

Estudio polínico de una laguna endorreica en Almenara de Adaja (Valladolid, Meseta Norte): cambios ambientales y actividad humana durante los últimos 2.800 años

Lourdes López Merino¹, José Antonio López Sáez¹, Francisca Alba Sánchez², Sebastián Pérez Díaz¹, Daniel Abel Schaad³ y Elisa Guerra Doce⁴

¹ Grupo de Investigación Arqueobiología, Instituto de Historia, CCHS, CSIC. Albasanz 26-28, 28037 Madrid. lolome@hotmail.es, alopez@ih.csic.es, sebastian.int@terra.es

² Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Campus Universitario de Fuente Nueva. Universidad de Granada, 18071 Granada. falba@ugr.es

³ Grupo de Investigación Forestal, Departamento de Ingeniería del Medio Agronómico y Forestal, Escuela de Ingeniería Forestal, Centro Universitario de Plasencia. Universidad de Extremadura. Avenida Virgen del Puerto, 06800 Plasencia (Cáceres). dabel222@hotmail.com

⁴ Departamento de Prehistoria y Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Valladolid. Plaza del Campus s/n, 47011 Valladolid. elisa.guerra@uva.es

Resumen

El análisis de microfósiles polínicos y no polínicos de una secuencia obtenida en una laguna endorreica en Almenara de Adaja (Valladolid, Meseta Norte) muestra este registro como sensible tanto a cambios de naturaleza climática como antrópica durante los últimos 2800 años. Se han detectado los momentos de variabilidad climática que se han descrito para esta cronología como el período frío del final de la Edad del Hierro (850-75 cal BC), el Período Cálido Romano (ca. 75 cal BC-300 cal AD), el Período Frío Altomedieval (ca. 300-800 cal AD), el Período Cálido Bajomedieval (ca. 800-1450 cal AD) y la Pequeña Edad del Hielo (ca. 1450-1800 cal AD). Además, se han observado distintos grados de antropización en el paisaje en relación con las pautas de asentamiento en la zona. Aunque es desde la época romana cuando se establecieron las transformaciones del paisaje que han conformado el paisaje actual, que está caracterizado por ser un espacio muy agrícola y ganadero.

Palabras clave: Polen, microfósiles no polínicos, historia de la vegetación, cambios climáticos, impacto humano, Valladolid, España.

Abstract

[Pollen study of an endorheic lagoon in Almenara de Adaja (Valladolid, Northern Meseta): environmental changes and human activity during the last 2800 years] The analysis of pollen and non-pollen palynomorphs in a sequence from an endorheic lake in Almenara de Adaja (Valladolid, Northern Plateau) shows the sensibility of this record to both climatic and anthropogenic changes during the last 2800 years. All the phases of climatic variability described for this chronology have been detected, as the cold period at the end of the Iron Age (850-75 cal BC), the Roman Warm Period (ca. 75 cal BC-300 cal AD), the Dark Ages (ca. 300-800 cal AD), the Medieval Warm Period (ca. 800-1450 cal AD) and the Little Ice Age (ca. 1450-1800 cal AD). Besides, different human pressure degrees have been observed in the landscape in connection with the local settlement guidelines. Although since Roman times is when started the landscape modifications that created the current landscape, characterized by agricultural and pastoral activities.

Key words: Pollen, non-pollen palynomorphs, vegetation history, climatic changes, human impact, Valladolid, Spain.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la información de tipo ambiental de los últimos milenios referida a la Meseta Norte, especialmente la que hace mención a la dinámica de su vegetación y a las pautas de antropización de los ecosistemas, es ciertamente reducida, lo cual se debe a dos razones fundamentales (Franco Múgica *et al.*, 2005): (1) el enorme grado de alteración de todo el área, sujeta a un proceso continuado de degradación forestal que apenas ha permitido la supervivencia de la vegetación natural, y (2) la falta de registros ambientales que permitan estudiar la historia de su vegetación.

En referencia a este segundo punto, la mayor parte de los datos ambientales de los últimos milenios conocidos en la Meseta Norte proceden de estudios palinológicos realizados sobre turberas o lagos de zonas montañosas, particularmente del Sistema Central y Sistema Ibérico (p.e. Peñalba *et al.*, 1997; Franco Múgica *et al.*, 1998; Sánchez-Goñi & Hannon, 1999; Ruiz Zapata *et al.* 2003; Gómez González, 2007); así como de los cada vez más numerosos estudios de índole arqueopalinológica emprendidos en yacimientos de diversos periodos crono-culturales en el área considerada (Mariscal, 1995; Ruiz Zapata, 1995; Yll, 1995). Estos segundos tienen, no obstante, la limitación de comprender 'ventanas cronológicas cerradas', impidiendo estudios de dinámica vegetal en un sentido diacrónico (López Sáez *et al.*, 2003).

En los últimos años, sin embargo, son cada vez más frecuentes los registros ambientales en zonas de fondo de valle, cuya tipología se sustenta básicamente en entornos lacustres o suelos de naturaleza higroturbosa. En este sentido las secuencias de Espinosa del Serrato (Palencia) y El Carrizal (Segovia) (Franco-Múgica *et al.*, 2001, 2005) son las únicas bien datadas y estudiadas a alta resolución en las zonas no montañosas de la Meseta Norte, cubriendo casi por completo el período cronológico del Holoceno, haciendo una muy buena descripción de los bosques que poblaron la Meseta Norte y demostrando el origen autóctono de las formaciones pinariegas. Sea como fuere, este tipo de información es aún muy limitada, y en este sentido la provincia de Valladolid se encuentra completamente inédita.

En la mitad norte de la Península Ibérica se han realizado numerosos estudios de reconstrucción ambiental del Holoceno sobre distintos tipos de sedimentos y utilizando muy diversos *proxies*, algunos de ellos efectuados en la propia Meseta Norte (Franco-Múgica *et al.*, 2001, 2005). Aunque el número de trabajos en referencia a la variabilidad climática y al impacto humano durante los últimos milenios en la mitad septentrional de la Península Ibérica (Holoceno final) es bastante exiguo, reúnen una información muy interesante y valiosa. Los más reseñables son el de Martínez Cortizas *et al.* (1999) en una turbera gallega (Penido Vello), el de Luque & Julià (2002) en un sondeo corto del lago de Sanabria, los de Desprat *et al.* (2003) y Muñoz Sobrino *et al.* (2007) en la Ría de Vigo, los de Riera *et al.* (2004, 2006) en el lago de Estanya y el de López-Sáez *et al.* (2009) en la Bahía de Portlligat; siendo también importante citar el de Gil García *et al.* (2006) en las Tablas de Daimiel aunque se ubique en la Meseta Sur. En algunos de ellos se detectan una o varias fases de los momentos de variabilidad climática que han sido descritos en otras partes de Europa durante el Holoceno más reciente: el período frío y seco del final de la Edad del Hierro, el Período Cálido Romano de características cálidas y más húmedas, el Período Frío Altomedieval algo más frío y más seco, el Período Cálido Bajomedieval de características cálidas y con una tendencia al incremento de la humedad, la Pequeña Edad del Hielo de características frías, y el período más cálido y húmedo en el que vivimos en la actualidad. Sin embargo, la cronología y duración de cada una de las fases es ligeramente diferente en cada uno de los registros.

El depósito que se presenta en este trabajo es un bodón o lavajo de origen endorreico. Las características hidrológicas estacionales e irregulares de este tipo de sistemas acuáticos los hacen muy interesantes como captadores de cambios ambientales. Por lo tanto, en el presente estudio se muestra el primer análisis ambiental de los últimos ca. 2.800 años, de índole palinológica, emprendido en Valladolid en el seno de un contexto natural no arqueológico, caso del bodón o laguna endorreica de Almenara de Adaja, situado en el entorno inmediato de la Villa Romana de Almenara de Adaja (Fig.1). Este registro ha demostrado ser muy sensible tanto a cambios ambientales como climáticos.

2. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio ($41^{\circ}11'31.01''N$; $4^{\circ}40'5.07''W$) se localiza en la Meseta Norte, en la cuenca del Duero, a una altitud de 784 m snm, cercana a las localidades de Almenara de Adaja y Puras, ambas en la provincia de Valladolid (Fig.1) y en lo que es conocido como 'Tierra de Pinares'. El punto en donde se efectuó el sondeo se localiza en un pequeño lavajo de carácter endorreico, de apenas 20 x 10 m, con una pequeña lámina de agua de carácter esporádico, cuya vegetación característica está formada por pastizales hidro-higrófilos de juncáceas y ciperáceas, mientras que en los alrededores se localizan cultivos de cereal. La vegetación regional corresponde a paisajes dominados por pinares, tal y como alude el nombre de 'Tierra de Pinares' de la comarca. En general, los pinos (*Pinus pinaster* y *P. pinea*, principalmente; y *P. nigra* y *P. sylvestris* de carácter más relicto) crecen sobre sustra-

tos arenosos plio-cuaternarios, si bien las frondosas (*Quercus ilex* y *Q. faginea*, y de manera esporádica *Q. pyrenaica*) lo hacen sobre sustratos terciarios (Franco-Múgica et al., 2005).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El bodón de Almenara de Adaja está situado en las inmediaciones de la Villa Romana del mismo nombre (Fig.1), por lo que es de esperar que la ocupación de esta villa tenga reflejo en los espectros polínicos. En la orilla del bodón se procedió a la obtención de un registro ambiental mediante el empleo de una sonda industrial hidráulica, obteniéndose un testigo sedimentario de 610 cm de potencia, cuya descripción sedimentológica queda recogida en la Tabla 1.

