

MANUEL CASAS GALLEGO, AMPARO VALCÁRCEL ESTORS, FERNANDO TAPIAS GÓMEZ, HÉCTOR GIMENO GARCÍA, JOSEP A. CASABÓ I BERNAD, MARIO LÓPEZ RECIO, JORGE MORÍN DE PABLOS

RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL DEL PLEISTOCENO SUPERIOR EN LA DESEMBOCADURA DEL RÍO MILLARS A TRAVÉS DEL ANÁLISIS PALINOLÓGICO

Se presentan los resultados del análisis palinológico efectuado sobre sedimentos del Pleistoceno superior en la desembocadura del río Millars, que han permitido detectar un episodio frío que interrumpe la vegetación presente en la zona y ejerce un efecto de debilitamiento sobre el caudal del río. La interpretación paleoclimática está basada en la variación de los porcentajes de Pinus, Juniperus, arbustos mesotermófilos y elementos acuáticos.

Palabras clave: análisis palinológico, río Millars, Pleistoceno Superior, paleovegetación, paleoambiente.

POLLEN ANALYSIS AND PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE UPPER PLEISTOCENE FROM THE MILLARS RIVER MOUTH

Pollen analysis of sediments from the Millars river mouth (Upper Pleistocene) has been conducted. Results are discussed on the basis of the percentage changes of Pinus, Juniperus, mesothermophilous taxa and stagnant water vegetation. It is inferred the occurrence of a cold episode and the original vegetation interruption.

Key words: pollen analysis, Millars river, Upper Pleistocene, paleovegetation, paleoenvironment.

INTRODUCCIÓN

Con motivo de las obras de adecuación ambiental y uso educativo de la desembocadura del río Millars se han efectuado entre los años 2007 y 2009 la prospección arqueológica, la caracterización geológica, geomorfológica y estratigráfica de las formaciones aluviales de este río y el control arqueológico de los movimientos de tierras. Se ha prestado una atención especial a la obtención de datos relativos a la reconstrucción paleoambiental de la zona de desembocadura del río durante el Pleistoceno mediante análisis paleobotánicos, paleontológicos y geocronológicos, cuyos resultados se presentan a continuación. Este proyecto de actuación arqueológica de carácter

interdisciplinar ha sido autorizado por la Direcció General de Patrimoni Cultural Valencià, la Delegació Territorial de Castelló (Conselleria de Cultura), ejecutado por Auditores de Energía y Medio Ambiente S.A. y financiado por la Confederación Hidrográfica del Júcar y Tragsa.

ÁREA DE ESTUDIO

LOCALIZACIÓN Y MEDIO FÍSICO

El curso bajo del río Millars y su desembocadura se localizan en la Plana Baja de Castellón. El valle del Millars en su curso final está muy modificado por la acción

antrópica (canteras, urbanizaciones y por las labores agrícolas). Una consecuencia de esta transformación antrópica del río es la inexistencia de una red natural secundaria de drenaje, la cual ha sido sustituida por un sistema de acequias. A su vez la sobreexplotación del acuífero subterráneo para usos agrícolas y de abastecimiento de agua de las crecientes poblaciones cercanas hace que el caudal del río se encuentre descolgado de las corrientes subterráneas que pudieran abastecerlo en su curso bajo. Pese a todo ello, el tramo final del Millars no está demasiado deteriorado, coincidiendo con un pequeño abanico deltaico que hace de transición con su desembocadura al mar. En esta desembocadura el cauce se divide en tres brazos inactivos. Las crecidas tienen dos épocas de máxima frecuencia, junio y septiembre. Junio es más típico de las crecidas de los ríos ibéricos, mientras que septiembre y octubre lo son de los mediterráneos. Por esta razón el Millars presenta un carácter mixto ibérico-mediterráneo.

VEGETACIÓN ACTUAL

La desembocadura del río Millars incluye dos ámbitos bien diferenciados: una zona interior de características fluviales, y un tramo final que presenta características de zona húmeda litoral. Presenta una vegetación de transición entre comunidades ligadas a medios acuáticos dulces y salobres.

