

COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACIÓN, DURANTE
EL ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAR, EN LA SECUENCIA FU-1
(LAGUNA DEL MAAR DE FUENTILLEJO,
CAMPO DE CALATRAVA, CIUDAD REAL)

*Vegetation evolution during the Last Maximum Glacial Period in
FU-1 sequence (Fuentillejo Lacustrine Maar, Campo de Calatrava,
Ciudad Real)*

RUIZ-ZAPATA, M. B.¹; VEGAS, J.²; GARCÍA-CORTÉS, A.²; GIL GARCÍA, M. J.¹;
TORRES, T.³; ORTIZ, J. E.³; GALÁN, L.² & PÉREZ-GONZÁLEZ, A.⁴

¹ *Departamento de Geología. Edificio de Ciencias. Campus Universitario. Universidad de Alcalá (Alcalá de Henares. Madrid). blanca.ruiz@uab.es*

² *Instituto Geológico y Minero de España. IGME. Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid. España*

³ *Laboratorio de Estratigrafía Biomolecular. E.T.S.I. Minas. Ríos Rosas, 21. 28003 Madrid. España*

⁴ *Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana. Avda. de la Paz, 28. 09004 Burgos*

Recepción: 2008-10-20; Aceptación: 2009-01-22

RESUMEN: Se presentan los datos polínicos, procedentes del sondeo Fuentillejo-1 (FU-1), realizado en el centro de la laguna del *maar* de Fuentillejo (Campo de Calatrava, Ciudad Real). La descripción del registro sedimentario de los primeros 10 m, correspondiente a la unidad litológica 23 del registro sedimentario del sondeo FU-1, ha permitido interpretar cuáles fueron los condicionantes ambientales y climáticos con anterioridad a 20240 a. cal. BP. El descenso de la masa forestal, la pérdida de diversidad y la existencia de niveles estériles en el contenido de polen definen las características climáticas durante el Último Máximo Glaciar; la recuperación del bosque mediterráneo y la actividad antrópica identifican al Holoceno.

PALABRAS CLAVE: polen, Holoceno, Último Máximo Glaciar, *maar*, Ciudad Real.

SUMMARY: We show data pollen, of core in Fuentillejo-1 (FU-1) located in the *maar* lake Fuentillejo site (Campo de Calatrava, Ciudad Real), in order to know the palaeoenvironmental changes. The sedimentary record upper 10 m (unit 23), show a deposition of different sedimentary facies, during the last 20240 a. cal BP. The decrease of forest and low diversity values are characteristics to the Last Maximum Glacier. The expansion of thermophilous trees and human activity signal have been identified the Holocene.

KEY WORDS: pollen, Holocene, Last Maximum Glacier, *maar*, Ciudad Real.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal reconstruir el paisaje vegetal y su comportamiento durante los últimos 30.000 años, en la región central peninsular. Así mismo, los cambios en la vegetación permitirán establecer las características paleoclimáticas en el área de estudio. Los datos que se presentan corresponden a la información proporcionada por los primeros 10 m del sondeo FU-1, realizado en la laguna de Fuentillejo (Campo de Calatrava, Ciudad Real). Esta laguna (Fig. 1), al igual que otras de la zona, se ha desarrollado a expensas de la existencia de cráteres de explosión originados mediante procesos eruptivos hidromagmáticos, denominados *maares*.

El *maar* de Fuentillejo tiene unas dimensiones de 450 x 250 m de diámetro interno y 1.400 x 1.400 m de diámetro externo. Al norte está rodeado por un anillo de tobas, con una diferencia de altura de 40 m, mientras que el lado sur está limitado por una pared de cuarcitas de más de 120 m de altura. Desde su origen, la cuenca lacustre ha sido un sistema cerrado, con tres abanicos aluviales principales que han aportado material detrítico (cuarcitas, rocas volcánicas

y fragmentos piroclásticos). La laguna que existe actualmente es temporal, con un perímetro de 2.513 m, una superficie de 12,15 hectáreas y aguas hiposalinas, con un pH entre 9,7-9,9 y una conductividad entre 3,40-4,68 mS/cm. Su relleno sedimentario tiene una potencia de 140 m (VEGAS *et al.*, 2006).

Desde el punto de vista bioclimático, la zona de estudio se ubica en el piso mesomediterráneo, caracterizado por presentar unas temperaturas medias anuales entre 13 y 17 °C y unas precipitaciones medias, correspondientes a un ombroclima seco, próximas a los 400 mm anuales (PEINADO LORCA & MARTÍNEZ-PARRAS, 1987); perteneciente a la región biogeográfica mediterránea, domina la vegetación esclerófila, representada por la encina y a mayor altitud y en zonas de umbría, bosque de caducifolios, así como algunas coníferas y el matorral. Sin embargo, el paisaje vegetal actual está muy degradado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sondeo FU-1 tiene una potencia de 140 m, rescatados mediante una máquina de perforación del IGME y conservados en Cajas de sondeos (64 x

