

Palinología del Cuaternario reciente en la Laguna de Villena (Alicante, España)

Riker Yll¹, José S. Carrión², José Pantaleón¹, Michèle Dupré³, Neus La Roca³, Joan M. Roure¹ & Ramón Pérez-Obiol¹

¹ Área de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, 01893 Bellaterra, Barcelona.

² Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, 30100 Murcia.

³ Departamento de Geografía, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Valencia, Campus de Blasco Ibáñez, 28, 46010 Valencia.

Resumen

Correspondencia

Riker Yll

Tel.: 93 581 22 79

Email: Errikartalmanol.Yll@uab.es

Recibido: 4 Enero 2003

Aceptado: 20 Febrero 2003

Se presentan los resultados del análisis polínico de un depósito endorreico del Cuaternario reciente en las proximidades de Villena (Alicante, España). Se discute la dinámica vegetal en virtud de condicionamientos climáticos, históricos y edáficos y en el contexto de otros estudios precedentes en el ámbito regional y en la cuenca mediterránea.

Palabras clave: paleoecología, palinología, biogeografía histórica, Cuaternario, Mediterráneo, España

Abstract

Palynology of Villena Lake (Alicante, Spain), late Quaternary.

We present pollen analysis of late Quaternary endorheic deposits at Villena (Alicante, España). Vegetational developments are discussed in the light of climatic, historical, and edaphic determinisms, and within the context of former research in the region and the Mediterranean Basin.

Key words: palaeoecology, palynology, historical biogeography, Quaternary, Mediterranean, Spain

Introducción

Son pocas las secuencias polínicas continentales que cubren más allá del Tardiglaciario en la Península Ibérica (De Beaulieu et al. 1994, Ramil-Rego et al. 1998, Carrión et al. 1999), más todavía en las regiones centrales y orientales (Pons & Reille 1988, Burjachs 1994, Burjachs & Julià 1994, Pérez-Obiol & Julià 1994, Carrión & Dupré 1996). Sin embargo, la comparación entre los espectros polínicos glaciares y holocénicos resulta crucial para comprender los determinantes a largo plazo de la dinámica y reactividad de las formaciones mediterráneas que caracterizan la vegetación actual.

Las secuencias marinas del Mediterráneo occidental, concretamente las de Alborán (Parra 1994, Targarona 1997, Combourieu et al. 2002, Sánchez-Goñi et al. 2002), permiten dilucidar cuestiones de corre-

lación paleoclimática, como la identificación de señales sincrónicas con los eventos Dansgaard-Oeschger (Meese et al. 1997) o Heinrich (Elliot et al. 1998), pero resultan poco informativas para la ecología terrestre, sobre todo si hay taxones entomófilos implicados, pues su producción, dispersión y deposición como parte de la «lluvia polínica» no se corresponden con su abundancia local (Carrión 2002a). Es necesario, por tanto, incidir en la elaboración de nuevas secuencias continentales en la región, aún cuando éstas puedan presentar hiatos o estadios polínicos de difícil precisión cronológica.

Marco geográfico

El depósito analizado corresponde al actual borde meridional del espacio denominado «laguna de Villena» en el punto X681.000 Y4.276.000 (Mapa to-

