

POLEN Y DINOFLAGELADOS DEL LÍMITE TORTONIENSE/MESSINIENSE DEL SONDEO DE TESTIGO CONTINUO «HUELVA» (CUENCA DEL GUADALQUIVIR, ESPAÑA). INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL

María Rosario Rivas Carballo y María Valle Hernández

Departamento de Geología, Área de Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, C/ del Parque s/n, 37008 Salamanca (España). *crivas@usal.es, maruja@usal.es*

Resumen: Se estudia el contenido palinológico de 23 muestras obtenido en un tramo de 10 m del sondeo de testigo continuo «Huelva», realizado en dicha ciudad, en el borde occidental de la Cuenca Neógena del Guadalquivir (España). La edad del tramo es Tortoniense/Messiniense, ya que se han tomado las muestras justo por debajo y por encima del punto que coincide con el «Evento 3» de Sierro *et al.* (1993), basado en el reemplazamiento de *Globorotalia menardii* by *G. miotumida*, y correlacionado con el límite Tortoniense/Messiniense. Las muestras analizadas han ofrecido excelentes resultados desde el punto de vista palinológico. Se han identificado abundantes quistes de dinoflagelados, polen, esporas y otros palinomorfos, tanto de origen marino (microforaminíferos quitinosos, algas, invertebrados y acritarcos) como de origen continental (algas de agua dulce, esporas de hongos). El contenido palinológico de las muestras nos permite establecer tres zonas en el diagrama que pueden relacionarse con variaciones ambientales no sólo en el medio marino sino también en el continente próximo.

Palabras clave: Palinología, Neógeno, Cuenca del Guadalquivir, España.

Abstract: The palynological study of 23 samples from a 10m section (between 154m to 165 m deep) from the Huelva borehole (Upper Tortonian and Lower Messinian) is presented. This borehole attain 197,5 m deep and was drilled at the western edge of the Guadalquivir basin, near of the bullfight ring of Huelva. It crossed the whole of the «Arcillas de Gibraleón» and the upper meters of the «Calcarenita de Niebla» Formations. The Event 3 of Sierro *et al.* (1993), based on the replacement of *Globorotalia menardii* by *G. miotumida*, have been recognised at a depth of 164m; it is correlated with the Tortonian-Messinian boundary. The palynological content of the samples is well preserved and rich. Dinoflagellate cysts, pollen, spores, foraminifera linings, acritarchs and other palynomorphs including invertebrates, marine and freshwater algae, fungal spores and plant debris are well represented. It allowed the establishment of three palynological zones related with palaeoecological changes both in marine and continental environments.

Key words: Palynology, Neogene, Guadalquivir Basin, Spain.

Rivas Carballo, M.R. y Valle Hernández, M. (2005): Polen y Dinoflagelados del límite Tortoniense/Messiniense del sondeo de testigo continuo «Huelva» (Cuenca del Guadalquivir, España). Interpretación paleoambiental. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 18 (3-4): 233-238

En el trabajo se ofrecen los resultados obtenidos a partir del análisis palinológico realizado en el límite Tortoniense/Messiniense del sondeo «Huelva» que fue extraído en el borde occidental de la Cuenca del Guadalquivir, al sur de la Península Ibérica (Fig. 1), junto a la plaza de toros de la ciudad de Huelva (coordenadas UTM 818265). El sondeo fue realizado por el IGME y tiene una profundidad total de 197,5 m, registrando los 4m superiores de la Fm «Calcarenita de Niebla» y la totalidad de la Fm «Arcillas de Gibraleón» (Civis, comunicación personal).

El trabajo se ha realizado en el tramo inferior de esta última formación, cuyos sedimentos están constituidos por margas azules y que corresponden a la parte superior del Tortoniense y la base del Messiniense.