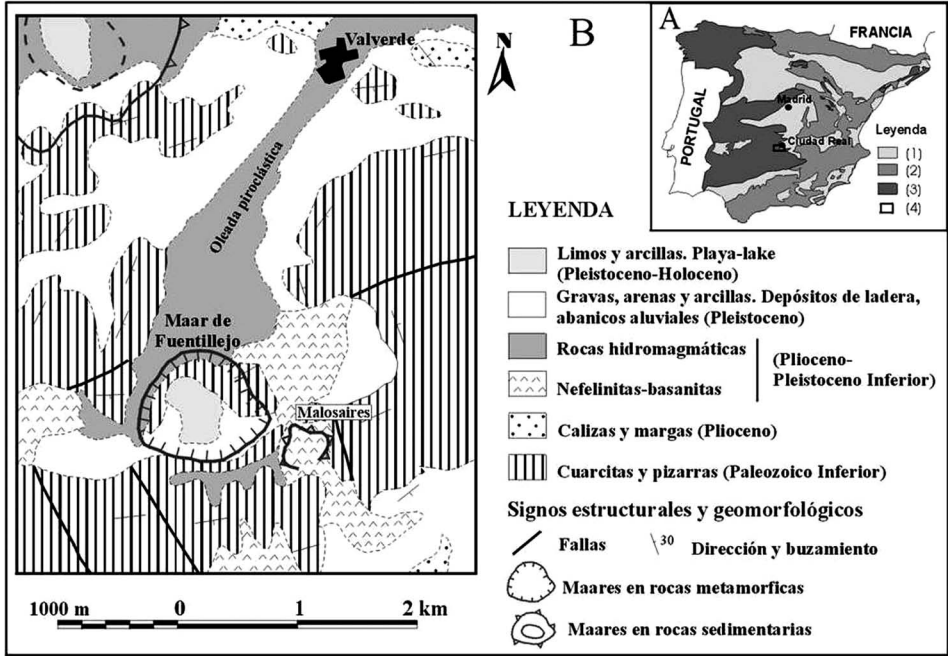


FIGURA 1. Mapa de situación: (A) y (B) Contexto geológico del *maar* de Fuentillejo (Ciudad Real).

44 cm), en una Cámara fría a 4 °C, de la Litoteca de sondeos del IGME (Peñarroya, Córdoba). La toma de muestras se llevó a cabo mediante la división longitudinal del sondeo realizado en el registro sedimentario, sin consolidar, con una guillotina de corte electroosmótico del IGME (VEGAS *et al.*, 2006), de manera que parte del registro quede conservado como control.

El registro sedimentario está dividido en 23 unidades litoestratigráficas principales, que se pueden resumir en 6 tipos básicos de facies lacustres: capas detríticas gradadas que definen episodios erosivos en la

cuenca de drenaje; ritmitas detríticas, correspondientes a una sedimentación en ambiente profundo en un lago de carácter oligotrófico, con un fuerte componente extracuenal; ritmitas orgánicas-carbonáticas, indicadoras de una sedimentación en ambiente profundo con una elevada productividad; evaporitas, desarrolladas bajo condiciones de disminución de la lámina de agua, en un medio de elevada salinidad en ambiente semiárido (lago efímero); sapropel, originado en ambiente profundo, con una elevada productividad y preservación, en un lago permanentemente estratificado y con fondo anóxico; margas y

limos masivos con estructuras de bioturbación, correspondientes a ambiente lacustre somero, con episodios de desecación. De ellas, sólo la unidad 23, definida para los 10 m primeros de la secuencia, es objeto de este trabajo (Fig. 2). El perfil estudiado cuenta con 4 dataciones de radiocarbono (Tabla 1), ajustadas mediante la curva de calibración INTACAL04 (REIMER *et al.*, 2004) y con una probabilidad del 95%; además se presenta el valor medio de la calibración (VEGAS *et al.*, 2008).

El muestreo para el análisis polínico se ha realizado cada 10 cm y el sedimento se ha tratado químicamente, mediante ataque con ácidos y álcalis, de acuerdo con los protocolos estándar establecidos (COÛTEAUX, 1977; MOORE *et al.*, 1991); el residuo se ha sometido a técnicas de enriquecimiento mediante flotación en licor denso de Thoulet (GOEURY & BEAULIEU, 1979) y conservado en tubos ependorff con glicerina. La lectura mínima por muestra ha variado de 2 a 5 láminas para obtener una media de 300 a 500 granos de polen. El tratamiento estadístico de los datos se ha llevado a cabo con el paquete informático TILIA® y TILIA-GRAPH® y TGVIEW 1.6.2 (GRIMM, 1987), mediante el cual se han representado en porcentajes relativos las frecuencias de los taxones arbóreos, arbustivos y herbáceos, calculados sobre la suma base (Fig. 3), empleando la suma total, para la representación de los taxones acuáticos, las esporas y los microfósiles no polínicos. Los microfósiles no polínicos (NPPs), que constituyen una herramienta adicional a la hora de interpretar las condiciones ambientales del entorno debido a su carácter local

(LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2000, 2005; LÓPEZ SÁEZ & LÓPEZ MERINO, 2007; RIERA *et al.*, 2006), se han determinado siguiendo la tipología numérica establecida por la escuela de B. VAN GEEL (VAN GEEL, 1978, 2001; VAN GEEL *et al.*, 1981, 2003), aunque los NPPs detectados en esta secuencia pueden identificarse a nivel genérico (VAN GEEL *et al.*, 2003; LÓPEZ SÁEZ *et al.*, 2000, 2005). Además se ha realizado un análisis de rarefacción (Analytic Rarefaction 1.3, BRONK-RAMSEY, 2000) para medir la diversidad biológica del registro y estimar la riqueza polínica (Fig. 4).