En el primer tramo de la desembocadura la actividad humana ha eliminado prácticamente las comunidades de ribera y dominan los cañaverales, con algunos ejemplares dispersos de adelfa (*Nerium oleander*) y taray (*Tamarix gallica*).

En el tramo final, últimos 1500 m, el carácter permanente de la lámina de agua permite el desarrollo de una mayor cobertura riparia, aunque en su mayoría dominada por helófitos. El cauce se ensancha y el agua se ralentiza, formándose lagunas litorales en las que aparece la vegetación más peculiar: elementos acuáticos y subacuáticos (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Cladium mariscus*, diversas especies de *Carex* y *Cyperus*) y comunidades heliófilas (*Schoenus nigricans*, *Centaurea dracunculifolia*, *Linum maritimum*, *Plantago crassifolia*) que se mezclan con especies típicas riberañas aisladas (*Salix atrocinerea*, *Populus nigra*). A medida que nos acercamos a la costa, encontramos juncales y comunidades psammófilas.

De manera general, abundan las especies de afinidad nitrófila como la olivarda (*Dittrichia viscosa*) y la caña común (*Arundo donax*), que representa en el último tra-

mo aproximadamente el 45% de la vegetación y se encuentra acompañada por carrizales, zarzales, adelfares y tarayales. También aparecen puntualmente ejemplares de especies alóctonas de dimensiones considerables, como es el ricino (*Ricinus communis*). La vegetación agrícola que rodea la del cauce está dominada por los cultivos de cítricos, principalmente mandarinos, y la vegetación herbácea que los acompaña.

MARCO GEOLÓGICO

Durante el seguimiento geoarqueológico de las obras de adecuación ambiental y uso educativo de la zona húmeda de la desembocadura del Millars se han documentado los niveles del fondo de valle. Se han tenido en cuenta los diferentes depósitos de conglomerados asociados con distintas fases aluvionares o terrazas, llevando a cabo un especial seguimiento de los depósitos relacionados con la distribución espacial de la terraza baja del propio río, desde el puente con la carretera CV-18 hasta la zona donde se forma el actual delta fluvial.

Se han diferenciado seis niveles de terrazas, correspondientes a seis etapas erosivas distintas. La mayor parte de las terrazas son de tipo erosivo, dándose casos en que una terraza erosiva pasa a otra de sedimentación. Dado que la mayor parte de las terrazas erosionan a mantos aluviales, sólo puede distinguirse la existencia de depósitos de aterramiento cuando el material que las forma está menos cementado. Los niveles de terraza son: T1 (+ 25-30 m) del Pleistoceno medio, T2 (+ 18-20 m) del Pleistoceno medio, T3 (+ 11 m) del Pleistoceno medio-superior, T4 (+ 5-7 m) del Pleistoceno superior, T5 (+ 3-5 m) del Pleistoceno superior-Holoceno y la T6 (+ 2-4 m) del Pleistoceno superior-Holoceno (para profundizar en este aspecto, véase el estudio geológico en profundidad de Casabó *et al.* incluido en este volumen).

SECUENCIA LITOESTRATIGRÁFICA

Se describe el perfil estratigráfico de la terraza baja T6 (+2-4 m), donde se tomaron las ocho muestras para análisis palinológico (fig. 1). El afloramiento documentado (a unos 3 km aguas arriba de la desembocadura del río Millars) tiene unos 2,2 m de espesor y está compuesto por distintos niveles de gravas carbonáticas en mayor o menor medida matrizsoportadas generadas por distintas fases de arroyada.