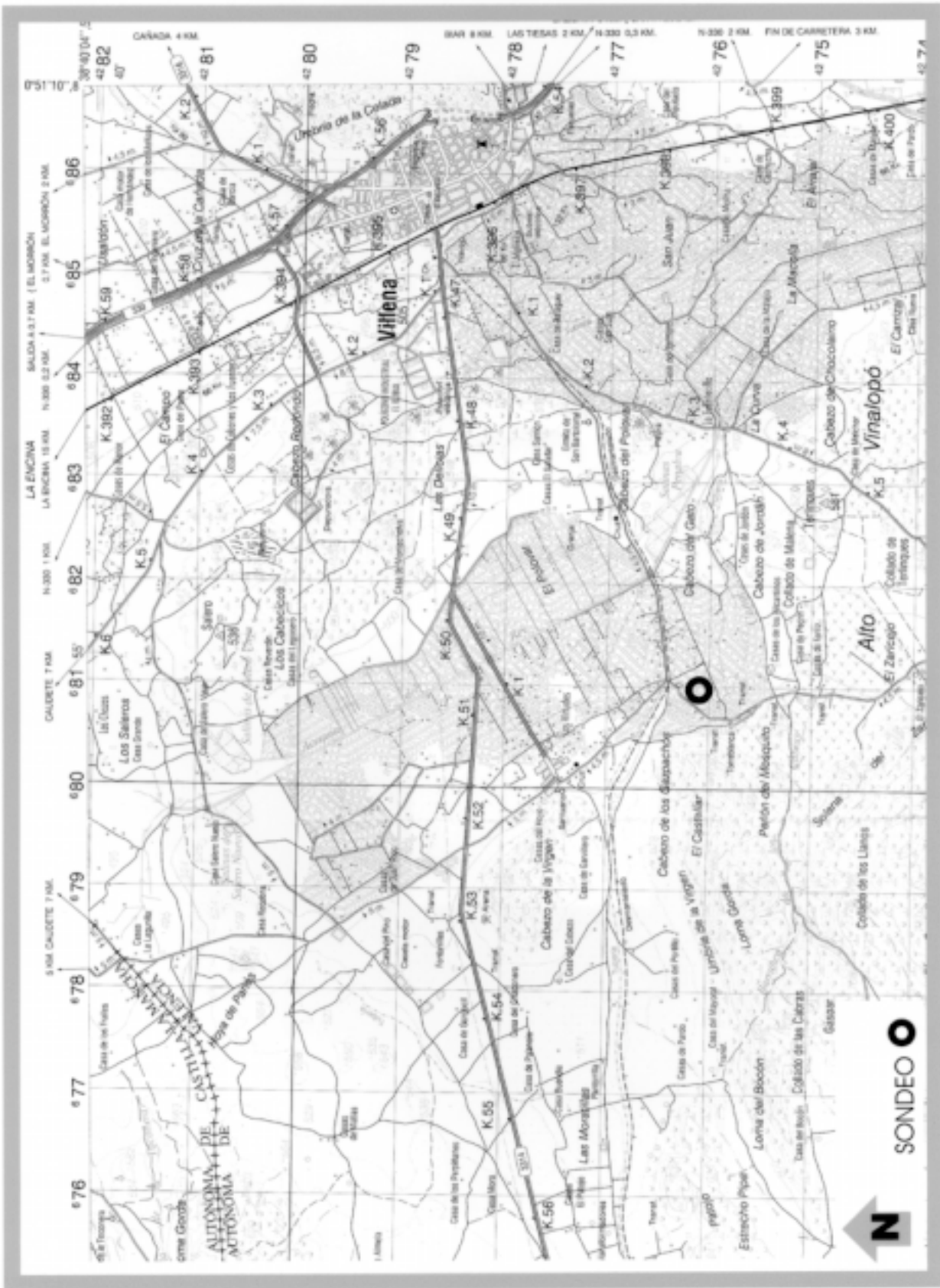


Figura 1. Localización del depósito estudiado en la Laguna de Villena, Alicante.
Figure 1. Location of the study deposit at Villena Lake, Alicante

pográfico militar 1:50.000 de Yecla (845), cerca de la Casa de la Torreblanca (Fig. 1). La marjal desecada se encuentra en la cuenca alta del Río Vinalopó, en el ámbito del Prebético valenciano. Dicha cuenca destaca por la abundancia de espacios endorreicos situados entre los glacis que orlan sierras y cerros y los abanicos aluviales generados por cauces que se pierden entre sus propios aluviones antes de confluir en el río principal.

Este espacio endorreico drenado artificialmente se halla enmarcado por los «Cabezos» Redondo (585 m), Polován (587 m), Gato (524 m), Jordán (568 m), Los Gazpachos (579 m) y La Virgen (682 m), la mayor parte de ellos constituidos por yesos y arcillas del Keuper. La Sierra del Castellar (714 m), de calizas cretácicas, cierra el perímetro por el sureste, mientras que al norte y nordeste son aluviones cuaternarios y holocenos en forma de glacis y abanicos los que delimitan la depresión (Fig. 1). El punto más deprimido de la depresión se encuentra en la cota de 487 m, situado más o menos en el centro de su mitad meridional.

Este relieve o morfología fluvial está en consonancia con el clima actual mediterráneo. El Alto Vinalopó se considera climáticamente como una comarca de transición entre la Meseta y el sureste semiárido, con muestras de continentalización y secundariamente de altitud (Pérez Cueva 1994). En las estaciones meteorológicas de Villena y Villena La Encina, la precipitación media anual es algo menor de 400 mm, mientras que la evapotranspiración potencial (Thornwaite) es de algo más de 750 mm. La temperatura media anual no llega a 15 °C y la amplitud media anual es de 13-14 °C, con veranos suaves, aunque se llegan a alcanzar máximas absolutas de más de 40 °C, e inviernos duros, con mínimas absolutas de -9 o -11 °C. El número medio de días de heladas es de 50-59 días.