RESULTADOS

La Unidad sedimentaria 23 del sondeo FU-1 se define para los primeros 10 m y está constituida en líneas generales por limos y margas; de muro a techo de la misma se han definido 8 subunidades (Fig. 2); de ellas, las denominadas Unidad 23.1, 23.3, 23.5 y 23.7 (VEGAS *et al.*, 2008a) son de tipo arcilloso y de carácter masivo, de color anaranjado y con cuarzo como componente principal. Sin embargo, la Unidad 23.2 está constituida por margas masivas, de color gris-crema con dolomita, presentando en la mitad de la unidad (7,65-7,90 m) un nivel intensamente bioturbado. En la Unidad 23.4 las margas presentan laminación paralela hacia el techo, y los minerales más abundantes son el cuarzo y la dolomita. La Unidad 23.6 está constituida por arenas medias y margas masivas, con un nivel intermedio con laminación paralela. Finalmente la Unidad 23.8, formada por margas masivas de color crema, presenta laminación

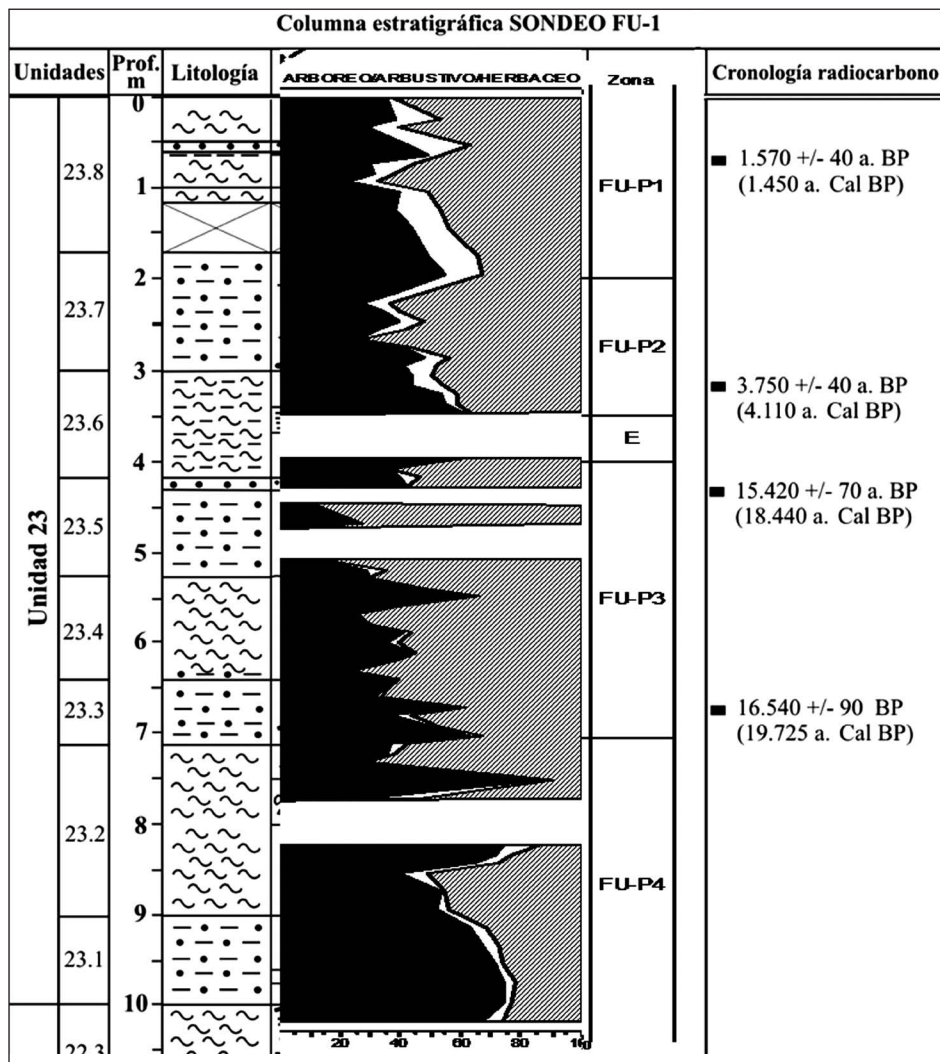


FIGURA 2. Relación entre las unidades litoestratigráficas del perfil FU-1 y las zonas polínicas.

paralela difusa. Su formación se sitúa con anterioridad a los 19725 cal. BP.