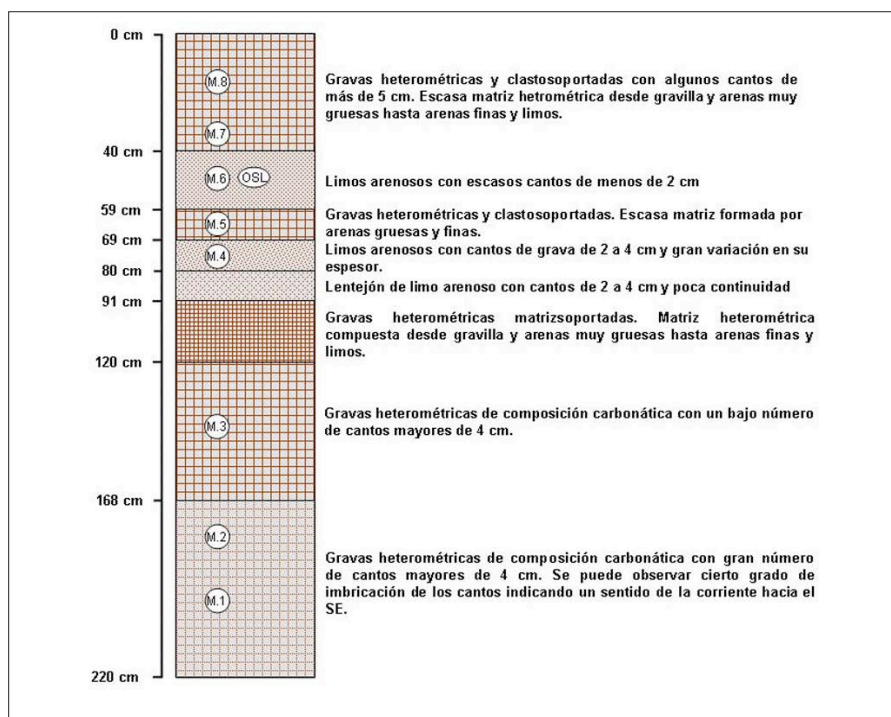


Fig. 1. Secuencia sedimentológica de la terraza T6 indicando los niveles donde se recogieron los materiales para el análisis palinológico y la datación OSL.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado palinológicamente ocho muestras tomadas en la terraza T6 (+ 2-4 m) de la ribera S de la desembocadura del río Millars, en Almassora (Castellón). Las coordenadas UTM del lugar de toma de muestras son *Datum European* 1950, Huso 30 X: 0752503 Y: 4424009.

Se ha efectuado la datación mediante OSL (Luminiscencia Ópticamente Estimulada) en el nivel sedimentario de la muestra 6 llevada a cabo en el Laboratorio de Datación y Radioquímica de la Universidad Autónoma de Madrid, arrojando una edad de 21.307 ± 1137 BP, correspondiente al Pleistoceno superior.

El tratamiento químico empleado para la extracción de palinomorfos ha sido el habitual en este tipo de sedimentos, siguiéndose el protocolo inicialmente propuesto por Faegri y Iversen (1989). Los sedimentos fueron sometidos a reacción con ácidos (HCl, HF) y bases (KOH, NaPO₃) alternativamente. El sedimento obtenido al final del proceso se conservó, parte en glicerina y parte en agua destilada, para su posterior montaje sobre portaobjetos y observación al microscopio óptico.

Para considerar significativos los recuentos de palinomorfos de las muestras se han identificado más de 200

granos de polen en cada una de ellas. En la elaboración de los diagramas polínicos se han excluido de la suma base los taxones hidro-higrófitos debido a su carácter extra-local.

El tratamiento de los datos obtenidos y la representación gráfica del diagrama polínico se han llevado a cabo mediante los programas tilia y tiliagraph 2.0 (Grimm 1992). Para el cálculo de la riqueza polínica se ha empleado el método volumétrico, que tiene en cuenta la masa de sedimento tratado, el volumen de levigado obtenido, el volumen de levigado utilizado para montar las preparaciones y el porcentaje de ese volumen que es observado durante el recuento polínico.