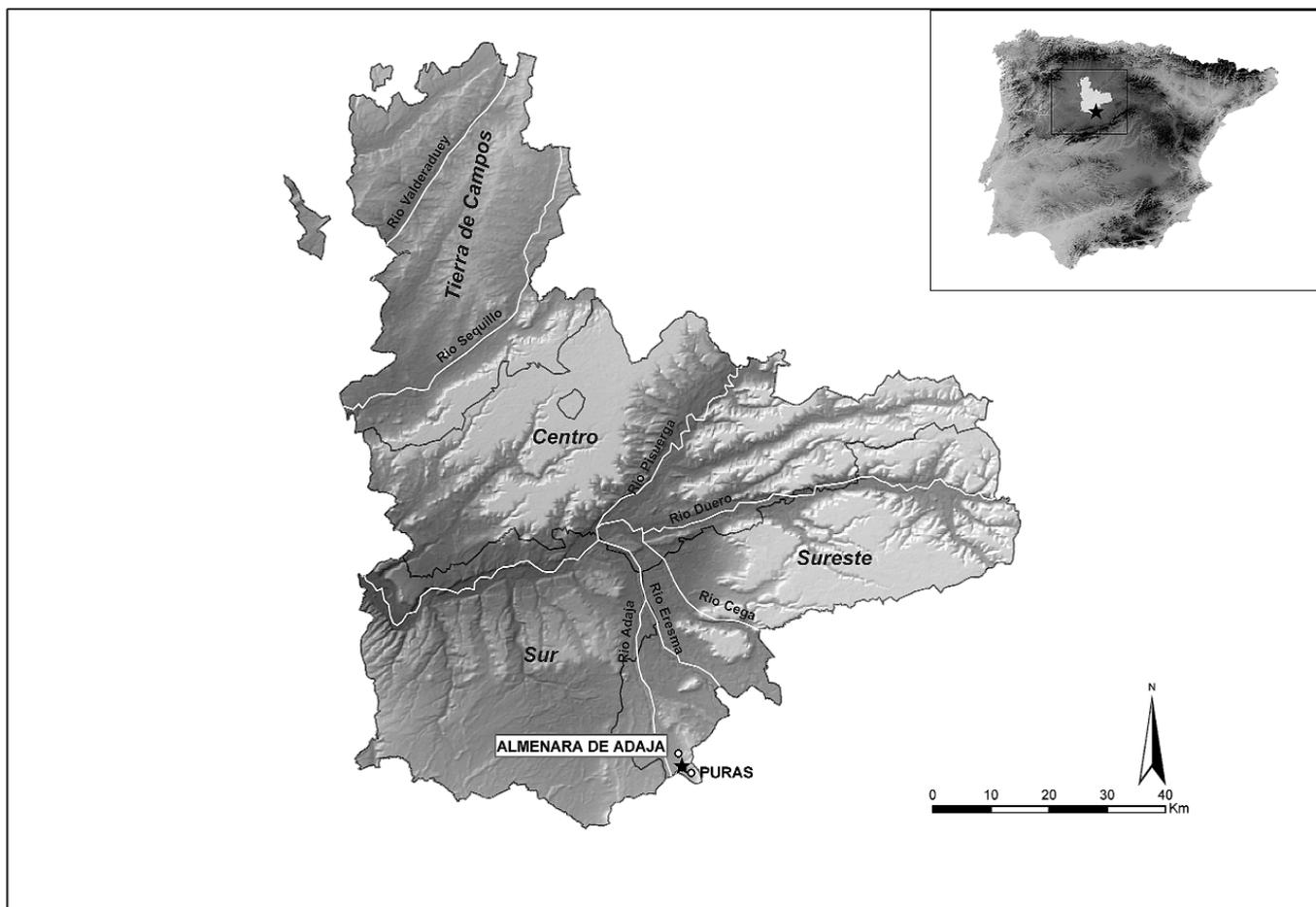


Figura 1. Localización del área de estudio y del punto de muestreo de la secuencia de Almenara de Adaja (Valladolid).

Figure 1. Location of the study area and sample point in the Almenara de Adaja (Valladolid) sequence.

Profundidad (cm)	Descripción
0-40	Limo humificado con detritus herbáceos, color pardo oscuro.
40-240	Limo amarillo claro con arenas finas.
240-610	Limo amarillo-grisáceo con arenas muy gruesas.

Tabla 1. Descripción sedimentológica de la secuencia ambiental de Almenara de Adaja.

Table 1. Sedimentological description of the environmental sequence at Almenara de Adaja.

Se efectuaron seis dataciones radiocarbónicas (AMS) para la totalidad del sondeo. Desafortunadamente cuatro de ellas, comprendidas entre los 240 y 610 cm, no contuvieron la cantidad de materia orgánica necesaria para ser datadas, a pesar de haberse procedido mediante la técnica AMS que apenas precisa un miligramo (López Sáez, 2005). En cambio, para el tercio superior del registro sedimentario (0-240 cm) sí fue posible obtener dos dataciones ¹⁴C, que quedan recogidas y calibradas en la Tabla 2. Para la calibración de las mismas se utilizó el programa CALIB 5.0.2, que trabaja con los datos de la curva INT-CAL04 (Reimer *et al.*, 2004). Con los datos obtenidos se elaboró un modelo de edad-profundidad para el registro, que presupone una tasa de sedimentación constante entre las dos dataciones y escoge los intervalos de mayor probabilidad, considerando el techo de la secuencia como la actualidad (Fig.2).

Las muestras para el análisis polínico se estudiaron cada 10 cm. Un total de 61 muestras se sometieron a procedimientos químicos en el laboratorio. Desafortunadamente, del total analizado tan sólo las correspondientes a los 240

cm superiores del sondeo resultaron fértiles a nivel polínico, mientras que el resto del testigo (240-610 cm) fue estéril. Estos datos polínicos concuerdan con lo anteriormente expuesto acerca de la imposibilidad de obtener dataciones AMS para este tramo sedimentario de la secuencia. Es probable que la naturaleza del sedimento, limos con arenas gruesas, haya sido la causa de la falta de contenido polínico (eliminado por abrasión), así como de otro resto de materia orgánica susceptible de ser datado. El método químico utilizado para la extracción de polen, esporas y microfósiles no polínicos (MNP) fue el tradicional en este tipo de sedimentos (Faegry & Iversen, 1989; Moore *et al.*, 1991), consistente en un ataque al sedimento mediante ácidos y bases. El residuo obtenido fue sometido a técnicas de enriquecimiento, separación densimétrica de los palinomorfos polínicos y no polínicos, mediante la concentración del polen por flotación en licor de Thoulet (Goeury & Beaulieu, 1979), y añadiendo un marcador exógeno (*Lycopodium*) para calcular las concentraciones (Stockmarr, 1971).

El tratamiento de datos y representación gráfica (diagrama polínico: Figs. 3-4) se realizó con ayuda de los programas TILIA y TGview (Grimm, 1992, 2004). Para el cálculo de los porcentajes de cada taxón (frecuencia relativa) del diagrama polínico, los taxa hidro-higrófilos y los MNPs fueron excluidos de la suma base, por ser considerados de carácter local o extra-local y estar fuertemente sobrerrepresentados (Wright & Patten, 1963), aunque su porcentaje relativo se ha calculado respecto a ésta. Con el fin de facilitar la visualización de los datos se ha elaborado un diagrama polínico sintético en función de la cronología obtenida (Fig.5), en donde se han agrupado los taxa relacionados con la antropización en dos grupos: comunidades nitrófilas antrópicas (resultado de la suma de los

Código	Profundidad (cm)	Datación ¹⁴ C	Edad cal BP (1σ)	Edad cal BC/AD (1σ)
Ua-24520	95-100	1550 ± 40 BP	1423-1394 cal BP (29.6%) 1444-1430 cal BP (12.4%) 1526-1457 cal BP (58.1%)	527-556 cal AD (12.4%) 506-520 cal AD (12.4%) 434-493 cal AD (58.1%)
Ua-24521	234-240	2675 ± 100 BP	2627-2623 cal BP (0.9%) 2928-2714 cal BP (99.1%)	678-674 cal BC (0.9%) 979-765 cal BC (99.1%)

Tabla 2. Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la secuencia de Almenara de Adaja y calibración de las mismas.