Material y método

Para el estudio palinológico se han tomado 23 muestras comprendidas entre los 165 y 154 m de



Figura 1.- Situación geográfica del Sondeo «Huelva».

profundidad, espaciadas aproximadamente 1 m, salvo en la parte inferior en que se han tomado cada 20cm ya que en la muestra situada a 164m ha sido identificado el Evento 3 de Sierro *et al.* (1993) es decir, el reemplazamiento de *Globorotalia menardii* por *G. miotumida* y que representa el límite Tortoniense/Messiniense.

Las muestras han sido procesadas mediante las técnicas habituales en palinología, basadas en el método de Phipps y Playford (1984), consistentes en un ataque ácido para eliminar la matriz inorgánica, y la utilización de tamices con luz de malla comprendida entre 10m. y 200m para la concentración final de palinomorfos. Los datos polínicos obtenidos se presentan como frecuencias relativas en diagramas polínicos realizados mediante los programas TILIA® y TILIAGraph® (© E.C. Grimm).

Resultados y discusión

Todas las muestras contienen abundantes restos orgánicos, destacando el polen bialado de Gimnospermas, polen de Angiospermas, tanto arbóreas como herbáceas, quistes de dinofíceas (dinoflagelados) y otros microfósiles de pared orgánica, como los forros quitinosos de foraminíferos bentónicos (microforaminíferos) y diversos tipos de algas marinas y de agua dulce.

Todos estos grupos son abundantes en las muestras y varían considerablemente en la vertical, con unos máximos acusados de las formas continentales, tanto en valores absolutos como en las frecuencias relativas

(Fig. 2A), localizados en las muestras situadas justo por encima del límite Tortoniense/Messiniense (83,2% del total en la muestra a 163,75 m) y en la parte superior (83,3% en los 162,8 m de profundidad). Esto puede deberse a la gran abundancia del polen bialado del género *Pinus*, que frecuentemente aparece sobrerrepresentado en las muestras enmascarando al resto de los grupos; cuando se elaboran los diagramas excluyendo este taxón del total (Fig. 2B), los valores absolutos se igualan y evolucionan de una manera más uniforme, mientras que en los valores relativos los grandes cambios se hacen más evidentes: uno muy claro por encima del límite, otro a una profundidad de 160,3 m y el último a 157,8 m. Para conocer la naturaleza de estos cambios se ha realizado el estudio de los diferentes grupos por separado.

Palinorforos de origen marino

Los dinoflagelados (Figs. 3 y 6) son abundantes en todas las muestras, especialmente en la base del Messiniense, y tienen una diversidad moderadamente alta, predominando los goniaulacoides sobre los peridinioides, cuya mayor aportación es un 13% de los dinoquistes en el nivel 162,8 m. La información paleoecológica que podemos obtener de la evolución de los dinoflagelados se refiere fundamentalmente a la temperatura superficial del agua y la distancia a la línea de costa.

Así, en nuestras muestras, las formas consideradas extremadamente cálidas están muy poco representadas, únicamente 2 especies (*Operculodinium israelianum* y *Tectatodinium pellitum*, y en ningún caso superan el 10%.