RESULTADOS

En la secuencia polínica de la terraza T6 se han identificado un total de 29 taxones o tipos polínicos, de los cuales siete son arbóreos, seis arbustivos, 12 herbáceos y cuatro correspondientes a plantas acuáticas (fig. 2). Además se han identificado 10 taxones de microfósiles no polínicos que constituyen la palinofacies 2. Además, se han identificado diez taxones de microfósiles no polínicos que constituyen la palinofacies de las muestras y han

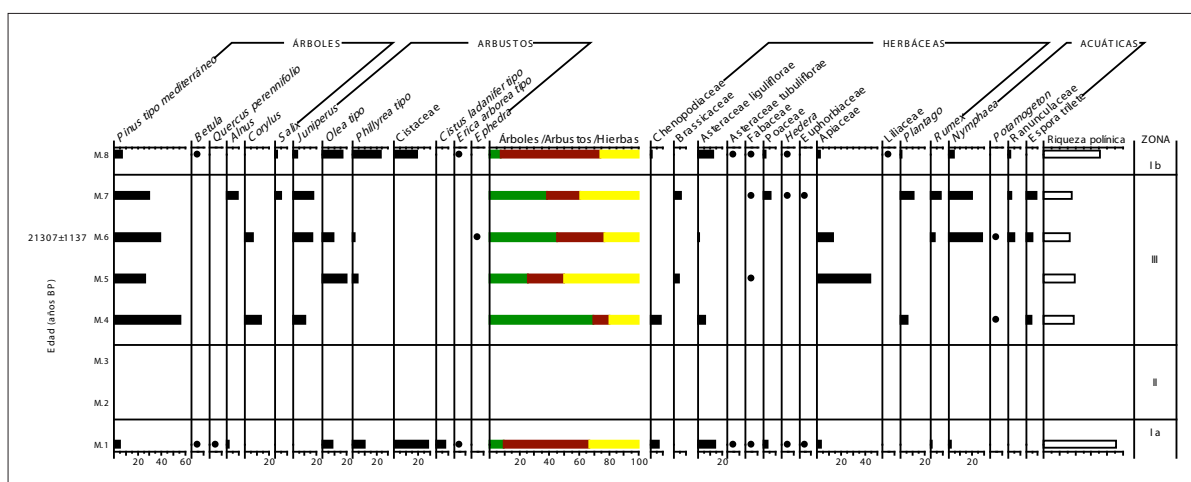


Fig. 2. Diagrama polínico de las ocho muestras estudiadas.

contribuido a su caracterización (fig. 3). En el diagrama polínico (fig. 2) destacan las altas concentraciones de *Pinus* como principal representante del estrato arbóreo. Los granos de polen de *Pinus* nos permiten asumir que se trata de pinos de tipo mediterráneo (*P. pinea*, *P. halepensis*) debido a su tamaño, demasiado grande para corresponder a pinos silvestres. En mucha menor proporción aparecen de manera puntual el abedul (*Betula*) y la encina o coscoja (*Quercus* tipo perennifolio) junto a elementos de ribera como el aliso (*Alnus*), el avellano (*Corylus*) o el sauce (*Salix*).

El estrato arbustivo está constituido fundamentalmente por acebuche (*Olea* tipo), labiérnago (*Phillyrea* tipo) y enebro (*Juniperus* tipo). Entre estos taxones anemófilos, de alta producción polínica, aparece *Cistaceae* un taxón zoófilo que alcanza importantes porcentajes. En menor medida encontramos brezo (*Erica arborea* tipo) y *Ephedra*. Este conjunto arbustivo estaría acompañado por un diverso cortejo herbáceo en el que jugarían un papel importante *Chenopodiaceae*, *Asteraceae liguliflorae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Apiaceae*, *Plantago* y *Rumex*. Otros taxones herbáceos identificados como *Hedera*, *Euphorbiaceae* y *Liliaceae* debieron tener menor importancia como nos indican sus bajos porcentajes en las muestras. Es muy destacable la presencia continua de elementos acuáticos o asociados a una alta humedad edáfica a lo largo de todo el diagrama polínico (*Nymphaea*: nenúfar, *Potamogeton*, *Ranunculaceae* y esporas de peridófitos).