Table 2. Radiocarbon datings at the Almenara de Adaja sequence, with their calibration.

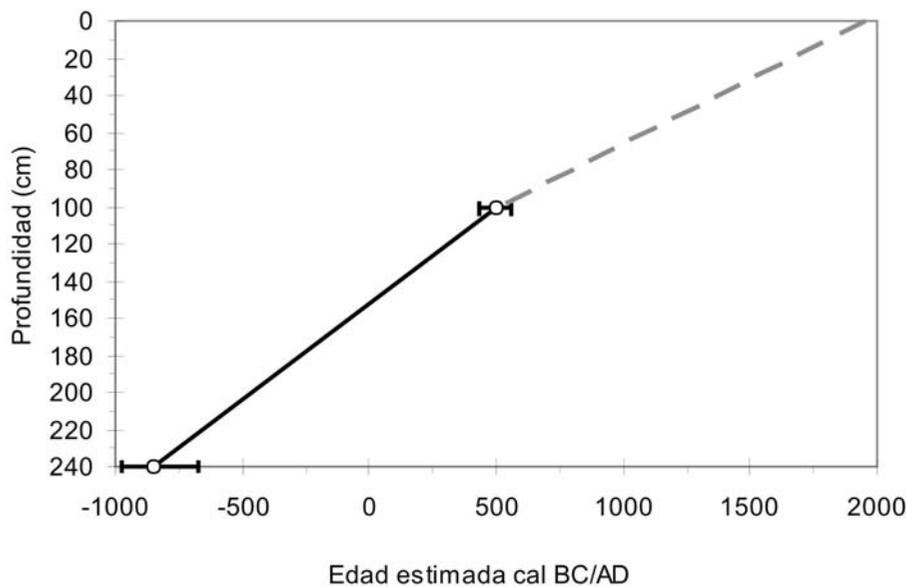


Figura 2. Modelo de edad-profundidad de la secuencia de Almenara de Adaja (ver el apartado de Material y métodos para su explicación). Las barras de error representan los intervalos de calibración a 1σ .

Figure 2. Age-depth model of the Almenara de Adaja sequence (see the "material and methods" section for further explanation). The error bars represent calibration intervals at 1σ .

porcentajes de *Aster* tipo, *Cardueae*, *Cichorioideae* y *Boraginaceae*) y pastizales antropozoógenos (resultado de la suma de *Poaceae*, *Urtica dioica* tipo, *Plantago lanceolata* tipo y *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*).

4. RESULTADOS

El diagrama polínico de la secuencia de Almenara de Adaja (Figs. 3-4), que cubre los últimos 2800 años, se ha dividido en seis zonas polínicas (AD-1 a AD-6), cuya descripción y características quedan resumidas en la Tabla 3. En general se observan fluctuaciones en los porcentajes arbóreos y en la curva de *Cyperaceae*, siendo las zonas polínicas impares (AD-1, AD-3 y AD-5) características por descensos en los porcentajes arbóreos y de *Cyperaceae*, y las pares (AD-2, AD-4 y AD-6) por el incremento de ambos. Gracias a las curvas arbóreas, de las ciperáceas y de los MNPs se han podido identificar distintos períodos climáticos con alternancia entre episodios más térmicos y favorables con episodios menos favorables y más fríos, cuyas características quedan descritas en el apartado de Discusión y pueden observarse en el diagrama sintético de la Fig.5. Adicionalmente, de la base al techo de la se-

cuencia polínica se observan indicadores antrópicos y de actividades pastoriles, aunque en distinto grado, al igual que un diferente desarrollo de los cultivos cerealísticos. Aunque estos síntomas antrópicos se detecten desde la Edad del Hierro, es desde la época romana cuando se establecen las transformaciones del paisaje que conformarán de una manera paulatina esta zona como un espacio altamente agrícola y ganadero.

5. DISCUSIÓN

5.1. Cambios ambientales durante los últimos 2.800 años

En la secuencia de Almenara de Adaja pueden reconocerse las características de los eventos anteriormente comentados en el apartado de Introducción, suponiendo una nueva evidencia, a este respecto, de la variabilidad climática durante los últimos milenios del Holoceno, normalmente enmascarada por el impacto humano y por la escasa resolución de los registros para el Holoceno final (Desprat *et al.*, 2003). Aunque en el diagrama polínico se observan síntomas de antropización del paisaje desde el inicio, como se discutirá en el siguiente apartado, el uso

Zona polínica	Profundidad (cm)	Edad estimada cal BC/AD (cal BP)	Polen	Hidro-higrófilas y MNPs
AD-6	0-10	1800 cal AD-actualidad (150 cal BP-actualidad)	Los porcentajes arbóreos muestran un ligero aumento, llegando a casi el 50%, siendo <i>Pinus</i> el elemento mayoritario. Este paisaje abierto estaría dominado por formaciones herbáceas de carácter antrópico, donde los campos de cultivo de cereal (25%) sería lo más sobresaliente del paisaje, tal como puede verse en la actualidad.	La desaparición de <i>Closterium idiosporum</i> (T60) muestra una nueva elevación de las temperaturas de la lámina de agua. El bodón posee características meso-eutróficas (<i>Spirogyra</i>), mientras que la ocurrencia de incendios disminuye. Se siguen detectando altos procesos erosivos que, al igual que en la zona anterior, pueden relacionarse con la intensidad de los cultivos.
AD-5	10-35	1450-1800 cal AD (500-150 cal BP)	Los porcentajes arbóreos rompen con la dinámica de recuperación arbórea detectada en AD-4, mostrando un ligero retroceso, afectando mayoritariamente a las formaciones pinariegas. Los síntomas de antropización del paisaje continúan, siendo las prácticas agrícolas (cereal) más intensas que en AD-5.	La curva de Cyperaceae también rompe con la dinámica de crecimiento comenzada en la zona anterior. La aparición de <i>Closterium idiosporum</i> (T60) indica de nuevo enfriamiento del agua; mientras que <i>Glomus</i> cf. <i>fasciculatum</i> (T207) habla de un importante aumento de los procesos erosivos y <i>Chaetomium</i> (T7A) de la ocurrencia de incendios locales. Las condiciones continúan siendo meso-eutróficas (<i>Spirogyra</i>).
AD-4	35-80	800-1450 cal AD (1150-500 cal BP)	Se produce una lenta recuperación arbórea del 25 al 40%, sobre todo de <i>Pinus sylvestris</i> tipo y de <i>Pinus pinaster</i> , aunque las comunidades herbáceas son los elementos mayoritarios. Los tipos polínicos indicadores de antropización y pastoralismo continúan siendo tan abundantes como en AD-3, mientras que la presencia de polen de cereal se hace más abundante, indicando una intensidad similar a la detectada en AD-2.	Se produce un aumento paulatino de los porcentajes de Cyperaceae paralelo a la recuperación arbórea. La presencia de <i>Spirogyra</i> sigue haciendo referencia a unas condiciones meso-eutróficas, mientras que el T119 indica la existencia local de humedad. La bajada de <i>Closterium idiosporum</i> (T60) indica una mayor temperatura de la lámina de agua.
AD-3	80-120	300-800 cal AD (1650-1150 cal BP)	Los porcentajes arbóreos sufren un nuevo descenso, estando en torno al 20%. La mayor bajada la experimentan <i>Pinus sylvestris</i> tipo y <i>Quercus perennifolia</i> , mientras que <i>Quercus caducifolia</i> desaparece. En cambio, se registra incrementos de <i>Juniperus</i> tipo y <i>Pinus pinaster</i> . Las plantas antrópicas incrementan sus porcentajes, sobre todo Cichorioideae y Chenopodiaceae/Amaranthaceae. Los cultivos de cereal continúan estando presentes, aunque con menor intensidad que en la zona AD-2.	Cyperaceae muestra una gran disminución de sus porcentajes, que ahora rondan el 20%. Los MNPs <i>Spirogyra</i> y <i>Closterium idiosporum</i> (T60) muestran condiciones meso-eutróficas, y éste último además prefiere las aguas frías, mientras que T200 sigue indicando la persistencia de encharcamiento estacional en la zona. <i>Sordaria</i> (T55A) revela pastoreo de manera local, aunque de forma menos intensa que en AD-2.
AD-2	120-160	75 cal BC-300 cal AD (2025-1650 cal BP)	La curva AP aumenta sus valores (20-50%), siendo los tipos arbóreos más importantes <i>Pinus sylvestris</i> tipo y <i>Quercus perennifolia</i> , y la aparición de <i>Quercus caducifolia</i> . <i>Juniperus</i> tipo pierde importancia. Los indicadores antrópicos y de actividades pastorales continúan teniendo altos valores, uniéndose a ellos Cardueae y <i>Rumex obtusifolius</i> tipo. Los cultivos de cereal comienzan a ser permanentes.	Cyperaceae incrementa sus porcentajes (45-75%) y junto con la presencia de T200 y T179 muestra la persistencia de encharcamiento estacional en la zona, y el último de los MNPs además el paso a unas condiciones eutróficas. El pastoreo se intensifica de manera local como indica <i>Sordaria</i> (T55A) y se constata la existencia de incendios (<i>Chaetomium</i> , T7A).
AD-1	160-240	850-75 cal BC (2800-2025 cal BP)	Los porcentajes arbóreos (AP) disminuyen del 45 al 20%. Estos porcentajes están dominados por <i>Quercus perennifolia</i> , aunque también hay presencias de <i>Pinus sylvestris</i> tipo, <i>Pinus pinaster</i> y <i>Juniperus</i> tipo. Los porcentajes herbáceos (NAP) son los predominantes (65-80%), siendo Poaceae el mayoritario y acompañado de indicadores de antropización como Cichorioideae, <i>Aster</i> tipo, y de indicadores de pastoralismo como <i>Plantago lanceolata</i> tipo y <i>Urtica dioica</i> tipo. Puede detectarse presencia esporádica de cultivos de cereal.	Cyperaceae muestra porcentajes variables entre 15-40%. El MNPT119 indica la existencia local de una zona húmeda, y tendría características meso-eutróficas como indica la presencia de <i>Spirogyra</i> . Se constatan procesos erosivos con la presencia de <i>Glomus</i> cf. <i>fasciculatum</i> (T207).