La zona de estudio recoge algunos estudios paleontológicos sobre materiales del Bronce de Cabezo Redondo, confirmándose la presencia de un entorno típicamente lacustre por la identificación de

aves acuáticas, quelonios, ofidios, anuros y peces (Von den Driesch & Boessneck 1969). En la Edad Media, la laguna fue zona de caza de renombre en el Reino de Murcia, cuyas excelencias fueron recogidas por el Infante D. Juan Manuel, Señor de Villena, en su Libro de Caza. De tiempos de la Ilustración, 1785, data el primer proyecto de desecación, para erradicar la malaria, que incluye un interesante croquis de la laguna, cuyo perímetro es considerablemente mayor al que actualmente se deduce de los mapas topográficos (Box Amorós 1986). El desagüe tuvo lugar en 1803 e inmediatamente se pusieron tierras en cultivo. Desde los años 50, todo la laguna es destinada al cultivo de regadío, hortalizas y frutales. Algunos puntos fueron objeto de explotación de turba.

Litología

Se analizó un sondeo de 31 metros de profundidad, de los cuales sólo los 14 superiores conservan polen, en coincidencia con la mayor riqueza orgánica del depósito. A partir de los 16 m sólo quedan rastros de materia orgánica, para desaparecer completamente a partir de los 24 m, coincidiendo con un fuerte incremento del contenido en carbonatos. A partir de los 16 m destacan también abundantes óxidos de hierro, lo que apunta hacia una posible destrucción del polen por oxidación. De esos 14 metros superiores se obtuvieron 4 fechas radiocarbónicas (Tabla 1).

De fondo a techo, los estratos en la sección polinífera son los siguientes (Fig. 2):

1). De 15-13 m. Textura fina, arcillosa, ambiente de decantación y pequeño pico de materia orgánica a 14 cm. Sobre él (13,5 cm), breve interrupción por aporte de arenas eólicas y por espacio de unos centímetros, los colores pasan brevemente de la gama de los grises a amarillentos. (2) De 13-8,5 m. Predominio de las arenas, considerable presencia de materia orgánica que se hace muy abundante entre 10 y 8,5 m (dos importantes picos de turba a 9,75 y 8,75 m). Presencia de carbonos aislados en todo el tramo. El color del sedimento es gris, más o menos oscuro. (3)

Profundidad	Edad ¹⁴ C (BP)	Método	Ref. Laboratorio
120	6260 ± 40	AMS	Beta-129338
275	9680 ± 50	AMS	Beta-129339
280	10960 ± 60	AMS	Beta-129340
500	11210 ± 40	AMS	Beta-129341
776	> 47450	convencional	Beta-129342

Tabla 1. Cronología del depósito estudiado en la Laguna de Villena, Alicante.
Table 1. Chronology of the study deposit in Villena Lake (Alicante).