La datación del nivel en el que ha sido tomada la muestra 6 nos permite estimar su sedimentación en unos 21.000 años BP, lo cual nos sitúa cerca del último máximo glacial.

Debemos considerar el conjunto de la secuencia polínica en el marco de esta edad obtenida. Independientemente de las diferencias porcentuales de los distintos estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, que serán discutidas más adelante, el diagrama polínico presenta una relativa homogeneidad. A pesar de ello se ha establecido una zonación del diagrama (fig. 2) que responde a la clara relación de semejanza entre las muestras 4, 5, 6 y 7.

Zona I: no presenta una continuidad temporal, sin embargo engloba las muestras 1 y 8 como consecuencia de similitudes en la asociación de los palinomorfos que contienen. Se trata de las muestras con mayor diversidad y con valores más altos de riqueza polínica (granos de polen por gramo de sedimento seco). El porcentaje de *Pinus* es sensiblemente inferior que en el resto de muestras y se observa un amplio dominio del componente arbustivo. Aparecen a modo de presencia *Betula* y *Erica arborea* tipo. Los microfósiles no polínicos Tipo 27 y *Pseudoschizaea* han sido identificados exclusivamente en esta zona. Asimismo algunas algas como *Botryococcus* aparecen como una señal más débil que en el resto de espectro polínico. Esta zona se ha dividido en dos subzonas:

- Zona Ia: representa el periodo de sedimentación de la zona I previo a los 21.000 años BP y a la zona II.
- Zona Ib: representa el periodo de sedimentación de la zona I posterior a los 21.000 años BP y a la zona II.

Zona II: caracterizada por la esterilidad de los sedimentos, representa un hiato polínico entre la muestra 2 y la muestra 3. El ambiente de sedimentación fluvial ha

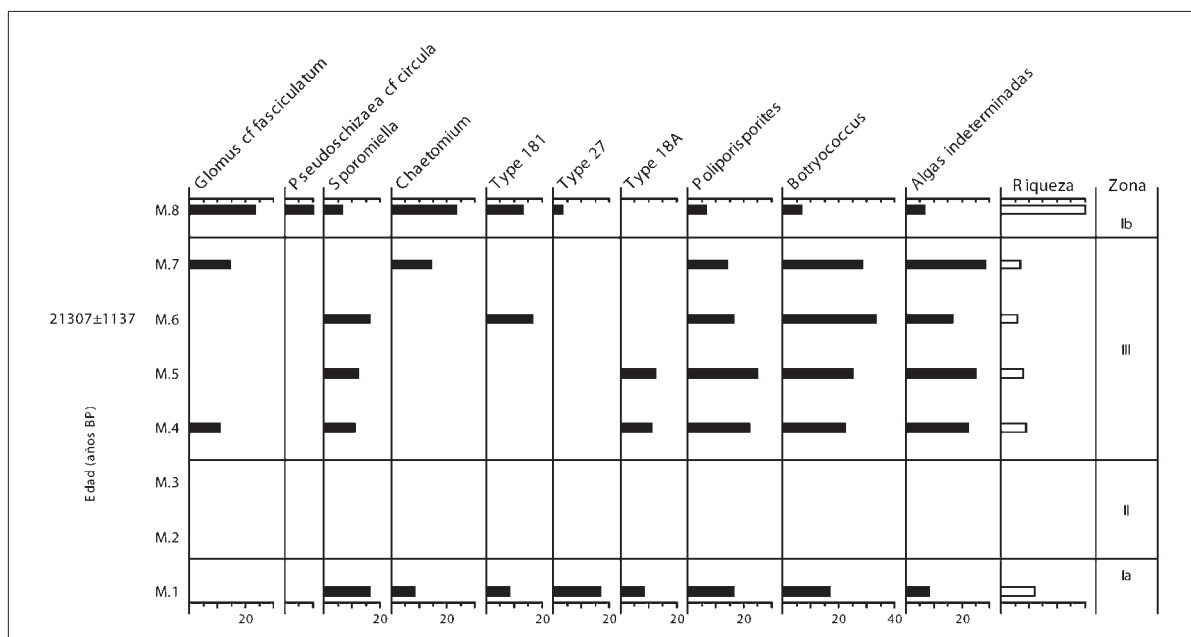


Fig. 3. Diagrama de palinofases.