Tabla 3. Descripción de las zonas polínicas de Almenara de Adaja.

Table 3. Description of the pollen zones at Almenara de Adaja.

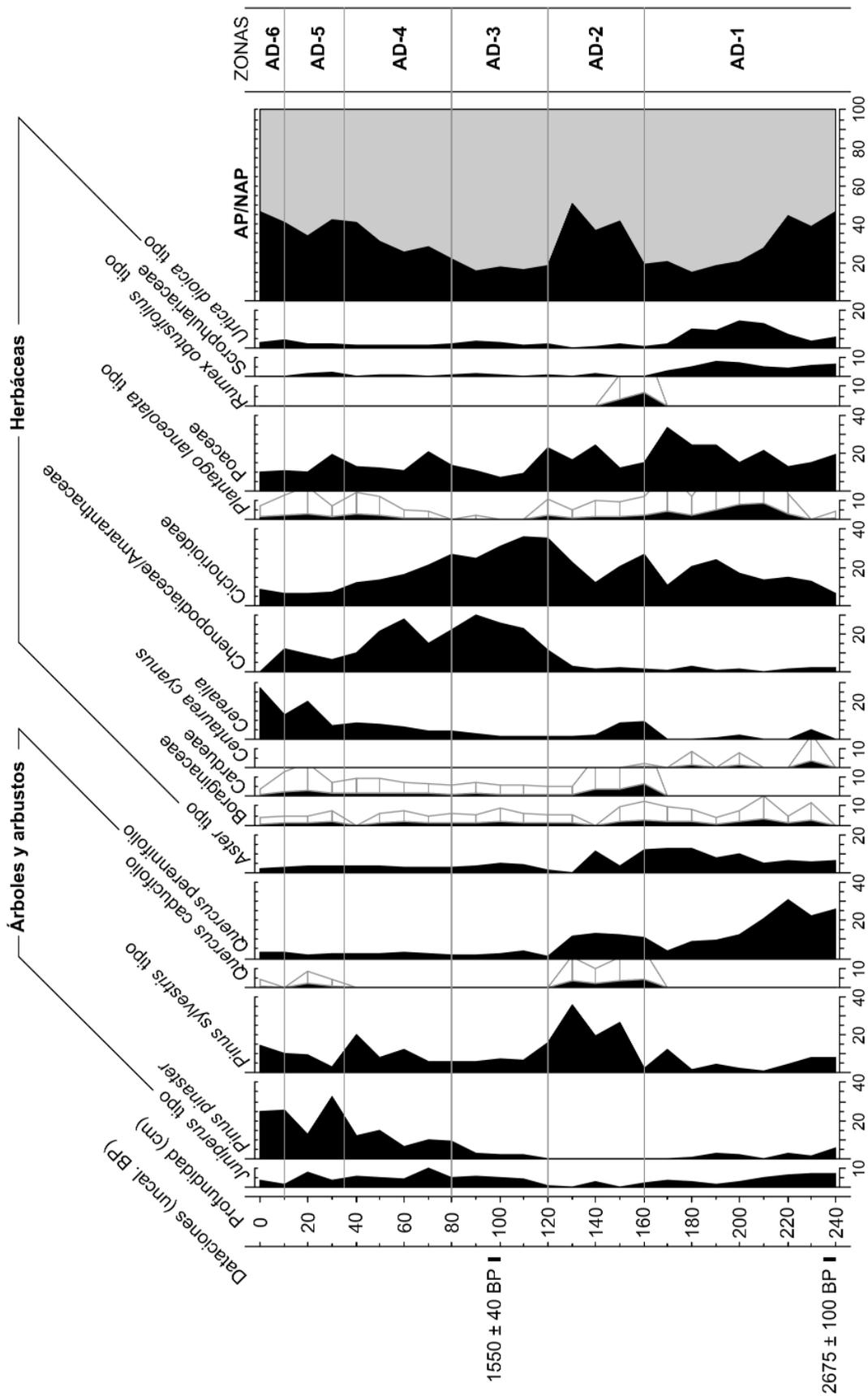


Figura 3. Diagrama polínico de árboles, arbustos y herbáceas de Almenara de Adaja (Valladolid). La magnificación de algunos taxa es de 5 veces.
 Figure 3. Pollen diagram for trees, bushes and herbs in Almenara de Adaja (Valladolid). Some taxa have been magnified 5 times.

