDEOLMILLOS A., RUIZ ZAPATA B., BUSTAMANTE GUTIÉRREZ I., 1996. Evolución del clima entre los 7000 y los 10000 años BP en la cuenca alta del Río Guadiana (Ciudad Real). En: Ruiz Zapata B. (Eds). XI Simposio de Palinología. Universidad de Alcalá. Servicio de Publicaciones, pp. 37-41
- DUPRÉ OLLIVIER M., 1988. Palinología y paleoambiente. Nuevos datos españoles. Referencias. Serie de trabajos varios del Servicio de Investigación Prehistórica, 84 pp.
- FERNÁNDEZ J.M., SAUCEDA M.I., RODRIGUEZ A., 1988. Los poblados calcolítico y prerromano de los Castillejos (Fuente de Cantos, Badajoz). *Extremadura arqueológica Badajoz*, 1, 69-88.
- FIGUEIRAL I., 1993. Charcoal analysis and the vegetational evolution of North-West Portugal. *Oxford Journal of archaeology* 12(2), 209-222.
- FIGUEIRAL I., 1995. Charcoal analysis and the history of *Pinus pinaster* (cluster pine) in Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology* 89, 441-454.
- FIGUEIRAL I., TERRAL J.F., 2002. Late Quaternary refugia of Mediterranean taxa in the Portuguese Estremadura: charcoal based palaeovegetation and climatic reconstruction. *Quaternary Science Reviews* 21, 549-558.
- FRANCO MÚGICA F., GARCÍA ANTÓN M., MALDONADO RUIZ J., MORLA JUARISTI C., SAINZ OLLERO H., 1996. Aproximación a la dinámica de la vegetación holocena en la Meseta Norte: Espinosa de Cerrato, Palencia. Ruiz Zapata B. Universidad de Alcalá de Henares. Servicio de Publicaciones, pp. 53-56.
- FRANCO MÚGICA F., GARCÍA ANTÓN M., MALDONADO RUIZ J., MORLA JUARISTI C., SAINZ OLLERO H., 2001. The Holocene history of *Pinus* forests in the Spanish Northern Meseta, *The Holocene*, 11(3), 343-358.
- FRANCO MÚGICA F., GÓMEZ MANZANEQUE F., MALDONADO J., MORLA C., POSTIGO MIJARRA J.M., 2000. El papel de los pinares en la vegetación holocena de la península Ibérica. *Ecología* 14, 61-77.
- 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 Jardín Botánico de Madrid* 52(2), 187-195.
- GARCÍA ESTEBAN L., GUINDEO CASASÚS A., 1988. Anatomía e identificación de las maderas de coníferas españolas. AITIM. Madrid. 142 pp.
- GAUSSEN H., 1949. L' influence du passé dans la repartition des gymnospermes de la Péninsule Ibérique. XVI Congrès Int. Géogr. Lisbonne.
- GIL L., 1991. Consideraciones históricas sobre *Pinus pinaster* Aiton en el paisaje vegetal de la península Ibérica. *Est Geogr*, Tomo LII, 202, 5-27.
- GIL L., GORDO J., ALÍA R., CATALÁN G., PARDOS J.A., 1990. *Pinus pinaster* Ait. en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. *Ecología Fuera de Serie* 1, 469-495.
- GÓMEZ ORELLANA L., 2002. El último ciclo glaciario-interglaciario en el litoral NW ibérico: dinámica climática y paisajística. Tesis Doctoral. Escola Politècnica Superior universidade de Santiago de Compostela. Lugo.
- GREGUSS P., 1955. Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy. *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 263 pp.
- JACQUIOT C., 1955. Atlas d'anatomie des bois des conifères. Centre Technique du Bois, Paris. 175 pp.
- JACQUIOT C., HERMIER M., 1959. Détermination de charbons de bois recuillis dans la grotte de Lascaux. *CR Acad Sci Paris*, 249, 2375-2377.
- JANSSEN C.R., WOLDRINGH R.E., 1981. A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the serra da Estrela, Portugal. *Finisterra*. 16(32), 299-309.