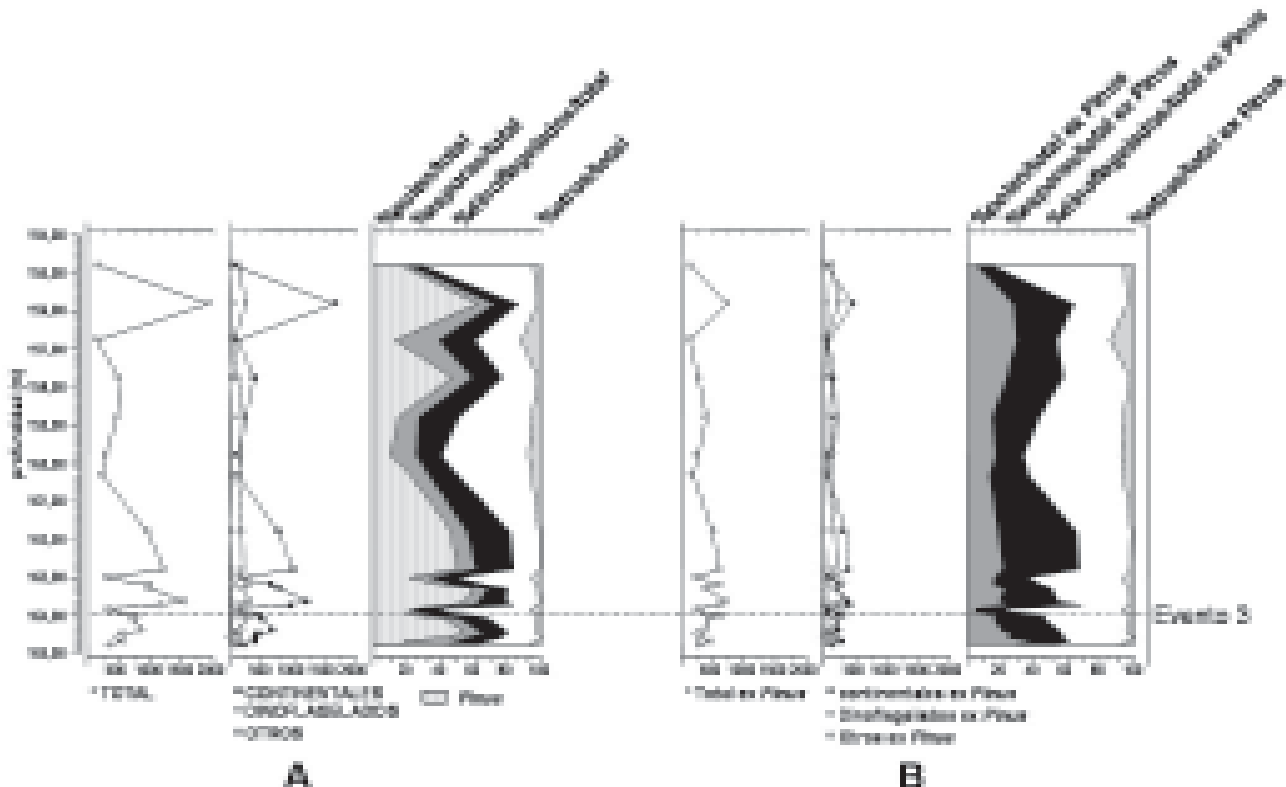


Figura 2.- Diagrama palinológico general del sondeo «Huelva»: **A)** Sobre el total de los palinomorfos identificados, **B)** Excluyendo el polen de *Pinus* del total.