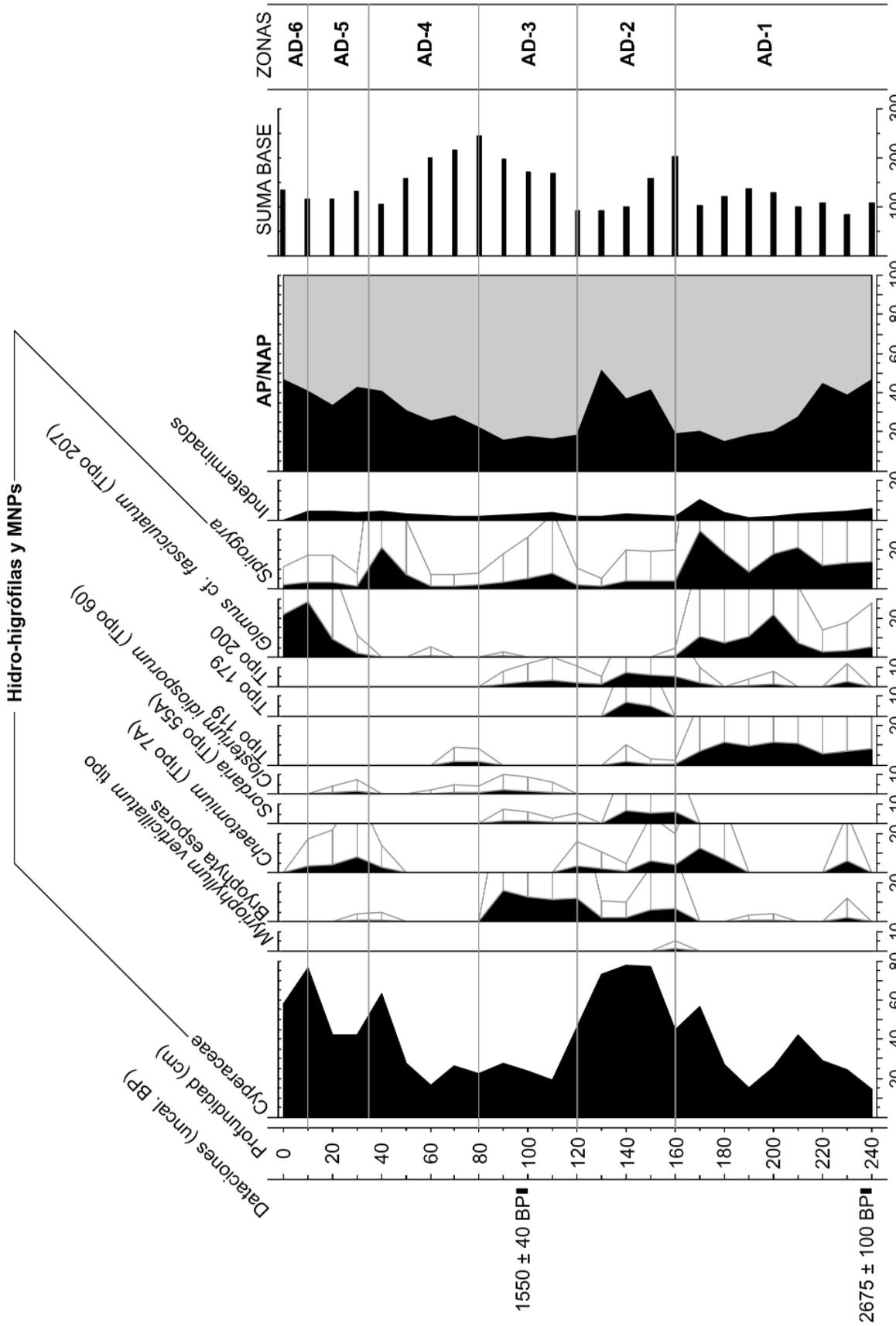


Figura 4. Diagrama polínico de hidro-higrofilas y microfósiles no polínicos (MNPs) de Almenara de Adaja (Valladolid). La magnificación de algunos taxa es de 5 veces. Se presenta la Suma Base Polínica.

Figure 4. Pollen diagram for hydro-higrophytes and non-pollen palynomorphs (MNPs) from Almenara de Adaja (Valladolid). Some taxa have been magnified 5 times. Also presented is the pollen sum.

de la presencia de taxa locales en el ambiente del bodón, tales como Cyperaceae y los MNPs, ha mostrado ser de mucha utilidad para detectar cambios climáticos (Fig.5).

Durante la Edad del Hierro (AD-1) se observa una disminución progresiva del estrato arbóreo, que aun así es bajo durante toda la secuencia (Fig.5). La presencia del Tipo 119, un MNP de estructura globosa y origen desconocido (Pals *et al.*, 1980; López Sáez *et al.*, 1998), indica la existencia local de una zona húmeda, por lo que puede considerarse que el bodón ya poseería las características que tiene en la actualidad: una pequeña lámina de agua de carácter esporádico, que tendría unas características meso-eutróficas, tal y como indica la existencia de zigósporas de *Spirogyra*, alga filamentosa que habitualmente vive en aguas de características superficiales (van Geel *et al.*, 1981, 1989). Cyperaceae, dentro del componente hidro-higrófilo, muestra porcentajes bajos y variables, indicando un ambiente menos húmedo que el que se observa en la fase inmediatamente posterior (Fig.5). En un bodón de las características del estudiado en este trabajo, el que haya un cinturón de ciperáceas bien desarrollado alrededor del mismo indicaría unas condiciones de mayor humedad edáfica, que demostraría que la lámina de agua es relativamente estable en el tiempo permitiendo el desarrollo de pastos hidro-higrófilos. Por lo tanto, el paulatino descenso de los porcentajes arbóreos que se observa ca. 850-75 cal BC (2800-2025 cal BP, AD-1), junto con el indicio de que el bodón poseería una comunidad de ciperáceas poco desarrollada, podría estar indicando la existencia de un período desfavorable en relación con unas temperaturas bajas y unas precipitaciones menores que en épocas posteriores. Estas mismas características se han descrito en otras secuencias, como en la Ría de Vigo ca. 975-250 cal BC (Desprat *et al.*, 2003) y Las Tablas de Daimiel anterior a 150 cal BC (Gil García *et al.*, 2006).

En la siguiente fase (AD-2), ya en época romana, se observa un fuerte incremento tanto del componente arbóreo como de las ciperáceas, que muestran los valores más altos de toda la secuencia polínica en una cronología ca. 75 cal BC-300 cal AD (2025-1650 cal BP, AD-2) (Fig.5). El hecho de que *Quercus caducifolia* y *perennifolia* incrementen sus porcentajes en detrimento de los de *Juniperus* tipo podría estar haciendo referencia al tránsito a unas condiciones más húmedas y térmicas; mientras que la desaparición de *Pinus pinaster* y el aumento de la presen-

cia de *Pinus sylvestris* tipo quizás esté haciendo relación a una gestión antrópica del territorio. De hecho, la presencia del Tipo 200, MNP de origen fúngico (van Geel *et al.*, 1989; Kuhry, 1997), y del Tipo 179, un MNP de aspecto vasiforme y que probablemente esté relacionado con algún invertebrado acuático (van Geel *et al.*, 1983, 1989) (Fig.5), ponen de manifiesto la permanencia de una lámina de agua de características estacionales. Esta lámina de agua poseería un cinturón ribereño de ciperáceas mucho más desarrollado que en la época anterior, por lo que este tramo cronológico poseería unas características más húmedas. Una mayor humedad y un aumento de las temperaturas, relacionadas con la fase climática denominada Período Cálido Romano, también han sido descritas en las secuencias anteriormente citadas: en la Ría de Vigo ca. 250 cal BC-450 cal AD (Desprat *et al.*, 2003), en Las Tablas de Daimiel su cronología es de ca. 150 cal BC-250 cal AD (Gil García *et al.*, 2006), mientras que en la turbera gallega de Penido Vello se extiende ca. 0-500 cal AD y con una temperatura estimada de 2,2°C superior a la registrada en la actualidad (Martínez Cortizas *et al.*, 1999).

En la zona polínica AD-3 (ca. 300-800 cal AD; 1650-1150 cal BP) se observa cómo los porcentajes arbóreos disminuyen con respecto a la fase descrita como el Período Cálido Romano (Fig.5), siendo ahora los más importantes *Juniperus* tipo y *Pinus pinaster*, que son taxa que viven bajo unas condiciones más secas. Las ciperáceas también muestran una reducción importante de sus porcentajes, indicando una fase más seca que la anterior, aunque el Tipo 200 sigue indicando la persistencia de encharcamiento estacional, por lo que el sistema acuático no desaparecería. Las condiciones pasarían de eutróficas en AD-2 a meso-eutróficas en esta zona, tal y como indican los MNPs *Spirogyra* y *Closterium idiosporum* (Tipo 60). Este último microfósil, correspondiente a zigósporas, además de indicar condiciones meso-eutróficas, tiene preferencia por aguas frías (van Geel, 1976; van Geel *et al.*, 1981; Kuhry, 1985), por lo que se constata una disminución de las temperaturas con respecto a la fase anterior. Este episodio climático más frío y seco, detectado en esta secuencia ca. 300-800 cal AD (Fig.5), ha sido también descrito como correspondiente al Período Frío Altomedieval en la Ría de Vigo ca. 450-950 cal AD (Desprat *et al.*, 2003), en Las Tablas de Daimiel ca. 270-950 cal AD (Gil García *et al.*, 2006), y en el lago de Estanya en el Pre-Pi-

rieno en un cronología ca. 160-820 cal AD (Riera *et al.*, 2004).

Entre ca. 800-1450 cal AD (1150-500 cal BP, AD-4) se asiste a una lenta recuperación arbórea, que va en paralelo también con un paulatino incremento de los porcentajes de Cyperaceae (Fig.5). Estos hechos podrían estar indicando la vuelta a unas condiciones climáticas más favorables, en términos de aumento de la humedad y las temperaturas. En este sentido, el Tipo 119 sigue indicando la permanencia de un sistema acuático más o menos estacional, mientras que la desaparición de *Closterium idiosporum* (Tipo 60), durante el intervalo cronológico comentado, señalaría una subida de las temperaturas de la lámina de agua, que podrían estar relacionadas con el trasvase a unas condiciones más térmicas. El hecho de que tras la época climáticamente desfavorable del Período Frío Altomedieval se produzca una recuperación climática ha sido descrito en otras secuencias como el Período Cálido Bajomedieval. Estas condiciones más térmicas y con tendencia hacia un aumento de la humedad poseen una cronología ca. 950-1400 cal AD tanto en la Ría de Vigo (Desprat *et al.*, 2003) como en Las Tablas de Daimiel (Gil García *et al.*, 2006), mientras que en la turbera gallega de Penido Vello es de ca. 750-1000 cal AD y con una temperatura estimada de 1,9°C más que en la actualidad (Martínez Cortizas *et al.*, 1999).