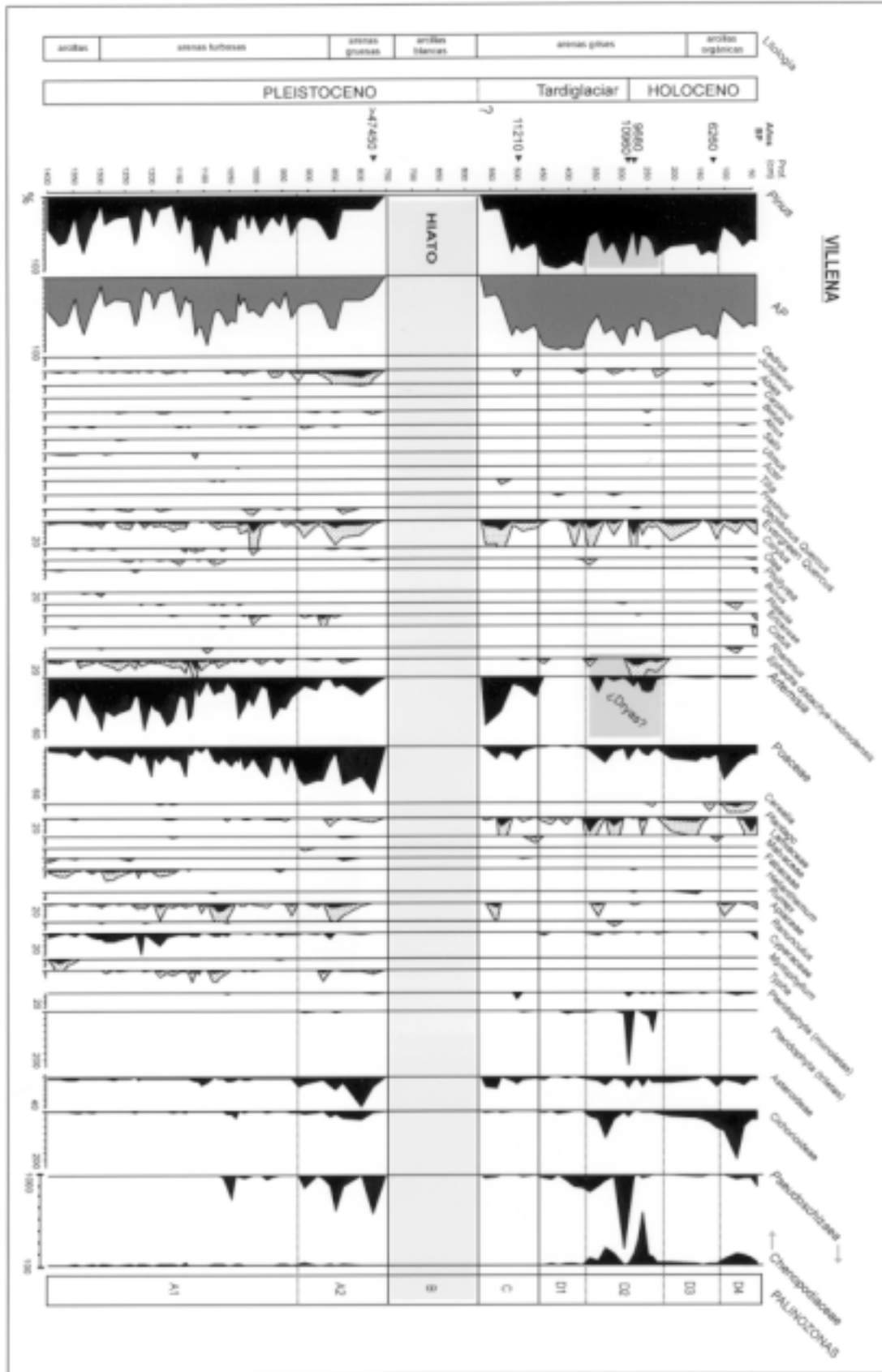


Figura 2. Diagrama polínico de la Laguna de Villena.
Figure 2. Pollen diagram of Villena.

En torno a 8 m. Se observa un aporte de materiales más gruesos, predominio de las arenas. (4) De 7,75 a 5,75 m. Tramo arcilloso, con nódulos de carbonato en la parte superior, de color blanco. (5) De 5,75 a 1,75. Sedimentación homogénea, con predominio de arenas de colores grises y pardo grisáceos, con alguna presencia de óxidos de hierro y carbones. La carbonatación aumenta durante los tres metros superiores, en consonancia con la llegada del Holoceno. (6) De 1,75 a techo. Decantación de finos, abundantes arcillas, colores blanquecinos acordes con la gran abundancia de carbonato cálcico y una presencia moderada de materia orgánica que aumenta ligeramente a techo.

Métodos

El tratamiento de laboratorio para las muestras polínicas se realizó siguiendo la metodología convencional (Moore et al. 1991). El diagrama polínico (Fig. 1) ha sido elaborado excluyendo de la suma polínica total los porcentajes de Asteroideae, Cichorioideae, *Pseudoschizaea*, Chenopodiaceae, *Typha*, *Myriophyllum*, Cyperaceae y *Ranunculus*, cuya frecuencia y variación parecieron ligadas, en un diagrama precedente, a las oscilaciones del sistema limnológico.

Las zonas polínicas han sido determinadas visualmente sobre la base de la variación de los taxa preponderantes a nivel porcentual y con énfasis en las tendencias observadas para *Artemisia*, *Ephedra distachya-nebrodensis*, *Pinus*, *Plantago* y, en menor medida, *Pseudoschizaea* y Chenopodiaceae (Fig. 1).

Resultados y discusión

La secuencia polínica de Villena puede ser compartimentada en las siguientes fases (Fig. 2):

Zona A: Fase típicamente glacial, caracterizada por altos porcentajes de *Artemisia* (a menudo entre el 40-50%) y valores relativamente altos de *Ephedra*. Durante la subzona A2, Poaceae y *Juniperus* aumentan a expensas de *Artemisia*. La datación a techo de esta palinozona (> 47450 BP) sugiere que la sedimentación (turbas y arcillas) tuvo lugar durante el Pleniglacial Inferior wurmiense.

Zona B: Representa un hiato palinoestratigráfico cuya amplitud temporal no ha sido determinada, pero parece claro, por las fechas limitrofes, que cubriría buena parte del Pleniglacial Superior hasta el comienzo del Tardiglacial. Esta zona coincide con materiales arcillosos blancos y muy carbonatados.