podido facilitar en estas muestras el arrastre de los palinomorfos o su degradación por procesos de abrasión impidiendo su conservación. De hecho sabemos que en estas muestras se ha producido arrastre de palinomorfos porque aparecen algunos granos de polen típicamente terciarios como *Carya*, *Cosentinia* o *Taxodiaceae*, fácilmente distinguibles debido a su alto grado de degradación y su color claramente más ocre.

Zona III: abarca el intervalo comprendido entre los 30 y los 80 cm de profundidad y desarrollado alrededor de los 21.000 años BP. Los porcentajes de *Pinus* y *Juniperus* aumentan notablemente respecto a la zona I, a expensas de otros componentes del estrato arbustivo (*Phillyrea*, *Olea*, *Cistaceae*), que se ve mermado. Los taxones herbáceos y acuáticos también son más recurrentes. Entre los herbáceos son frecuentes *Rumex*, *Plantago*, *Fabaceae*, *Brassicaceae* y *Apiaceae*. Entre los acuáticos se produce un aumento de *Nymphaea*, *Potamogeton* y esporas triletes de pteridófitos, junto a *Rumex*, que aunque no habita necesariamente zonas encharcadas, sí requiere una alta humedad edáfica. Aun siendo de manera puntual, es reseñable la presencia de *Ephedra*. En cuanto a los microfósiles no polínicos, el porcentaje de *Botryococcus* y otras algas se incrementa de manera importante. Los valores de riqueza polínica de las muestras de esta zona están muy por debajo de los de la zona I.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La secuencia polínica nos permite inferir dos tipos generales de paisaje que debieron dominar la desembocadura del río Millars en el marco general de un clima frío en un momento próximo al último máximo glacial, hará unos 21.000 años.

La zona III del diagrama polínico parece corresponder a un momento frío, como indican los elevados porcentajes de *Pinus* y *Juniperus*, que habrían ganado terreno cuando las condiciones climáticas eran más duras. A pesar del aumento en las concentraciones de granos de polen de *Pinus* no debemos suponer que en la zona se desarrolló un pinar, ya que estos palinomorfos son producidos en enormes cantidades y, gracias a su morfología bisacada, pueden ser dispersados desde largas distancias, por lo que nos están indicando una señal regional o extra-regional y no una presencia local bajo una cobertura vegetal escasa. Debemos pues interpretar que en los alrededores de la desembocadura del río Millars el pino ganó en importancia. Al mismo tiempo, taxones más termófilos como *Phillyrea* o *Cistaceae* presentan bajos porcentajes y debieron retroceder. La aparición de *Ephedra* es muy significativa en este sentido, confirmando las condiciones climáticas especialmente frías y, probablemente, secas del momento. El estrato herbáceo también pudo desarrollarse con mayor facilidad