Tras el Período Cálido Bajomedieval se ha descrito la ocurrencia de la fase de la Pequeña Edad del Hielo (Bradley & Jones, 1993). En Las Tablas de Daimiel se manifiesta con una alternancia de períodos cálidos y fríos posteriores a 1400 cal AD (Gil García *et al.*, 2006), mientras que en el lago de Estanya se observa como una fase constantemente fría, pero con alternancia de períodos secos y húmedos: ca. 1490-1580 cal AD es húmedo, ca. 1580-1760 es seco, y se vuelve a condiciones más húmedas ca. 1760-1870 cal AD (Riera *et al.*, 2004). Desprat *et al.* (2003) la definen también como una época fría con una cronología entre 1400-1850 cal AD y Muñoz Sobrino *et al.* (2007) entre 1500-1750 cal AD, ambos en la Ría de Vigo. En el lago de Sanabria Luque y Julià (2002) la fechan entre 1300-1585 cal AD, y en la turbera gallega de Penido Vello se refleja ca. 1400-1800 cal BP, estimando una temperatura de aproximadamente 1,7°C menor que en la actualidad según Martínez Cortizas *et al.* (1999). En la secuencia presentada en este trabajo, el bodón de Al-

menara de Adaja, se constata ca. 1450-1800 cal AD (500-150 cal BP) una disminución de la temperatura del sistema acuático en la zona polínica AD-5, como puede inferirse con la nueva presencia de *Closterium idiosporum* (Tipo 60) (Fig.5), mientras que la curva de ciperáceas fluctúa, mostrando una fase más seca entre dos húmedas, tal y como describe Riera *et al.* (2004). Aunque en este caso la cronología de las fases húmedas es ca. 1450-1500 cal AD y 1650-1800 cal AD, y la de la fase más seca es de ca. 1500-1650 cal AD, esta última coincidente con una ligera bajada de los porcentajes arbóreos.

Desde 1800 cal AD hasta la actualidad (AD-6) sólo hay dos muestras, pero parece que se estabilizan las curvas de arbóreos y ciperáceas, mientras que la desaparición de *Closterium idiosporum* (Tipo 60) marcaría una subida de las temperaturas (Fig.5). El paso hacia unas condiciones más estables y cálidas desde finales de la Pequeña Edad del Hielo hasta la actualidad ha sido igualmente descrito en la Ría de Vigo por Desprat *et al.* (2003) desde 1850 cal AD y en el lago de Estanya por Riera *et al.* (2004) desde 1870 cal AD.

5.2. Actividad antrópica durante los últimos 2.800 años

El área vallisoletana de la zona de Almenara de Adaja debe su fama arqueológica a la existencia de una villa romana con ricos mosaicos, bajo la cual existen numerosas huellas de una ocupación humana más o menos interrumpida entre el Neolítico y la Edad del Hierro (Delibes & Moure, 1973; Balado Pachón, 1989; Delibes *et al.*, 1995; Delibes & Guerra, 2004). La secuencia palinológica presentada en este trabajo tiene su origen en los momentos iniciales de la Edad del Hierro ca. 850 cal BC (Fig.5). Este momento es sumamente interesante debido a que en toda Europa se producen una serie de transformaciones de gran calado, entre las que podemos citar el aumento numérico y de tamaño de los poblados, la creciente jerarquización social y el desarrollo de la tecnología metalúrgica del hierro (Collis, 1997) que asimismo se ven reflejadas en el registro arqueológico de la Meseta Norte (Romero *et al.*, 2008). Los datos procedentes del bodón (zona polínica AD-1) concuerdan con diversos análisis palinológicos llevados a cabo en yacimientos vallisoletanos de la Primera

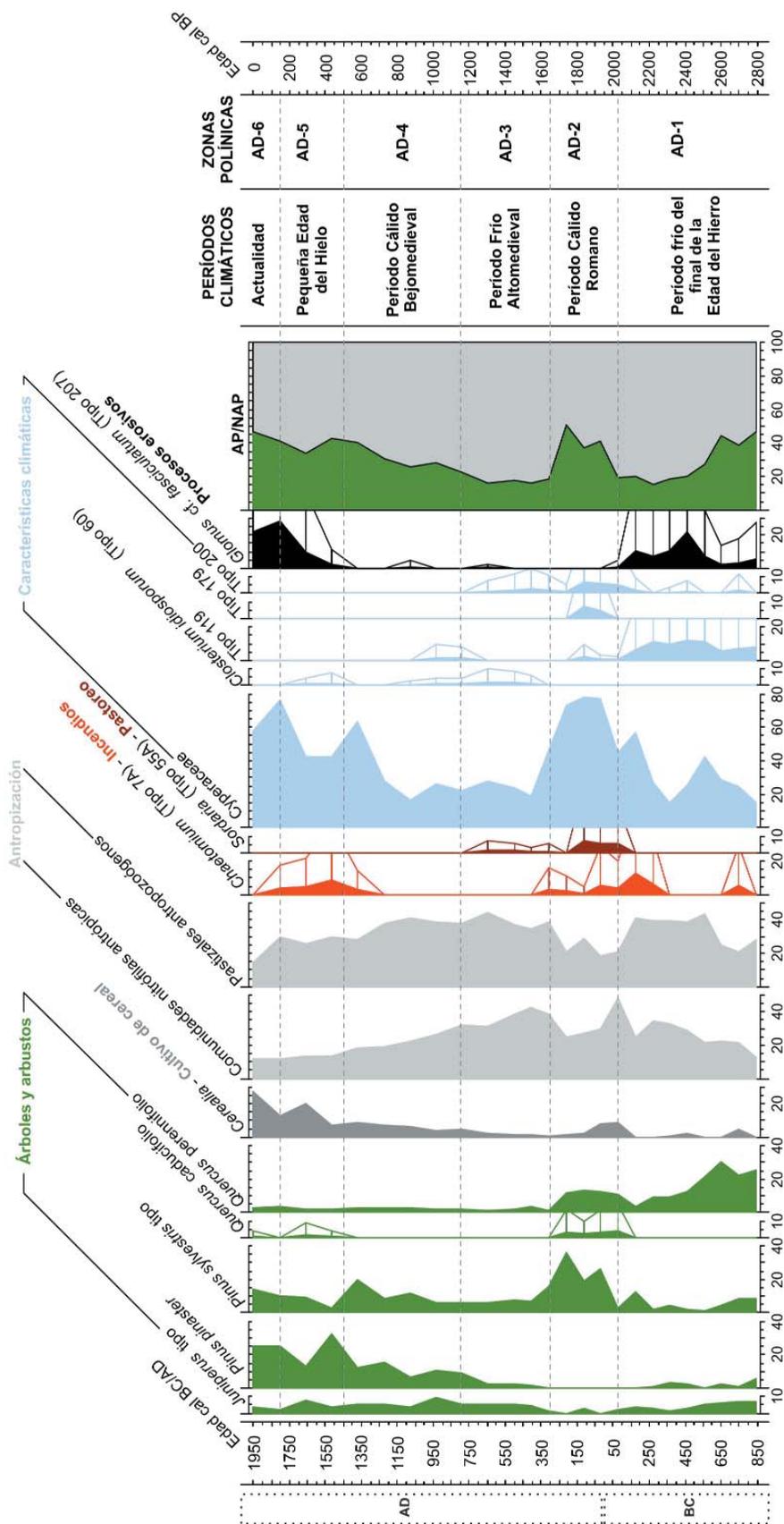


Figura 5. Diagrama polínico sintético de Almenara de Adaja en función de la edad. El grupo de comunidades nitrofilas antropógenas es el resultado de la suma de los porcentajes de Aster tipo, Cardueae, Cichorioideae y Boraginaceae; mientras que el grupo de pastizales antropozógenos es el resultado de la suma de Poaceae, Urtica dioica tipo, Plantago lanceolata tipo y Chenopodiaceae/Amaranthaceae.

Figure 5. Synthesized pollen diagram from Almenara de Adaja based on age. The group of nitrophilous communities is the sum of the percentages of different types like Aster type, Cardueae, Cichorioideae and Boraginaceae, while the group of anthropozoogenous pasture is the sum of Poaceae, Urtica dioica type, Plantago lanceolata type and Chenopodiaceae/Amaranthaceae.

y Segunda Edad del Hierro, en concreto con los de El Soto de Medinilla, El Cerro de La Mota y La Era Alta (Mariscal, 1995; Ruiz Zapata, 1995; Yll, 1995), los cuales, *grosso modo*, también dan cuenta de un paisaje sumamente deforestado de dominancia herbácea, con abundancia de pastos gramíneos y nitrófilos, presencia de pino haciendo referencia al paisaje regional, palinomorfos indicativos de presión pastoral, documentación palinológica más o menos esporádica de cerealicultura, bajo porcentaje de pastos húmedos y un clima fundamentalmente seco (Fig.5). La aparición de cereal, además también queda confirmada por estudios carpológicos (Hopf, 1973; Cubero Corpas, 1995; Romero & Cubero, 1999).