Desde el punto de vista polínico (Fig. 3), se han contabilizado un total de

38 taxones de los que 11 son arbóreos, 3 arbustivos y 24 herbáceos, junto a 4 elementos acuáticos, esporas monoletas y triletas y los NPPs tipo T-207 (*Glomus*

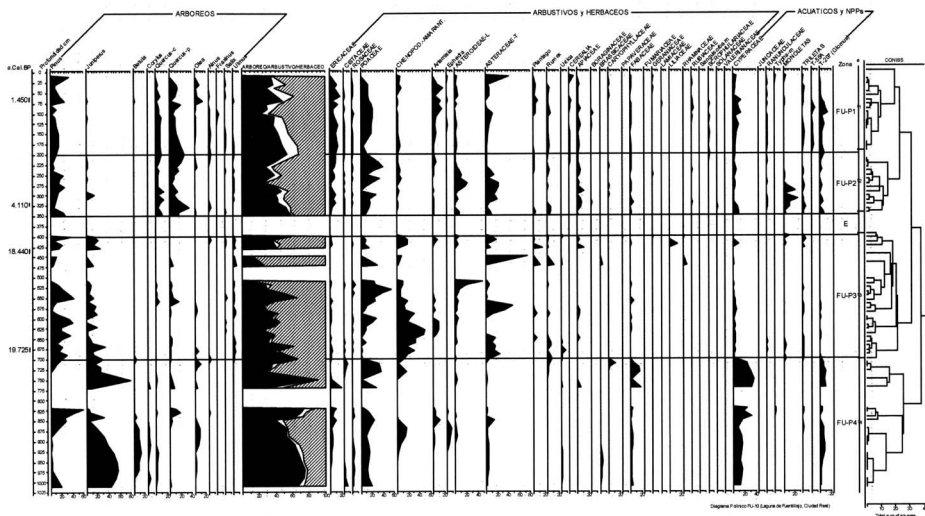


FIGURA 3. Diagrama Polínico FU-1.10 (Laguna del *maar* de Fuentillejo, Ciudad Real).

cf. *fasciculatum*) y T-55 A (*Sordaria* sp). *Pinus* es el elemento principal, tanto porcentual como presencialmente, de la vegetación arbórea, acompañado por *Juniperus* y de un modo más esporádico por taxones de carácter termófilos (*Quercus* tipo perennifolio y *Olea*), mesófilos (*Corylus* y *Quercus* tipo caducifolio), frescos (*Betula*) y taxones riparios (*Alnus*, *Fraxinus*, *Salix* y *Ulmus*). El componente arbustivo no es muy representativo y lo conforma fundamentalmente Ericaceae. La vegetación herbácea está dominada por Poaceae, Asteraceae tubuliflorae y liguliflorae y Amaranthaceae-Chenopodiaceae, junto a un cortejo variado en el que destacan los taxones nitrófilos (*Plantago*, *Rumex* y *Urtica*). Los elementos acuáticos son, en general, poco representativos y están dominados por Cyperaceae y en menor

medida Juncaceae, Ranunculaceae y *Typha* mónada. En cuanto a los NPPs, destaca el tipo T-207 (*Glomus* cf. *fasciculatum*), asociado a procesos de deforestación, y el T-55 A (*Sordaria* sp.), de afinidad coprófila. Estos datos permiten inferir unas condiciones de carácter mediterráneo con fluctuaciones en la temperatura y en la precipitación, así como en la disponibilidad de agua. No obstante, los cambios observados en la estructura y composición de la vegetación a lo largo de la secuencia estudiada permiten detectar algunos eventos de carácter climático controlados fundamentalmente por el factor temperatura. Bajo esta perspectiva y con la ayuda del análisis cluster, se ha subdividido el diagrama en 4 grandes zonas polínicas (Fig. 3), cuyos límites no se ajustan a las divisiones establecidas a

nivel estratigráfico, como consecuencia de un desfase en la velocidad de respuesta de la litología y la vegetación. En cuanto a los valores de la diversidad (Fig. 4), aportados por el análisis de la rarefacción, en las zonas polínicas 3 y 4, los valores oscilan entre 10 y 15, en

la zona-2 entre 15 y 20 y en la zona-1, supera el valor de 20, llegando a superar 25. Resulta de interés observar que, de un modo general, la diversidad tiende a aumentar hacia el techo de la secuencia, sin embargo, a nivel individual, en cada una de las zonas, la tendencia de muro