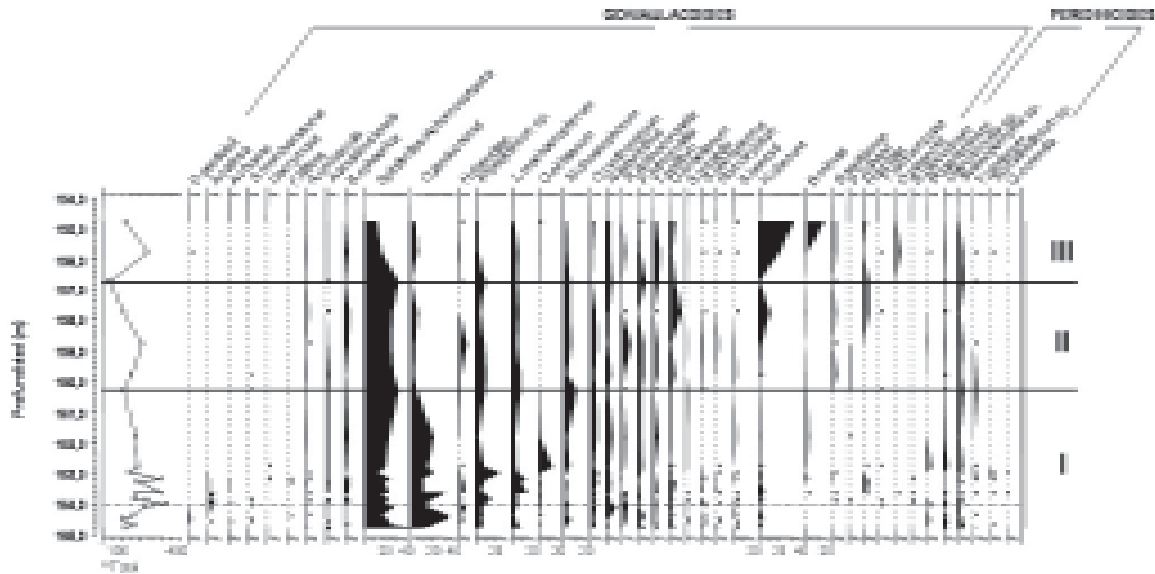


Figura 3.- Diagrama palinológico representando los porcentajes de dinoflagelados.

Lo mismo ocurre con las formas tolerantes al agua fría, representadas por *Bitectatodinium tepikiense* y *Habibacysta tectata*, aunque en este caso están casi ausentes de la parte inferior del diagrama, aparecen tímidamente en la base del Messiniense y se establecen definitivamente en la muestra situada a 160,3 m de profundidad, alcanzando únicamente el 4,6% (a 159,8 m) el primero, y el 5% (a 163,3 m) el segundo.

El resto de las especies son templado-cálidas o subtropicales, pero de ellas hay que resaltar la evolución de *Operculodinium eirikianum*, considerada intolerante al agua fría. Esta especie aparece bien representada en la parte inferior del diagrama alcanzando el 13,6% del total a 162,8 m y que desaparece en la misma muestra 160,3 m en que aparecen las formas frías, no reapareciendo hasta los 156,8 m, coincidiendo con una ligera regresión de los taxones fríos.

En cuanto a la distancia a la costa, prácticamente no hay representación de formas costeras, destacando únicamente *O. israelianum* que aparece de forma

irregular en la parte inferior y sólo es importante a partir del nivel a 159,8 m con una aportación que oscila entre el 5% y el 11%. De todos modos, los elementos costeros identificados no están restringidos a estos ambientes sino que son más bien característicos de zonas de transición a la plataforma. A ellos habría que añadir los peridinioides, todos ellos pertenecientes a la Familia Protoperidiniaceae, que son dinoflagelados heterótrofos por lo que suelen asociarse a las zonas litorales. Sin embargo, el mejor representado de este grupo es el género *Selenopemphix*, que actualmente es fácil encontrar abundantemente a grandes distancias de la costa siempre que tenga elevados aportes continentales.

Las formas oceánicas tampoco son numerosas (*Operculodinium eirikianum*, *O. janduchenei* y diversas especies del género *Impagidinium*) pero son los que alcanzan los mayores porcentajes en la parte inferior aunque con grandes oscilaciones. El resto de las especies se distribuyen por la plataforma o no tienen ninguna preferencia, como es el caso de las