Para la época romana (zona polínica AD-2), aunque muy importante en la zona debido a la existencia de la villa, no se poseen estudios ambientales. La villa romana de Almenara de Adaja data de la segunda mitad del siglo IV cal AD, aunque se construyó en un solar previamente ocupado por las instalaciones de una ocupación agrícola de otra villa del siglo III y primera mitad del IV cal AD. Pero incluso se han recuperado algunos restos cerámicos anteriores, concretamente de los siglos I y II cal AD (García Merino, 2008). Todos estos datos ponen de manifiesto la ocupación de este territorio durante todo el período romano (Alto y Bajo Imperio) siendo, además, las estructuras relacionadas con asentamientos de carácter agropecuario los elementos de ocupación más importantes. El carácter agropecuario de los asentamientos romanos queda refrendado polínicamente por el hecho de que la curva de polen de cereal se hace constante, y no intermitente como durante la Edad del Hierro (Fig.5). Otro hecho que ratifica el carácter agropecuario de estas villas es que se constata la persistencia de la ganadería detectada durante la Edad del Hierro, pero mucho más intensificada. Esta intensificación puede inferirse de la presencia de las esporas de *Sordaria* (Tipo 55A) (Fig. 5), hongo coprófilo que vive sobre las heces (van Geel, 1978; van Geel *et al.*, 1983, 2003) y que indica que el establecimiento de las cabañas ganaderas en este momento es local, que no regional (López Sáez *et al.*, 2000; López Sáez & López Merino, 2007). El uso agropecuario del paisaje queda, pues, demostrado. Este uso también puede estar relacionado con la generalización de la ocurrencia de esporas de *Chaetomium* (Tipo 7A) (Fig. 5), hongo de ecología carbonífera que se usa como indicador de incendios (van

Geel, 1978; Kuhry, 1985), probablemente antrópicos cuando, como en este caso, hay una relación muy estrecha entre su presencia y la antropización del paisaje (López Sáez *et al.*, 1998, 2000).

Tras la caída del Imperio se produjo el abandono de las estructuras de esta villa y de otras cercanas, aunque se ha podido constatar una continuidad en su ocupación posterior, no obstante de manera bastante precaria y con persistencia de los usos agrícolas (García Merino, 2008). En el diagrama polínico (Fig. 5) se observa que, aunque las actividades agropecuarias continúan (zonas polínicas AD-3 y AD-4), se produce un descenso de la importancia de las mismas hasta época ya más reciente (zonas polínicas AD-5 y AD-6). Hace unos ca. 450 años es cuando pueden apreciarse de nuevo las evidencias de indicadores de incendios (*Chaetomium*); incendios que servirían para la apertura de los paisajes (que estaría relacionada con la proliferación de las clamidosporas de *Glomus* cf. *fasciculatum*, indicador de procesos erosivos; van Geel *et al.*, 1989) y utilización de esos espacios para la proliferación de los campos de cultivo, creando los paisajes que podemos observar hoy día tan típicos de las llanuras castellanas.

El uso del fuego para la apertura del espacio forestal se detecta desde el inicio del diagrama, aunque se intensifica en dos períodos. El primero de ellos es en cronología romana, donde la apertura de espacios se ha utilizado tanto para la instalación de campos de cultivo de cereal como para crear pastos de uso ganadero, como muestran los altos porcentajes de polen de cereal y de hongos coprófilos. Mientras que en el segundo de los períodos, ya en época reciente, la apertura del paisaje ha creado espacios tanto para la intensificación de los cultivos de cereal como para repoblaciones forestales, tal y como muestran de nuevo los altísimos porcentajes de polen de cereal y la proliferación moderna de *Pinus pinaster* (Fig. 5).

6. CONCLUSIONES

El análisis tanto de microfósiles polínicos como de no polínicos de una secuencia extraída de una laguna endorreica de carácter superficial y estacional en Almenara de

Adaja (Valladolid) ha demostrado una sensibilidad tanto a cambios climáticos como antrópicos:

Los MNPs relacionados con la existencia de unas condiciones acuáticas junto con las fluctuaciones en las curvas de las ciperáceas y de los elementos arbóreos han revelado la existencia de distintos ciclos climáticos durante los últimos 2.800 años: i) una fase fría y seca entre 850-75 cal BC (AD-1), ii) la más cálida y húmeda del Período Cálido Romano entre 75 cal BC-300 cal AD (AD-2), iii) una nueva etapa desfavorable (Período Frío Altomedieval) ca. 300-800 cal AD (AD-3), iv) el retorno a unas condiciones más térmicas y húmedas del Período Cálido Bajomedieval ca. 800-1450 cal AD (AD-4), y iv) las condiciones más frías de la Pequeña Edad de Hielo entre 1450-1800 cal AD, con una fase seca entre dos húmedas (AD-5).

Además, el diagrama polínico muestra síntomas antrópicos desde su comienzo en la Edad del Hierro, pero es la época romana la que estableció las bases de las transformaciones paisajísticas para entender el paisaje actual de la zona de estudio, convirtiendo la zona en un espacio altamente agrícola y ganadero.

7. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Germán Delibes de Castro (Universidad de Valladolid) por su gran ayuda en la localización y sondeo para la obtención de este registro, a Marta Fernández García por su asistencia técnica en el laboratorio, y a los revisores del manuscrito por mejorar el mismo con sus aportaciones. Este trabajo ha sido financiado por el Programa Consolider TCP-CSD2007-00058 (*Programa de Investigación en Tecnologías para la valoración y conservación del Patrimonio Cultural*).

8. BIBLIOGRAFÍA

Balado Pachón, A. 1989. *Excavaciones en Almenara de Adaja: El poblamiento prehistórico*. Excma. Diputación Provincial de Valladolid, Valladolid.

Bradley, R.S. & Jones, P.D. 1993. 'Little Ice Age' summer temperature variations: their nature and relevance to recent global warming trends. *The Holocene*, 3 (4), 367-376.

Collis, J. 1997. *The European Iron Age*. Routledge, London.

Cubero Corpas, C. 1995. Estudio paleocarpológico de yacimientos del valle medio del Duero. En: Delibes, G., Romero, F. & Morales, A. (Eds.), *Arqueología y Medio Ambiente. El Primer Milenio A.C. en el Duero Medio*. Junta de Castilla y León, Valladolid, 371-394.

Delibes, G. & Guerra, E. 2004. Contexto y posible significado de un cuenco Ciempozuelos con decoración simbólica de ciervos hallado en Almenara de Adaja (Valladolid). En: Baquedano, E. y Rubio, S. (Coord.), *Miscelánea en Homenaje a Emiliano Aguirre. Vol. IV: Arqueología*. Museo Arqueológico Regional de Madrid, Alcalá de Henares, 116-125.

Delibes, G. & Moure, A. 1973. Excavaciones arqueológicas en la villa romana de Almenara de Adaja (Provincia de Valladolid). *Campaña de 1969. Noticiario Arqueológico Hispánico*, Arqueología II, 9-50.

Delibes, G., Romero, F. & Morales, A. 1995. *Arqueología y Medio Ambiente. El Primer Milenio A.C. en el Duero Medio*. Junta de Castilla y León, Valladolid, 357-370.

Desprat, S., Sánchez Goñi, M.F. & Loutre, M-F. 2003. Revealing climatic variability of the last three millennia in northwestern Iberia using pollen influx data. *Earth and Planetary Science Letters*, 213, 63-78.

Fægri, K. & Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. 4th Edn. John Wiley & Sons, Chichester.

Franco Múgica, F., García Antón, M. & Sainz Ollero, H. 1998. Vegetation dynamics and human impact in the Sierra de Guadarrama, Central System, Spain. *The Holocene*, 8 (1), 69-82.

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., García Antón, M., Maldonado Ruiz, J., Morla Juaristi, C. & Sainz Ollero, H. 2005. Ancient pine forest on inland dunes in the Spanish northern meseta. *Quaternary Research*, 63, 1-14.

García Merino, C. 2008. Almenara de Adaja y las villas de la submeseta norte. En: Fernández Ochoa, C., García-Entero, V. & Gil Sendino, F. (Eds.), *Las villae tardorromanas en el occidente del Imperio: arquitectura y función. IV Coloquio Internacional de Arqueología en Gijón*. Ediciones Trea, Gijón, 167-191.

Gil García, M.J., Ruiz Zapata, M.B., Santisteban, J.I., Mediavilla, R., López-Pamo, E. & Dabrio, C.J. 2006. Late Holocene environments in Las Tablas de Daimiel (south central Iberian peninsula, Spain). *Vegetation History and Archaeobotany*, 16 (4), 241-250.

Goeury, C. & Beaulieu, J.L. de 1979. À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores*, 21, 239-251.

Gómez González, C. 2007. *Actividad antrópica y vegetación en el valle del Lozoya (Madrid) durante el Holoceno reciente*. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid.