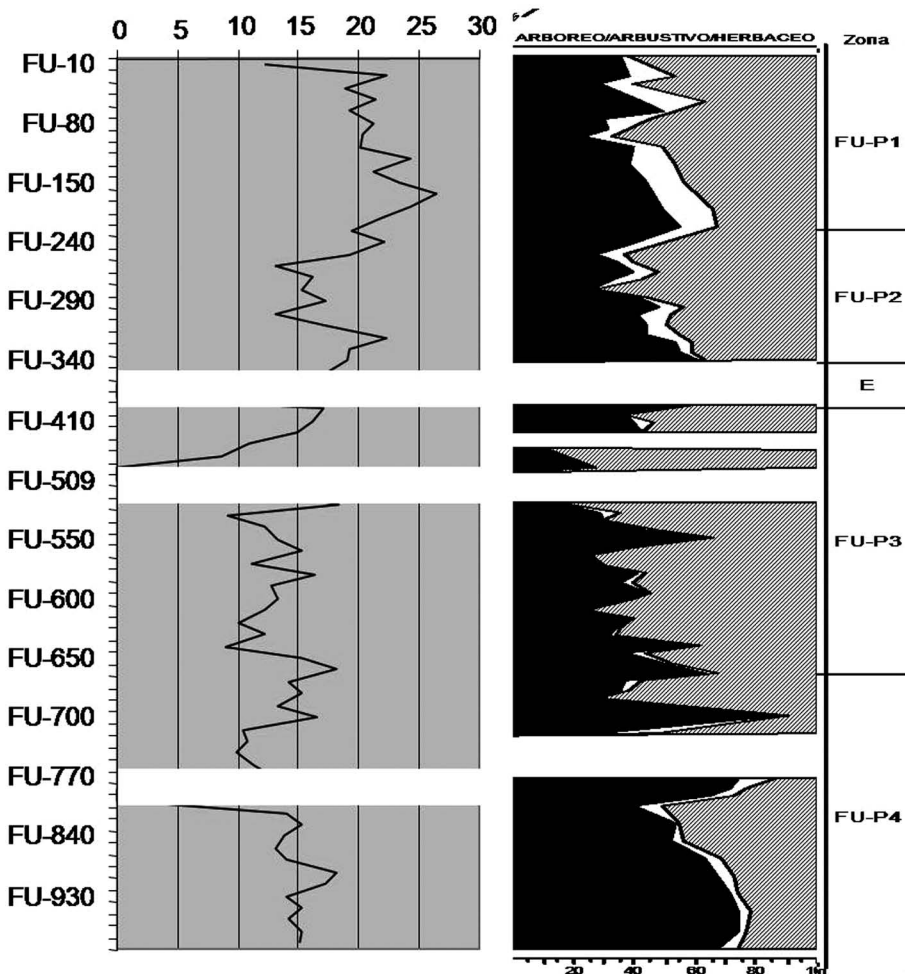


FIGURA 4. Variaciones del índice de rarefacción en el perfil FU-1 y su relación con la curva de polen arbóreo-arbustivo-herbáceo y las zonas polínicas.

a techo está siempre caracterizada por el descenso en el valor de la diversidad.

Zona FU-P4: desarrollada con anterioridad a los 19725 a. cal. BP, abarca las unidades sedimentarias 23.1 y 23.2. Está caracterizada por el dominio del estrato arbóreo debido a la expansión de *Juniperus*, acompañado en baja proporción por *Corylus* y *Quercus* tipo caducifolio. El grupo arbóreo muestra una clara tendencia al retroceso, proceso asociado al desarrollo de *Glomus* cf. *fasciculatum* y cambios en su composición, de manera que el descenso de *Juniperus* favorece la expansión de *Betula*, posteriormente la de *Olea*, *Pinus* y *Quercus*-p, para nuevamente desarrollarse *Juniperus*. A ello se une la expansión progresiva de Ericaceae, el dominio de Poaceae en el grupo herbáceo y la expansión de Cyperaceae entre las acuáticas. En cuanto a la diversidad, en la mitad inferior de la zona los valores se aproximan a 15, sin embargo, una vez superado el nivel estéril, dichos valores son próximos a 10; es decir, hay una pérdida progresiva de este parámetro. De algún modo, la Unidad 23.1 representaría unas condiciones más frescas frente a una mayor termicidad en gran parte de la unidad 23.2, en cuyo techo se detectan nuevamente síntomas de un enfriamiento asociados a un descenso de la lámina de agua que favorecería la expansión de las Cyperaceae. El deterioro de las condiciones ambientales culmina con el desarrollo de una fase estéril, coincidente con las huellas de bioturbación, pudiendo deducir una situación de baja o nula lámina de agua, que podría traducirse en unas condiciones más secas.

Zona FU-P3: se inicia en 19725 a. cal. BP y 18440 a. cal. BP y abarca las Unidades sedimentarias U.23.3, U.23.4 y U.23.5 que se caracteriza por presentar niveles estériles que abarcan hasta la mitad inferior de la unidad sedimentaria U.23.6. Domina el estrato herbáceo, debido fundamentalmente a la expansión de los taxones estépico y xéricos y al aumento de los taxones nitrófilos. La vegetación arbórea está constituida por *Pinus* y *Juniperus*, en porcentajes inferiores a los de la zona anterior, al igual que ocurre con *Olea* y *Quercus* tipo perennifolio; por el contrario, aumenta ligeramente la representación de los taxones de ribera (*Ulmus*). El estrato arbustivo está poco representado y en el herbáceo destaca la aparente sustitución de Amaranthaceae-Chenopodiaceae por Poaceae y finalmente por Asteraceae. Otro dato a destacar es el fuerte descenso de Cyperaceae. El índice de diversidad varía de un valor alrededor de 15 en la base, hacia valores más próximos a 10 en el techo de la zona. Todo parece indicar un deterioro progresivo de las condiciones climáticas que llevan a la instalación gradual de un clima de carácter más seco.