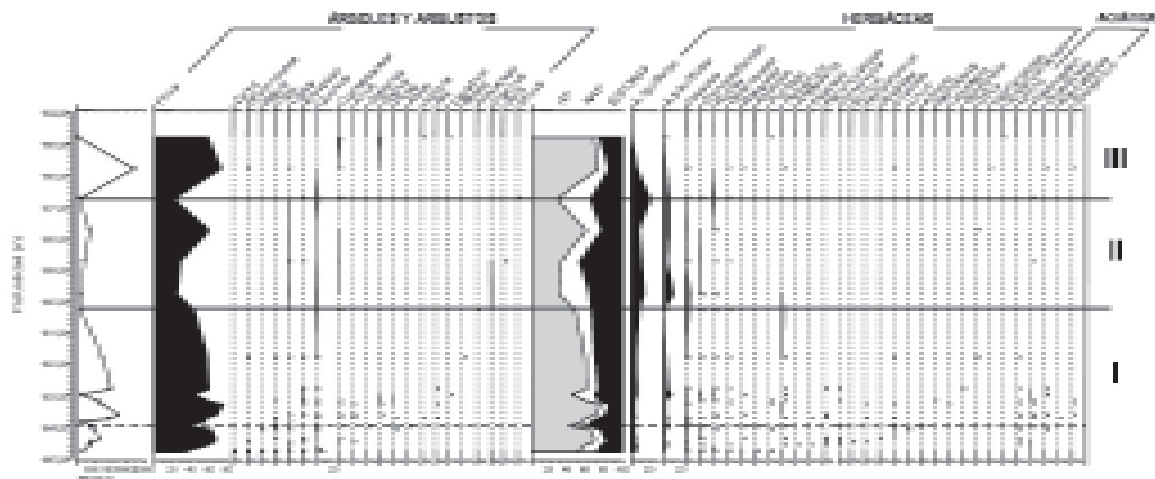


Figura 4.- Diagrama palinológico representando los porcentajes de polen y esporas.