Zona C: Los porcentajes de *Artemisia* continúan siendo elevados, pero en tendencia descendente, al

tiempo que *Pinus* aumenta progresivamente. Los valores de Poaceae han descendido de manera importante respecto a los que caracterizaban la subzona A2.

Zona D: Representa el intervalo Tardiglacial-Holoceno, implicando porcentajes globalmente más altos de *Pinus*, presencia continua de *Quercus* y *Plantago* y algunas oscilaciones de *Ephedra* y *Artemisia* que podrían tener significado paleoclimático. Así, la zona D1 podría representar el interestadio tardiglacial, mientras que la zona D2 muestra rasgos típicos del Dryas reciente, a saber, incremento de *Artemisia* y *Ephedra* coetáneamente con descensos del polen arbóreo. Interpolando las dataciones adyacentes (6260, 9680 y 11210 BP) se obtiene un intervalo cronológico de entre 10300 y 9400 BP aproximadamente, para la zona D2.

Como vemos, no existe una coincidencia con la cronología más aceptada para el Dryas (10500-10000) (Walker 1995), pero hay que tener en cuenta que, dado el caso, la palinozona representaría etapas de reacción vegetal al empeoramiento climático, las cuales no han de ser necesariamente correlativas de las cronozonas del norte de Europa o de los testigos antárticos (Tzedakis et al. 1997, Peteet 2000). En otras palabras, se supone un tiempo de inercia en la respuesta vegetal. En el caso del Dryas reciente, estos «desplazamientos» cronológicos de la manifestación biótica se observan en otras secuencias regionales y continentales (Dupré 1988, Follieri et al. 1998, Allen & Huntley 2000, Carrión et al. 2000a), siendo particularmente importante la coincidencia con la vecina secuencia de Navarrés, Valencia (Carrión & Dupré 1996, Dupré et al. 1998, Carrión & van Geel 1999).

Las variaciones de quenopodiáceas, asteráceas y *Pseudoschizaea* observadas, por ejemplo, en la zona D2, son difíciles de interpretar, pero podrían responder a modificaciones del régimen hídrico a nivel local en el ámbito exclusivo de la zona sondeada (Fig. 2). En este contexto, *Pseudoschizaea* indicaría una mayor inundación, aunque debe quedar claro que los quistes de este organismo sólo se producen cuando existe una fase de desecación estacional (Scott 1992).

Aparte de los cambios descritos, este nuevo registro polínico permite hacer algunas apreciaciones de carácter general. En primer lugar, se confirma la importancia del pino en la dinámica vegetal de las secuencias glaciares del Levante peninsular. Aunque no tenemos datos palinológicos que permitan una discriminación específica, otros estudios paleobotánicos sugieren que mayoritariamente pudo tratarse de *Pinus nigra* (Badal et al. 1994, Badal & Roiron 1995), con una menor extensión geográfica para otras especies como *P. halepensis* y *P. pinaster* (Carrión et al. 2000b, 2001a, Salvador et al. 2000).

La aparición de polen de *Cedrus* en los niveles inferiores podría estar relacionada con un aporte lejano desde las poblaciones norteafricanas más bien que con la presencia local o regional del cedro. Algunos testigos marinos de Alborán como el *SU 8103* (Parra 1994) y el *MD95-2043* (Sánchez-Goñi et al. 2002) arrojan porcentajes bastante superiores. Sin embargo, la incertidumbre sobre la edad de comienzo de la secuencia de Villena deja abierta la última posibilidad.

La presencia de taxa mesotermófilos, incluyendo caducifolios (*Quercus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Ulmus*, *Acer*, *Tilia*) y esclerófilos (*Quercus*, *Olea*, *Phillyrea*, *Buxus*, *Pistacia*, *Cistus*, *Rhamnus*) durante el intervalo glaciario, sugiere la existencia de refugios adyacentes para la flora templada y mediterránea (Bennett et al. 1991, Willis et al. 2000, Yll & Carrión, *in press*). Por las propias limitaciones del método (Birks 1986), la secuencia de Villena no permite localizar con precisión ni la posición geográfica ni la estructura ecológica de dichos refugios, pero todo parece indicar que se trataría de pequeñas poblaciones dispersas por valles abrigados en el interior de los macizos montañosos adyacentes (Carrión 2002b).