Grimm, E.C. 1992. *Tilia, version 2*. IL 62703. Illinois State Museum, Research and Collection Center, Springfield.

Grimm, E.C. 2004. *TGVView*. Illinois State Museum, Springfield.

Hopf, M. 1973. Pflanzendunfe aus Nordspanien: Cortes de Navarra – Soto de Medinilla. *Madrider Mitteilungen*, 14, 133-142.

Kuhry, P. 1985. Transgression of a raised bog across a coversand ridge originally covered with an oak-lime forest. Palaeoecological study of

- a Middle Holocene local vegetational succession in the Amstven (northwest Germany). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 44, 303-353.
- Kuhry, P. 1997. The palaeoecology of a treed bog in western boreal Canada: a study based on microfossils, macrofossils and physico-chemical properties. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 96, 183-224.
- López Sáez, J.A. 2005. Reconstrucciones paleoambientales a partir de estudios paleopalinológicos y precisiones sobre el uso del método de datación por ^{14}C . En: Alcorlo, P., Redondo, R. & Toledo, J. (Eds.), *Nuevas técnicas metodológicas aplicadas al estudio de los sistemas ambientales: los isótopos estables*. Universidad Autónoma de Madrid-G.E.B, Madrid, 93-110.
- López Sáez, J.A. & López Merino, L. 2007. Coprophilous fungi as a source of information of anthropic activities during the Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, Spain): the archaeopalynological record. *Revista Española de Micropaleontología*, 39 (1-2), 103-116.
- López Sáez, J.A., López García, P. & Burjachs, F. 2003. Arqueopalinología: Síntesis Crítica. *Polen*, 12, 5-35.
- López Sáez, J.A., van Geel, B. & Martín Sánchez, M. 2000. Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica. En: Oliveira Jorge, V. (ed.), *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica*, Actas 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. IX. Adecap, Oporto, 11-20.
- López Sáez, J.A., van Geel, B., Farbos-Texier, S. & Diot, M.F. 1998. Remarques paléocéologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France. *Revue de Paléobiologie*, 17 (2), 445-459.
- López-Sáez, J.A., López-Merino, L., Mateo, M.A., Serrano, O., Pérez-Díaz, S. & Serrano, L. 2009. Palaeoecological potential of the marine organic deposits of *Posidonia oceanica*: a case study in the NE Iberian Peninsula. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 271, 215-224.
- Luque, J.A. & Julià, R. 2002. Lake sediment response to land-use and climate change during the last 1000 years in the oligotrophic Lake Sanabria (northwest of Iberian Peninsula). *Sedimentary Geology*, 148, 343-355.
- Mariscal, B. 1995. Análisis polínico de los yacimientos de la Edad del Hierro de El Soto de Medinilla (campana de 1989-1990) y El Cerro de La Mota en Medina del Campo, Valladolid. En: Delibes, G., Romero, F. & Morales, A. (Eds.), *Arqueología y Medio Ambiente. El Primer Milenio A.C. en el Duero Medio*. Junta de Castilla y León, Valladolid, 337-350.
- Martínez Cortizas, A., Pontevedra Pombal, X., Nóvoa Muñoz, J.C., García-Rodeja, E. & Shotyk, W. 1999. Mercury in a Spanish peat bog: archive of climate change and atmospheric metal deposition. *Science*, 284, 939-942.
- Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinson, M.E. 1991. *Pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications, Londres.
- Muñoz Sobrino, C., García-Gil, S., Diez, J.B. & Iglesias, J. 2007. Palynological characterization of gassy sediments in the inner part of Ría de Vigo (NW Spain). New chronological and environmental data. *Geo-Marine Letters*, 27 (2-4), 289-302.
- Pals, J.P., van Geel, B. & Delfos, A. 1980. Palaeoecological studies in the Klokkeweel bog near Hoogkarspel (Noord Holland). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 30, 371-418.
- Peñalba, C., Arnold, M., Guiot, J., Duplessy, J.-C. & de Beaulieu, J.-L. 1997. Termination of the Last Glaciation in the Iberian Peninsula inferred from the pollen sequence of Quintanar de la Sierra. *Quaternary Research*, 48 (2), 205-214.
- Reimer, P.J.; Baillie, M.G.L.; Bard, E.; Bayliss, A.; Beck, J.W.; Bertrand, C.; Blackwell, P.G.; Buck, C.E.; Burr, G.; Cutler, K.B.; Damon, P.E.; Edwards, R.L.; Fairbanks, R.G.; Friedrich, M.; Guilderson, T.P.; Hughen, K.A.; Kromer, B.; McCormac, F.G.; Manning, S.; Bronk Ramsey, C.; Reimer, R.W.; Remmele, S.; Southon, J.R.; Stuiver, M.; Talamo, S.; Taylor, F.W.; van der Plicht, J. & Weyhenmeyer, C.E. 2004. IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, 46, 1029-1058.
- Riera, S., Wansard, G. & Julià, R. 2004. 2000-year environmental history of a karstic lake in the Mediterranean Pre-Pyrenees: the Estanya Lakes (Spain). *Catena*, 55, 293-324.
- Riera, S., López-Sáez, J.A. & Julià, R. 2006. Lake responses to historical land use changes in Northern Spain: The contribution of non-pollen palynomorphs in a multiproxy study. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141, 127-137.
- Romero, F. & Cubero, C. 1999. Agricultura y recolección en la cultura del Soto (Primera Edad del Hierro en el Valle medio del Duero). En: Buxó, R. & Pons, E. (Dirs.), *Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'Edat del Ferro de l'Europa Occidental: de la producció al consum*. Sèrie Monogràfica 18, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona, 169-187.
- Romero, F., Sanz, C. & Álvarez-Sanchís, R. 2008. El primer milenio A.C. en las tierras del interior peninsular. En: Gracia, F. (Coord.): *De Iberia a Hispania*. Ariel Prehistoria, Madrid, 649-731.
- Ruiz Zapata, B. 1995. Análisis polínico del yacimiento "Soto de Medinilla". Campana de 1986-1987 en el poblado vacceo. En: Delibes, G., Romero, F. & Morales, A. (Eds.), *Arqueología y Medio Ambiente. El Primer Milenio A.C. en el Duero Medio*. Junta de Castilla y León, Valladolid, 351-356.
- Ruiz Zapata, M.B., López Sáez, J.A., Vegas, J., López García, M.J., Pérez González, A., Gil García, M.J., Dorado, M. & Valdeolmillos, A. 2003. Environmental changes during the Late Glacial-Holocene transition in Sierra de Neila (Laguna Grande lacustrine record, Spain). En: Ruiz Zapata, M.B., Dorado, M., Valdeolmillos, A., Gil, M.J., Bardají, T., Bustamante, I. & Martínez, I. (Eds.), *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean region*. Universidad de Alcalá de Henares – Ministerio de Ciencia y Tecnología –INQUA, Alcalá de Henares, 139-147.
- Sánchez Goñi, M.F. & Hannon, G.E. 1999. High-altitude vegetational pattern on the Iberian Mountain Chain (north-central Spain) during the Holocene. *The Holocene*, 9 (1), 39-57.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen spores*, 13, 614-621.
- van Geel, B. 1976. *A paleoecological study of Holocene peat bog sections, based on the analysis of pollen, spores and macro and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals*. Academisch proefschrift, Hugo de Vries laboratorium, Universitet van Amsterdam.
- van Geel, B. 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae,

- cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25, 1-120.
- van Geel, B., Bohncke, S.J.P. & Dee, H. 1981. A palaeoecological study of an upper Late Glacial and Holocene sequence from "De Borchert", The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 31, 367-448.
- van Geel, B., Coope, G.R. & Hammen, T. van der. 1989. Palaeoecology and stratigraphy of the Late-glacial type section al Usselo (The Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 60, 25-129.
- van Geel, B., Hallewas, D.P. & Pals, J.P. 1983. A Late Holocene deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of N-Holland, The Netherlands): palaeoecological and archaeological aspects. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 38, 269-335.
- van Geel, B., Buurman, J., Brinkkemper, O., Schelvis, J., Aptroot, A., van Reenen, G. & Hakbijl, T. 2003. Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science*, 30, 873-883.
- Wright, H.E. & Patten, H.J. 1963. The pollen sum. *Pollen et Spores*, 5 (2), 445-450.
- Yll, R. 1995. Análisis polínico de los yacimientos de la Edad del Hierro de Soto de Medinilla, La Era Alta y La Mota (Valladolid). En: Delibes, G., Romero, F. & Morales, A. (Eds.), *Arqueología y Medio Ambiente. El Primer Milenio A.C. en el Duero Medio*. Junta de Castilla y León, Valladolid, 357-370.

MANUSCRITO RECIBIDO: 2 de abril, 2009

MANUSCRITO ACEPTADO: 21 de abril, 2009