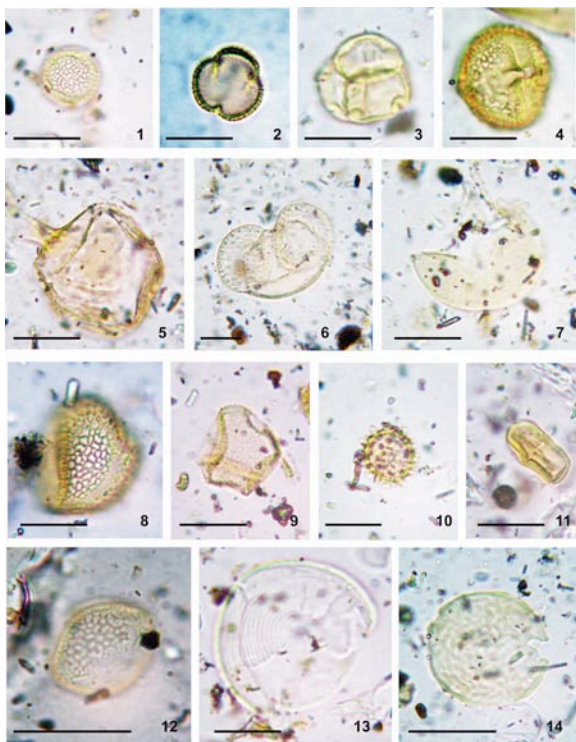


Fig. 4. 1, *Olea* tipo; 2, *Phillyrea* tipo; 3, *Erica arborea* tipo; 4, *Hedera*; 5, *Glomus* cf. *fasciculatum*; 6, *Pinus*; 7, *Juniperus*; 8, *Cistus ladanifer*; 9, *Potamogeton*; 10, *Nymphaea*; 11, *Apiaceae*; 12, *Salix*; 13, *Pseudoschizaea* cf. *circula*; 14, *Plantago*. La barra de escala representa 20 μm .

mientras los arbustos se retiraban, como testimonian los aumentos de *Apiaceae*, *Plantago*, *Rumex*, etc. Estos elementos herbáceos podrían haber alcanzado el sedimento desde su presencia en los alrededores del río. Los taxones hidro-higrófitos nos proporcionan una información local muy valiosa acerca del nivel hídrico del río Millars. Dada la asociación polínica anteriormente descrita, el aumento en los porcentajes de acuáticas parece estar relacionado con un debilitamiento del caudal del río permitiendo la aparición de ambientes con aguas someras, tranquilas o estancadas en los que pudieran desarrollarse estas comunidades. Así lo indica también la presencia de *Botryococcus* y otras algas que requieren aguas dulces y de baja energía. Que los nenúfares se encontraban muy próximos a la zona de sedimentación lo indica el hecho de encontrarse a menudo sus granos de polen agrupados. Esto ocurre cuando un estambre entero se desprende de la flor y cae al agua.

Diversas pulsaciones frías han sido descritas para el Pleistoceno superior (Sánchez 2006), en el propio seno del último período glacial, y se ha puesto en evidencia

que la costa mediterránea constituyó durante estos episodios una reserva importante de biodiversidad vegetal (Carrión *et al.* 1995; Carrión *et al.* 2003). Parece lógico que en estos momentos más fríos y secos como el que apunta la zona III, taxones como *Olea* y *Phillyrea* pudieran quedar acantonados cerca de la línea de costa, ya que no desaparecen por completo del diagrama polínico, sino que disminuyen notablemente su presencia a la espera de condiciones más favorables. Así pues, aunque con escasos taxones, la secuencia pone de manifiesto el carácter de zona refugio de la desembocadura del río Millars durante el último período glacial.

La zona I describe un paisaje que debió desarrollarse antes y después del episodio frío representado por la zona III. Parece corresponder a un tipo de vegetación original de la región que se desarrolla cuando se produce una mejoría climática. El estrato arbustivo se muestra dominante y ya no es *Juniperus* su principal representante sino arbustos mesotermófilos como *Phillyrea*, *Olea* y *Cistaceae*, que nos indican un clima más benigno. Entre la familia *Cistaceae* se ha podido identificar *Cistus ladanifer*, la jara pringosa. La polinización de *Cistaceae* es zoófila, por lo que suele estar subrepresentado en las muestras. Por tanto, sus altas concentraciones señalan su cercanía al río. Lo mismo ocurre con *Erica arborea* tipo, aunque aparece de manera mucho más puntual. Junto a la recuperación de los arbustos se produce una tímida aparición de *Betula* y *Quercus ilex-coccifera*. El género *Pinus* pierde importancia o queda enmascarado por el aumento de producción del resto de tipos polínicos. Se detecta la presencia de *Hedera*, una liana que debió estar asociada a la vegetación de ribera. Los elementos acuáticos y algas asociadas a aguas tranquilas alcanzan sus mínimos valores evidenciando una recuperación hídrica del río. Esto también viene apoyado por una mayor presencia de *Glomus* cf. *fasciculatum* y *Pseudoschizaea* cf. *circula*, ambos taxones asociados a erosión producida por una mayor energía del agua.