La continua dominancia del pino en las vegetaciones forestales del Holoceno es otro rasgo típico de muchos diagramas palinológicos de la Iberia oriental y central, tanto en situación de influencia litoral (Dupré & Renault-Miskovsky 1990, Yll 1992, López-Sáez & López-García 1999, Jalut et al. 2000), como en ambientes más continentales (Stevenson et al. 1991, Andrade 1994, Carrión & Dupré 1996, García-Antón et al. 1997, Franco et al. 1998, 2001), y especialmente montañosos (Sánchez-Goñi & Hannon 1999, Taylor et al. 1998, Carrión et al. 2001b, Carrión 2002b). La acumulación de datos sugiere que la falta de colonización tardiglaciario y postglaciario por parte de las frondosas podría ser más un fenómeno frecuente que una excepción. Esta observación tiene condicionantes complejos que han sido discutidos ampliamente en otros artículos (Carrión et al. 2000a).

La consecuencia inmediata de esta prevalencia es que muchos paisajes actuales dominados por el pino no deberían ser contemplados como antropogénicos, sino más bien como el resultado de una inercia milenaria cuyo origen se remonta a la última glaciación (Blanco et al. 1997). Por otro lado, cabe destacar que los casos de colonización por *Quercus* no siempre se justifican como respuesta al cambio climático durante la terminación glaciario, sino a menudo como la consecuencia de perturbaciones naturales o producidas por el hombre, siendo el fuego un factor de primer orden (Carrión & van Geel 1999, Carrión 2001). En

otras ocasiones, más que un desplazamiento, se observa una señal regional de expansión moderada, como sucede en los registros alicantinos de Elx y Salines (Burjachs et al. 1997, Giralt et al. 1998), o en la secuencia almeriense de San Rafael (Pantaleón-Cano et al. 2003).

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada con cargo a los proyectos DGICYT PB91-0897, DGICYT PB93-0446, CLI97-0445-C02, BOS2000-0149 REN2003-02499 y PI-17/00739/FS/01 (Fundación Séneca, Región de Murcia).

Referencias

- Allen JRM & Huntley B. 2000. Weichselian palynological records from southern Europe: correlation and chronology. *Quaternary International* 73: 111-125.
- Andrade A. 1994. Dinámica de la vegetación durante los últimos 3000 años en las Sierras de la Paramera, Serrota y Villafranca (Avila) a partir del análisis polínico. Alcalá de Henares: Tesis doctoral, Universidad de Alcalá.
- Badal E, Bernabeu J & Vernet JL. 1994. Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000-4000 B.P.) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany* 3: 155-66.
- Badal E & Roiron P. 1995. La prehistoria de la vegetación en la Península Ibérica. *Saguntum* 28: 29-48.
- Bennett KD, Tzedakis PC & Willis KJ. 1991. Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography* 18: 103-115.
- Birks JHB. 1986. Late Quaternary biotic changes in terrestrial and lacustrine environments, with particular reference to north-west Europe. In *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology* (Berghlund BE, ed.). Chichester: Wiley, pp. 3-65.
- Blanco E, Casado MA, Costa-Tenorio M, Escribano R, García-Antón M, Génova M, Gómez A, Gómez F, Moreno JC, Morla C, Regato P, Sainz H. 1997. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Barcelona: Planeta.
- Box Amorós M. 1986. Humedales y áreas lacustres de la provincia de Alicante. Alicante: Instituto de Estudios Juan Gil Albert, Diputación Provincial de Alicante.
- Burjachs F. 1994. Palynology of the upper Pleistocene and Holocene of the north-east Iberian Peninsula: Pla de l'Estany (Catalonia). *Historical Biology* 9: 17-33.
- Burjachs F, Giralt S, Roca JR, Seret G & Julià R. 1997. Palinología holocénica y desertización en el Medite-