Zona-FU-P2: abarca la mitad superior de la unidad U 23.6 y la totalidad de la unidad U.23.7 y está datada en la base en 4110 a. cal. BP. Destaca en ella la expansión del estrato arbóreo, debido al desarrollo de ambos tipos de *Quercus*, *Pinus* se mantiene en valores muy próximos a los de la zona anterior, *Juniperus* alcanza los valores más bajos del diagrama y de un modo discreto se detecta la presencia continua de *Olea*;

Profundidad m	Muestra	¹⁴ C B.P.	años Cal B.P.*	Mediana Cal B.P.**
0,45	Beta- 204449	1.570±40	1540-1.360	1.450
3,22	Beta- 215418	3.750±40	4.240-3.980	4.110
4,35	Beta- 204450	15.420±70	18.880-18.000	18.440
6,75	Beta- 190136	16.540±90	20.240-19.210	19.725

TABLA 1. Dataciones de Radiocarbono (AMS), del sondeo Fuentillejo FU-1. Calibración de la edad (2 σ 95%)*. Mediana de la Calibración (INTCAL98, STUIVER *et al.*, 1998)**.

aumenta la diversidad en el grupo de taxones de ribera. Entre los arbustos destaca el desarrollo de Ericaceae y en menor medida de Cistaceae y Rosaceae. El conjunto herbáceo está dominado por Poaceae y en menor medida por Asteraceae, y los taxones nitrófilos, como *Plantago* y *Rumex*, comienzan a presentar una curva continua. Se recupera la curva de Cyperaceae y de *Glomus* cf. *fasciculatum* (T-207), así como presencias esporádicas del tipo 55 A (*Sordaria* sp.) de ecología coprófila. El índice de diversidad varía de muro a techo entre 20 y 15. Se infieren unas condiciones de tipo mediterráneo, con fluctuaciones en la disponibilidad de agua.

Zona FU-P1: se define para los 2 primeros metros de sondeo que corresponden a la unidad estratigráfica U-23.8; se ha obtenido una datación de 1450 a. cal. BP en los 65 cm. En cuanto al comportamiento de la vegetación, destaca la expansión de *Olea* y la reducción de los dos tipos de *Quercus*. Se detecta un aumento de Ericaceae y en el grupo

herbáceo se expande *Artemisia*, se detectan presencias de *Ephedra* y se observa una curva continua de Cerealia. Aumentan los porcentajes de los NPPs T-207 (*Glomus* cf. *fasciculatum*) y T-55 A (*Sordaria* sp.). En esta zona se detectan los valores más altos de la diversidad, que varían de 25 a 20. Se constata un proceso de marcada antropización.

DISCUSIÓN

En el marco temporal que abarca la secuencia estudiada, tenemos representado, en las zonas polínicas 3 y 4, el estadio isotópico 2 (IMG), definido en líneas generales por una masa forestal constituida fundamentalmente por *Pinus* que alterna con *Juniperus*, el cual va marcando los episodios más fríos y cuya tendencia general es de un marcado retroceso, favoreciendo el desarrollo de las herbáceas, donde dominan Chenopodiaceae, así como unos valores bajos del índice de rarefacción. Las crisis climáticas más significativas en este

momento las constituyen los eventos H2, H1 y el YD (VEGAS *et al.*, 2008a, 2008b). A nivel polínico el evento H 2, definido en la unidad 23.1 (9-10 m), está caracterizado por la expansión de *Juniperus*, denotando unas condiciones frías y áridas, la posterior suavización del clima que favorece el desarrollo de *Betula* y posteriormente de taxones mesófilos y termófilos. El evento H1, ubicado en la unidad 23.3 (6,5-7 m), en este caso está caracterizado por el desarrollo de Chenopodiaceae. En cuanto al evento YD, definido en la unidad 23.5 (4,5 y 5,25 m), el registro polínico es fragmentario ya sea como consecuencia del frío extremo que inhibió el desarrollo de la vegetación, sin descartar el hecho de que las estructuras sedimentarias, en este intervalo, definen momentos de situación subáerea del sedimento, lo que podría explicar la falta de registro (unas condiciones secas sobre la lámina de agua de la laguna y la calidad de esas aguas podrían afectar al proceso de fosilización de los granos de polen). Estos periodos fríos y xéricos se constatan en áreas próximas, a través del desarrollo de depósitos dunares y eólicos (PÉREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1983; RODRÍGUEZ GARCÍA y PÉREZ-GONZÁLEZ, 1999), cuyo contenido polínico de *Pinus* y *Juniperus* como taxones arbóreos dominantes (RUIZ ZAPATA *et al.*, 2000) define las condiciones esteparias del paisaje junto a la presencia de Asteraceae y Chenopodiaceae.