Los valores de riqueza polínica son sensiblemente mayores en esta zona I. Tradicionalmente los valores de riqueza polínica se han interpretado como indicadores de la abundancia vegetal, mostrando incrementos o descensos polínicos reales. Sin embargo, no debemos olvidar que el contenido polínico también se ve afectado por la tasa de sedimentación. De este modo, estos valores altos de riqueza polínica pueden estar respondiendo o un aumento en la producción de polen o a una disminución en la tasa de sedimentación (Gil 2006). Dado que estos

valores se dan en muestras separadas en la secuencia litoestratigráfica parece justificado pensar que están relacionados con una mayor abundancia vegetal gracias a condiciones climáticas más favorables.

MANUEL CASAS GALLEGO
Laboratorio de Palinología de Alicontrol S. A.
Avda. Cardenal Herrera, 51, pta. 1ª. 28034 Madrid
dp@alicontrol.com

AMPARO VALCÁRCEL ESTORS
c/ Santa Teresa, 36, 2
Rafelbunyol, 46138 València
amparo@sarq.es

FERNANDO TAPIAS GÓMEZ
MARIO LÓPEZ RECIO
JORGE MORÍN DE PABLOS
Dpto. Arqueología, Paleontología y R. Culturales
Auditores de Energía y Medio Ambiente, S.A.
Avda. Alfonso XIII, 72, 28016 Madrid
jmorin@audema.com

HÉCTOR GIMENO GARCÍA
Auditores de Energía y Medio Ambiente, S.A.
C/ Poeta Verdaguier, 8, 12002 Castellón
hgimeno@audema.com

JOSEP A. CASABÓ I BERNAD
Direcció Territorial de Castelló
Conselleria de Cultura i Esport, Generalitat Valenciana
Avda. del Mar, 23, 12003 Castelló
casabo_jos@gva.es

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la Confederación Hidrográfica del Júcar y Tragsa. Queremos agradecer al Dr. José Antonio López Sáez, responsable del Laboratorio de Arqueobotánica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Instituto de Historia, CSIC, Madrid) la lectura crítica del manuscrito original.

BIBLIOGRAFÍA

- CARRIÓN, J.S.; MUNERA, M.; DUPRÉ, M. (1995): Estudios de palinología arqueológica en el sureste ibérico semiárido, *Cuaternario y Geomorfología* 9, 17-31.
- CARRIÓN, J.S.; YLL, E.I.; WALKER, M.J.; LEGAZ, A.J.; CHAÍN, C.; LÓPEZ, A. (2003): Glacial refugia of temperate, Mediterranean and Ibero-North African flora in south-eastern Spain: new evidence from cave pollen at two Neanderthal man sites, *Global Ecology & Biogeography* 12, 119-129.
- FAEGRI, K.; IVERSEN, J. (1989): *Textbook of Pollen Analysis*. 4th Edition, Chichester.
- GIL, G. (2006): *Reconstrucción paleoambiental de la frontera oriental del desierto del Namib (Namibia)*. *Palinología de letrinas fósiles de damán*, Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- GRIMM, E.C. (1992): *Tilia, versión 2.0*. IL 62703, Springfield.
- SÁNCHEZ, M.F. (2006): Interactions vegetation-climat au cours des derniers 425.000 ans en Europe occidentale. Le message du pollen des archives marines, *Quaternaire* 17, 3-25.