- rráneo occidental. In *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación* (Ibáñez JJ, Valero BL & Machado C, eds.). Logroño: Geofoma Editores, pp. 379-394.
- Burjachs F & Julià R. 1994. Abrupt climatic changes during the last glaciation based on pollen analysis of the Abric Romani, Catalonia, Spain. *Quaternary Research* 42: 308-315.
- Carrión JS. 2001. Condicionantes de la respuesta vegetal al cambio climático. Una perspectiva paleobiológica. *Acta Botanica Malacitana* 26: 157-176.
- Carrión JS. 2002a. A taphonomic study of modern pollen assemblages from dung and surface sediments in arid environments of Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology* 120: 217-232.
- Carrión JS. 2002b. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe». *Quaternary Science Reviews* 21: 2047-2066.
- Carrión JS, Andrade A, Bennett KD, Navarro C & Munuera M. 2001a. Crossing forest thresholds: inertia and collapse in a Holocene sequence from south-central Spain. *The Holocene* 11: 635-653.
- Carrión JS & Dupré M. 1996. Late Quaternary vegetational history at Navarrés, eastern Spain. A two core approach. *New Phytologist* 134: 177-191.
- Carrión JS, Munuera M, Dupré M & Andrade A. 2001b. Abrupt vegetation changes in the Segura mountains of southern Spain throughout the Holocene. *Journal of Ecology* 89: 783-797.
- Carrión JS, Munuera M, Navarro C, Burjachs F, Dupré M & Walker MJ. 1999. The palaeoecological potential of pollen records in caves: the case of Mediterranean Spain. *Quaternary Science Reviews* 18: 1061-1073.
- Carrión JS, Munuera M, Navarro C & Sáez F. 2000a. Paleoclimas e historia de la vegetación cuaternaria en España a través del análisis polínico. *Viejas falacias y nuevos paradigmas. Complutum* 11: 115-142.
- Carrión JS, Navarro C, Navarro J & Munuera M. 2000b. The distribution of cluster pine (*Pinus pinaster*) in Spain as derived from palaeoecological data: relationships with phytosociological classification. *The Holocene* 10: 243-252.
- Carrión JS & van Geel B. 1999. Fine-resolution Upper Weichselian and Holocene palynological record from Navarrés (Valencia, Spain) and a discussion about factors of Mediterranean forest succession. *Review of Palaeobotany and Palynology* 106: 209-236.
- Combourieu N, Turon JL, Zahn R, Capotondi L, Londeix L & Pahnke K. 2002. Enhanced aridity and atmospheric high-pressure stability over the western Mediterranean during the North Atlantic cold events of the past 50 k.y. *Geology* 30: 863-866.
- De Beaulieu JL, Andrieu V, Lowe JJ, Ponel P & Reille M. 1994. The Weichselian Late-Glacial in southwestern Europe (Iberian Peninsula, Pyrenees, Massif Central, northern Apennines). *Journal of Quaternary Science* 9: 101-107.
- Dupré M. 1988. *Palinología y paleoambiente. Nuevos datos españoles. Referencias*. Valencia: Servicio de Investigación Prehistórica.
- Dupré M, Carrión JS, Fumanal MP, La Roca N, Martínez J & Usera J 1998. Evolution and palaeoenvironmental conditions of an interfan area in eastern Spain (Navarrés, Valencia). *Italian Journal of Quaternary Sciences* 11: 97-105.
- Dupré M & Renault-Miskovsky J 1990. El hombre y su impacto en las zonas bajas mediterráneas. Datos palinológicos de sedimentos arqueológicos holocenos. *Archivo de Prehistoria Levantina* 20: 133-141.
- Elliot M, Labeyrie L, Bond G, Cortijo E, Turon JL, Tisnerat N & Duplessy JC. 1998. Millennial-scale iceberg discharges in the Irminger Basin during the last glacial period: relationship with the Heinrich events and environmental settings. *Paleoceanography* 13: 433-446.
- Follieri M, Giardini M, Magri D, Sadori L. 1998. Palynostratigraphy of the last glacial period in the volcanic region of Central Italy. *Quaternary International* 48: 3-20.
- Franco F, García-Antón M, Maldonado J, Morla C, Sainz H. 2001. The Holocene history of *Pinus* forests in the Spanish northern Meseta. *The Holocene* 11: 343-358.
- Franco F, García-Antón M, Sainz-Ollero H. 1998. Vegetation dynamics and human impact in the Sierra de Guadarrama, Central System, Spain. *The Holocene* 8: 69-82.
- García-Antón M, Franco F, Maldonado J & Morla C. 1997. New data concerning the evolution of the vegetation in Lillo pinewood (León, Spain). *Journal of Biogeography* 24: 929-934.
- Giralt S, Burjachs F, Roca JR & Julià R. 1999. Late Glacial to early Holocene environmental adjustment in the Mediterranean semi-arid zone of the Salines playa-lake (Alacant, Spain). *Journal of Paleolimnology* 21(4):449-460 .
- Jalut G, Esteban A, Bonnet L, Gauquelin T, Fontugne M. 2000. Holocene climatic changes in the western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160: 255-290.
- López-Sáez JA & López-García P. 1999. Rasgos paleoambientales de la transición Tardiglacial-Holoceno (16-7,5 ka BP) en el Mediterráneo ibérico, de Levante a Andalucía. *Geoarqueología i Quaternari litoral*: 139-152.
- Magri D 1999. Late Quaternary vegetation history at Lagaccione near Lago di Bolsena (central Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology* 106: 171-