- JONES T.P., ROWE N.P. (Eds.), 1999. Fossil plants and spores: modern techniques. The Geological Society, London. 396 pp.
- KLAUS W., 1987. Mediterranean pines and their history. *Pl Syst Evol* 162, 133-163.
- LUCERNA (Asociación Cultural de Fuente de Cantos), 2002. Actas II Jornada de Historia de Fuente de Cantos. Dipt. Badajoz, 131 pp.
- MALLADA L., 1892. Catálogo de las especies fósiles encontradas en España. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, tomo XVIII, 1-253.
- MATEUS J.E., 1989. Lagoa Travessa: A holocene pollen diagram from the South-West coast of Portugal. *Revista de Biología* 14, 17-94.
- MATEUS J.E., QUEIROZ P.F., 1993. Os estudos de vegetação quaternária em Portugal: contextos, balanço de resultados, perspectivas. *Colibri* 105-131.
- MIROV N.T., 1967. The genus *Pinus*. The Ronald Press Company. New York.
- NICOLAS A., GANDULLO J.M., 1967. Ecología de los pinares españoles. *Pinus pinaster* Ait. Ed. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, 310 pp.
- PALACIOS P. de, 1997. Anatomía de maderas de coníferas a nivel de especie. Región Norteamericana y Europea. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- PALACIOS P., 1890. Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria. *Memorias de la comisión de del mapa geológico de España*, 402-403.
- PAQUEREAU M.M., 1964. Flores et climats post-glaciaires en Gironde. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux* 101, 1-156.
- PERAZA C., 1964. Estudio de las maderas de coníferas españolas y de la zona norte de Marruecos. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid. 112 pp.
- RAMIL REGO P., 1992. La vegetación cuaternaria de las Sierras septentrionales de Lugo a través del análisis polínico. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- RICHTER K., D. ECKSTEIN, 1986. Dendrocronología aplicada en la provincia de Teruel. Primer avance 1985-86. *Kalathos* 5-6, 199-210.
- RIVAS MARTÍNEZ S., 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España. ICONA. Madrid. 268 pp.

- RODRÍGUEZ-ARIZA M.O, ESQUIVEL J.A., 1989-90. Una aplicación del análisis de correspondencias en la valoración de antracoanálisis de Los Millares. Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada 14-15, 81-108.
- RODRÍGUEZ-ARIZA M.O., 2000. El paisaje vegetal en la Depresión de Vera durante la Prehistoria Reciente. Una aproximación desde la Antracología. Trabajos de Prehistoria 57(1), 145-156.
- 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). 55(1), 111-123.
- RUIZ DE LA TORRE J., 1996. Mapa Forestal de España, Hoja 7-9 Elche, Ed. Dirección General de Conservación de la Naturaleza pp. 13-73.
- RUIZ MOLINA L., 2000. Excavaciones arqueológicas en el Cerro del Castillo de Yecla (1990-1999). YAKKA, Revista de Estudios Yeclanos. Año XII, 10.
- SCHWEINGRÜBER H.S., 1990. Anatomie europäischer Hölzer. Haupt, Stuttgart.
- STEVENSON A.C., 1984. Studies in the vegetational history of S.W. Spain. III Palynological investigations at El Asperillo, Huelva, 11, 527-551.
- STEVENSON A.C., 1985. Studies in the vegetational history of S.W. Spain. II Palynological investigations at Laguna de Las Madres, S.W. Spain, 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 Acebron, Huelva 15, 339-361.
- STUDT W., 1926. Die heutige und frühere Verbreitung der koniferen und die Geschichte ihren Arealgestaltung. Mitt Inst f Alg Bot, Hamburg, 6(2), 167-308.
- TEIXEIRA C., 1944. Note sur les argiles à végétaux de Porto-Covo. Com. Serv. Geol. Portugal, XXIV, 1-5.
- TEIXEIRA C., PAIS J., 1976. Introdução à paleobotânica. As grandes fases da evolução dos vegetais. Lisboa, 210 pp.