En cuanto al Holoceno, la secuencia FU-1 sólo detecta la recuperación térmica a partir de los 4000 BP; en este Holoceno superior, el bosque mediterráneo desarrollado presenta síntomas de

retroceso, asociados a un descenso de la tasa de humedad y a un cierto grado de actividad antrópica. Al comparar esta secuencia con la obtenida en el sondeo CC-17 del vecino Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel (DORADO *et al.*, 1999, 2002) y cuyo registro se desarrolla con anterioridad a los 9890 ± 180 BP, o con el realizado en Castillo de Calatrava (GARCÍA ANTÓN *et al.*, 1986) datado con anterioridad a los 6240 ± 190 BP, se puede apreciar como, desde inicios del Holoceno, en la zona se desarrolla una vegetación típicamente mediterránea que a partir del Holoceno superior acusa el efecto del aumento de temperatura y el descenso de humedad en el desarrollo de la masa forestal. A partir de los 1730 ± 80 BP, tanto en Castillo de Calatrava como en la secuencia FU-1 se detecta un aumento de la xericidad y de la actividad antrópica; estos hechos se han constatado igualmente en los registros PNTD (VALDEOLMILLOS, 2000) y (GIL GARCÍA *et al.*, 2007, 2008) procedentes del Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel, donde el retroceso de los taxones acuáticos y heliófilos es testigo de la reducción de la lámina de agua en el humedal.

CONCLUSIONES

A la vista de todo lo expuesto se pueden establecer las siguientes conclusiones: (i) Durante el Último Máximo Glaciar, la masa forestal de *Pinus* y *Juniperus* muestra una tendencia general hacia el retroceso, asociada al descenso del índice de diversidad; estos hechos favorecen la expansión de Amaranthaceae-

Chenopodiaceae, Asteraceae y Poaceae.
(ii) Se han podido detectar los eventos, fríos y áridos, correspondientes a los eventos H2, marcado por el dominio de *Juniperus*, y H1, por la expansión de Chenopodiaceae; sin embargo, el evento YD se define en un intervalo donde abundan niveles sin contenido en polen así como hiatos sedimentarios.
(iii) En cuanto al Holoceno, representado únicamente desde los 4110 cal. BP, la vegetación detectada, típicamente mediterránea, refleja inicialmente la respuesta al aumento de la temperatura y el descenso de la precipitación y a partir

de 1450 a cal. BP, se une a esos factores la actividad antrópica en el entorno.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto CGL2004-06212/BTE «Variabilidad climática y ambiental en el centro de la Península Ibérica durante el Cuaternario. Estudio de alta resolución del registro lacustre del sondeo FU-1 (laguna de Fuentillejo, Ciudad Real)» y proyecto interno del IGME «Estudio Paleoclimático del *Maar* de Fuentillejo» (CC 54.020).

BIBLIOGRAFÍA

- BRONK-RAMSEY, C. (2000): *Analytic Rarefaction 1.3* (OxCal Version 3.5). <http://www.rlaha.ox.ac.uk/orau/index.htm>.
- COÛTEAX, M. (1977): A propos de l'interpretation des analyses polliniques de sediments minéraux, principalement archéologiques. *In: Le Milieu Végétal, les faunas et l'Homme. Supplément Bulletin A.F.E.Q.*, 47: 259-276.
- DORADO VALIÑO, M.; VALDEOLMILLOS RODRÍGUEZ, A.; RUIZ ZAPATA, M. B.; GIL GARCÍA, M. J. & BUSTAMANTE GUTIÉRREZ, I. (1999): Evolución climática durante el Holoceno en la Cuenca Alta del Guadiana (Submeseta Sur Ibérica). *Cuaternario y Geomorfología*, 13(1-2): 19-32.
- DORADO VALIÑO, M.; VALDEOLMILLOS RODRÍGUEZ, A.; RUIZ ZAPATA, M. B.; GIL GARCÍA, M. J. & BUSTAMANTE GUTIÉRREZ, I. (2002): Climatic changes since the Lateglacial/Holoceno transition in the Mancha plain (South Central Iberian Peninsula, Spain) and their evidence in Las Tablas Daimiel marshlands. *Quaternary International*, 93-94: 73-84.
- GARCÍA ANTÓN, M.; MORLA JUARISTI, C.; RUIZ ZAPATA, M. B. & SÁINZ OLLERO, H. (1986): Contribución al conocimiento del paisaje vegetal Holoceno en la Submeseta Sur Ibérica: Análisis polínico de sedimentos higroturbosos en el Campo de Calatrava (Ciudad Real, España). *In: F. LÓPEZ VERA (ed.), Quaternary Climate in Western Mediterranean*: 189-204. Madrid.
- GIL GARCÍA, M. J.; RUIZ ZAPATA, M. B.; MEDIAVILLA LÓPEZ, R.; SANTISTEBAN, J. I.; DOMÍNGUEZ-CASTRO, F. & DABRIO GONZÁLEZ, C. (2008): Registro de los cambios humanos y naturales en el humedal de las Tablas de Daimiel (Ciudad Real, España). *GeoTemas*, 10: 1471-1474.
- GIL GARCÍA, M. J.; RUIZ ZAPATA, M. B.; SANTISTEBAN, J. I.; MEDIAVILLA, R.; LÓPEZ-PAMO, E. & DABRIO, C. J. (2007): Late Holocene environments in Las tablas de Daimiel (South Central Iberian Peninsula, Spain). *Veget. Hist. Archaeobot.*, 16: 241-250.
- GOEURY, C. L. & BEAULIEU, J. L. (1979): À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liquer de Thoulet dans les sediments minéraux. *Pollen et Spores*, 21: 239-251.
- GRIMM, E. C. (1987): CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers. Geosciences.*, 13: 13-35.
- 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*, 38(1-2): 49-75.
- LÓPEZ SÁEZ, J. A.; LÓPEZ MERINO, L.; CUGNY, C. & GALOP, D. (2005): Paleoecología de medios húmedos: el aporte de los microfósiles no polínicos. *Nuestra Tierra*, 3: 13-15.
- LÓPEZ SÁEZ, J. A.; VAN GEEL, B. & MARTÍN SÁNCHEZ, M. (2000): Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica. *In: 3.º Congreso de Arqueología Peninsular, Actas*: 11-20.
- MOORE, P. D.; WEBB, J. A. & COLLISON, M. E. (1991): *Pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 216 pp.
- PEINADO LORCA, M. & MARTÍNEZ PARRA, J. M. (1987): Castilla-La Mancha. *In: M. PEINADO LORCA y S. RIVAS MARTÍNEZ (eds.), La vegetación de España*: 163-196. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; ALEXANDRE, T.; PINILLA, A. & GALLARDO, J. (1983): El paisaje eólico de la llanura aluvial de San Juan (Llanura Manchega Central). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 5: 631-656.
- REIMER, P. J.; BAILLIE, M. G. L.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BECK, J. W.; BERTRAND, C. J. H.;