- 208.
- Meese DA, Gow AJ, Alley RB, Zielensky GA & Grootes PM. 1997. The Greenland Ice Project 2 depth age scale, methods and results. *Journal of Geophysical Research* 102: 25-38.
- Moore PD, Webb JA, Collinson ME. 1991. *Pollen analysis*. 2nd ed. Oxford: Blackwell.
- Pantaleón-Cano J. 1997. Estudi palinològic de sediments litorals de la provincia d'Almería. Transformacions del paisatge vegetal dins un territori semiàrid. Barcelona: Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Pantaleón-Cano J, Yll EI, Pérez-Obiol R. & Roure JN. 2003. Palynological evidence for vegetational history in semi-arid areas of the Western Mediterranean (Almería, Spain). *The Holocene* 13 (1):109-119.
- Parra I. 1994. Quantification des précipitations à partir des spectres polliniques actuels et fossiles: du Tardiglaciaire à l'Holocène Supérieur de la cote méditerranéenne espagnole. Montpellier: Tesis Doctoral, Université de Montpellier.
- Pérez Cueva, A.J. 1994. Atlas climático de la Comunidad Valenciana. Valencia: Generalitat Valenciana, COPUT.
- Pérez-Obiol R & Julià R. 1994. Climatic change on the Iberian Peninsula recorded in a 30,000-yr pollen record from lake Banyoles. *Quaternary Research* 41: 91-98.
- Peteet D. 2000. Sensitivity and rapidity of vegetational response to abrupt climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 97: 1359-1361.
- Pons A & Reille M. 1988. The Holocene and upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain). A new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35: 145-214.
- Ramil-Rego P, Muñoz-Sobrino C, Rodríguez-Gutián M & Gómez-Orellana L. 1998. Differences in the vegetation of the North Iberian Peninsula during the last 16,000 years. *Plant Ecology* 138: 41-62.
- Salvador L, Alía R, Agúndez D & Gil L. 2000. Genetic variation and migration pathways of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait) in the Iberian Peninsula. *Theoretical and Applied Genetics* 100: 89-95.
- Sánchez-Goñi MF, Cacho I, Turon JL, Guiot J, Siero FJ, Peyrouquet JP, Grimalt JO & Shackleton NJ. 2002. Synchronicity between marine and terrestrial responses to millennial scale climatic variability during the last glacial period in the Mediterranean region. *Climate Dynamics* 19: 95-105.
- Sánchez-Goñi MF & Hannon GE. 1999. High-altitude vegetational pattern on the Iberian Mountain Chain (north-central Spain) during the Holocene. *The Holocene* 9: 39-57.
- Scott L. 1992. Environmental implications and origin of microscopic *Pseudoschizaea* Thiergart and Franz ex R. Potonié emend in sediments. *Journal of Biogeography* 19: 349-354.
- Stevenson AC, Macklin MG, Benavente JA, Navarro C, Passmore D & Davis BA. 1991. Cambios ambientales durante el Holoceno en el valle medio del Ebro: sus implicaciones arqueológicas. *Cuaternario y Geomorfología* 5: 149-164.
- Targarona J. 1997. Climatic and oceanographic evolution of the Mediterranean Region over the last Glacial-Interglacial transition. A palynological approach. Utrecht: LPP Contribution Series7.
- Taylor DM, Pedley HM, Davies P & Wright MW. 1998. Pollen and mollusc records for environmental change in central Spain during the mid- and late Holocene. *The Holocene* 8: 605-612.
- Tzedakis PC, Andrieu V, de Beaulieu JL, Crowhurst S, Follieri M, Hooghiemstra H, Magri D, Reille M, Sadori L, Shackleton NJ & Wijmstra TA. 1997. Comparison of terrestrial and marine records of changing climate of the last 500,000 years. *Earth and Planetary Science Letters* 150: 171-176.
- Von den Driesch A & Boessneck. 1969. Die Fauna des Cabezo Redondo bei Villena (Prov. Alicante). Studien über frühe Tierknochenfunde von der Iberischen Halbinsel, n° 1, München.
- Walker MJC. 1995. Climatic changes in Europe during the last glacial/interglacial transition. *Quaternary International* 28: 63-76.
- Willis KJ, Rudner E & Sümegi P. 2000. The full-glacial forests of central and southeastern Europe. *Quaternary Research* 53: 203-213.
- Yll EI. 1992. Estudi de l'evolució de la vegetació i el clima durant el Tardiglacial i el Postglacial a partir d'anàlisis pol·líniques del Delta de l'Ebre i de Menorca. Barcelona: Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Yll, R. & Carrión, J.S. (in press). Refugios glaciares de vegetación templada mediterránea en el sudeste español y su relación con la ocupación humana neandertal. *Polen*.