- BLACKWELL, P. G.; BUCK, C. E.; BURR, G. S.; CUTLER, K. B.; DAMON, P. E.; EDWARDS, R. L.; FAIRBANKS, R. G.; FRIEDRICH, M.; GUILDERSON, T. P.; HOGG, A. G.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; McCORMAC, G.; MANNING, S.; RAMSEY, C. B.; REIMER, R. W.; REMMELE, S.; SOUTHON, J. R.; STUIVER, M.; TALAMO, S.; TAYLOR, F. W.; VAN DER PLICHT, J. & WEYHENMEYER, C. (2004): INTCAL04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, 46: 1029-1058.
- 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.
- RODRÍGUEZ GARCÍA, J. A. & PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1999): Clasificación geomorfológica de los humedales y fondos endorréicos de La Mancha centro-occidental. *Geogaceta*, 19: 83-89.
- RUIZ ZAPATA, M. B.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; DORADO VALIÑO, M.; VALDEOLMILLOS RODRÍGUEZ, A.; BUSTAMANTE GUTIÉRREZ, I. & GIL GARCÍA, M. J. (2000): Caracterización climática de las etapas áridas del Pleistoceno Superior en la Región Central Peninsular. *Geotemas*, 1(4): 273-278.
- STUIVER, M.; REIMER, P. J.; BARD, E.; BECK, J. W.; BURR, G. S.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; McCORMAC, G.; VAN DER PLICHT, J. & SPURK, M. (1998): INTCAL98 Radiocarbon age calibration, 24000-0 cal BP. *Radiocarbon*, 40(3): 1041-1083.
- VAN GEEL, B. (1978): A Palaeoecological study of Holocene peat bog section in Germany an The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25: 1-120.
- VAN GEEL, B. (2001): Non-pollen palynomorphs. In: J. P. SMOL, H. J. B. BIRKS & W. M. LAST (eds.), *Tracking environmental change using lake sediments; volume 3: Terrestrial, algal and silicaceous indicators*, 99-119. Kluwer Academic Publishers.
- 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.; BUURMAN, J.; BRINKKEMPER, O.; SCHELVIS, J.; APTROOP, 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.
- VEGAS, J.; GARCÍA-CORTÉS, A.; GALÁN, L.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A. & MARTÍN-SERRANO, A. (2006): El registro sedimentario lacustre del maar de Fuentillejo (Ciudad Real). *Boletín Geológico y Minero*, 117: 339-349.
- VEGAS, J.; RUIZ ZAPATA, M. B.; ORTIZ, J. E.; GALÁN, L.; TORRES, T.; GARCÍA-CORTÉS, A.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A. & GALLARDO-MILLÁN, J. L. (2008a): Identificación de las principales fases áridas del Pleistoceno superior en el registro sedimentario lacustre del maar de Fuentillejo (Campos de Calatrava). *Geo-Temas*, 10: 1468-1470.
- VEGAS, J.; RUIZ ZAPATA, M. B.; ORTIZ, J. E.; GALÁN, L.; TORRES, T.; GARCÍA-CORTÉS, A.; GIL-GARCÍA, M. J.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A. & GALLARDO-MILLÁN, J. L. (2008b): Identification of arid phases during the last 50 kyr Cal BP from the Fuentillejo maar lacustrine record (Campo de Calatrava Volvanic Field, Spain). *Journal Quaternary Science* (in press).