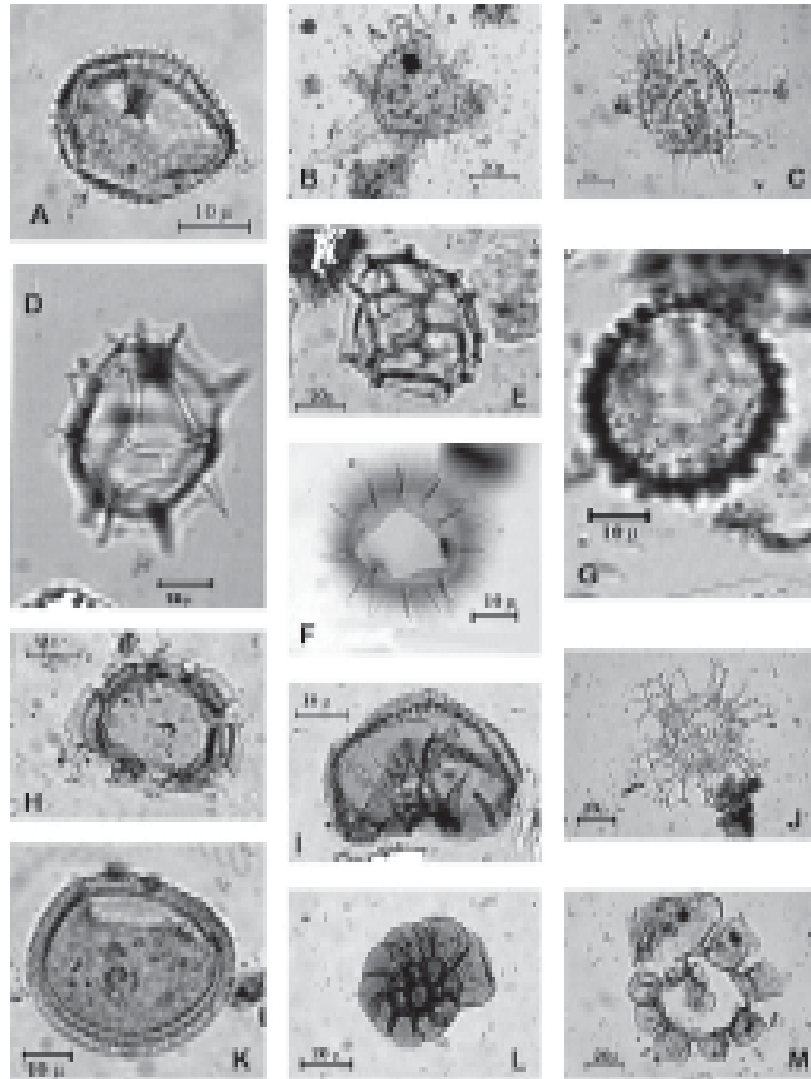


Figura 5.- Palinomorfos de origen marino: **A)** *Bitectatodinium tepikiense*, **B)** *Hystrichokolpoma rigaudiae*, **C)** *Lingulodinium machaerophorum*, **D)** *Impagidinium aculeatum*, **E)** *I. striatatum*. **F)** *Operculodinium eirikianum*, **G)** *O. janduchenei*, **H)** *Selenopemphix armageddonensis*, **I)** *S. brevispinosa*, **J)** *Spiniferites mirabilis*, **K)** *Tectatodinium pellitum*, **L-M)** Microforaminiferos.

especies incluidas en el grupo *Spiniferites/Achomosphaera*.

Hay que destacar una de las especies encontradas en las muestras: *Operculodinium janduchenei*, y que en la zona del límite Tortonense/Messiniense alcanza un 40% del total de los dinoflagelados pero en la misma muestra 164,0m en la que se detecta este evento, sus porcentajes caen al 15%. Se trata de una especie muy citada en la bibliografía pero sobre la que no suele darse mucha información, debido a sus bajos porcentajes. De hecho, en la base de datos Dino-Atlas (Marret y Zonneveld, 2003) del Proyecto PANGEA (<http://www.pangea.de/Projects/Dino-Atlas/>), realizada con datos de quistes actuales además de sobre datos paleontológicos, reconocen que dada su baja aportación a las asociaciones suele ser excluida de los estudios paleoecológicos. Sin embargo, la primera cita que se recoge sobre la especie en la base de datos son los trabajos de Head *et al.* (1989 a y b) en el Mioceno superior del Mar de Labrador, en el que se describe

formalmente y se le asigna el nombre, cuando en realidad ya había sido citada anteriormente. En concreto, la primera referencia aparece en un trabajo de Jan de Chéne (1977), realizado en diversos afloramientos de Carmona, cerca de Sevilla. Los afloramientos están formados por las margas azules del Andaluciense y en ellas el autor identifica una asociación similar a la nuestra y en la que *O. janduchenei*, al que denomina *Operculodinium* sp., llega a alcanzar el 40% y 60% en Carmona y el 30% en Vejer de la Frontera. Al relacionar estos estudios con los del sondeo Huelva, se podría pensar que alguno de los cambios producidos en el tránsito del Tortonense al Messiniense en la Cuenca del Guadalquivir, o la combinación de varios de ellos, favorecen el desarrollo de esta especie, por lo que futuros estudios sobre los dinoflagelados de la Cuenca de Guadalquivir pueden tener importancia paleoecológica.

En definitiva, la evolución de los dinoflagelados nos permite establecer 3 zonas en el diagrama:

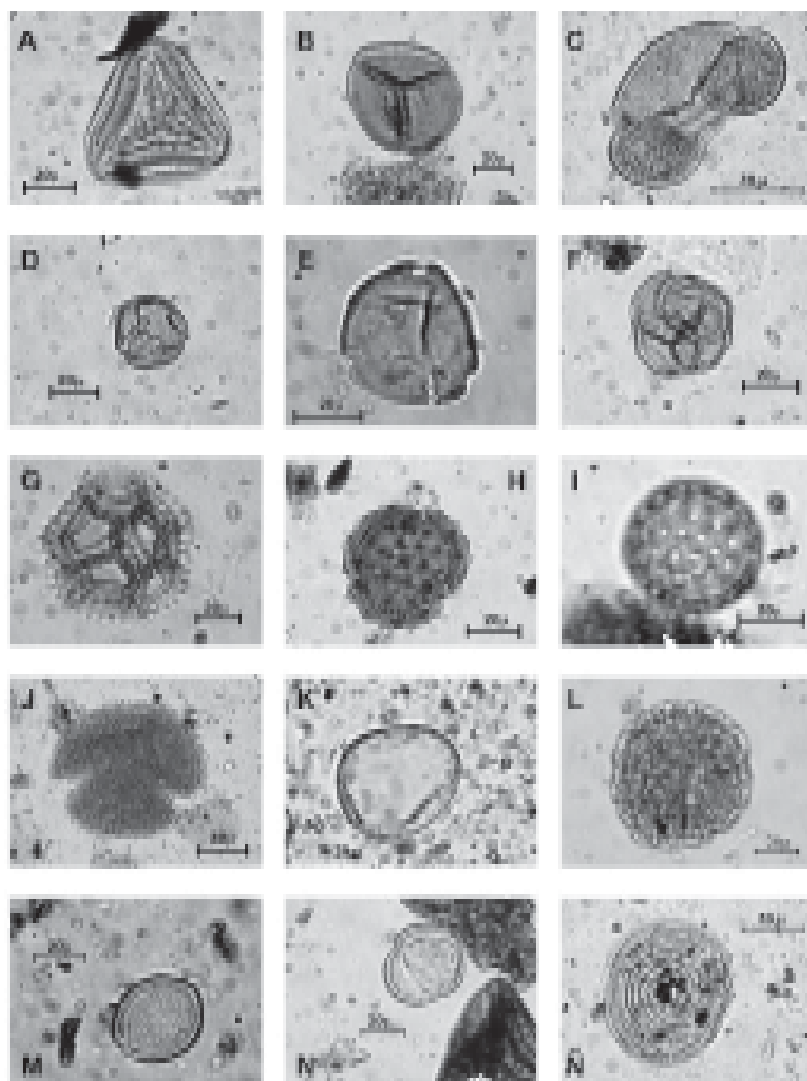


Figura 6.- Palinomorfos de origen continental: **A)** Pteridaceae, **B)** Bryophyta, **C)** *Pinus* sp., **D)** *Quercus* sp., **E)** *Betula* sp., **F)** Ericaceae, **G)** Asteraceae-Cichorioideae, **H)** Asteraceae-Asteroidae, **I)** Chenopodiaceae, **J)** Geraniaceae, **K)** Poaceae, **L)** *Polygonum* sp., **M)** *Potamogeton* sp., **N)** *Rumex* sp., **Ñ)** *Concentricystes circulus*

- Zona 1, que abarcaría la mitad inferior (165,0 m y 160,3 m) y que representa la progresiva entrada de aguas oceánicas en la cuenca mediante pulsaciones, durante las cuales se produciría una fuerte erosión de la zona litoral provocando el arrastre de las formas costeras hacia el interior (fuertes mareas y la consiguiente resaca).

- Zona II, en la parte media del diagrama (160,3 m y 156,75 m), refleja el periodo de máxima entrada de agua oceánica y un ligero enfriamiento en las aguas superficiales.

- Zona III, en la parte superior 156,75 m y 154 m), que representa el establecimiento de unas condiciones de plataforma más profunda.

Palinomorfos de origen continental

Aparecen bien representados (Figs. 4 y 6) siendo las formas más abundantes las procedentes del polen arbóreo, especialmente el polen bialado del género *Pinus* con un 60% del cómputo total de microflora, y en

mucha menor proporción le siguen *Quercus*, Cupressaceae, Oleaceae y Ericaceae.

Dentro del polen no arbóreo, destaca por su presencia continua un único taxón, Asteraceae (ligulifloras y tubulifloras) y con oscilaciones a lo largo de la columna están representados Poaceae, Chenopodiaceae y Polygonaceae (*Polygonum* y *Rumex*). De hecho, cuando se excluye del total esporopolínico la aportación de *Pinus*, las plantas herbáceas, especialmente Asteraceae y Poaceae, alcanzan el 40% entre los niveles 164,8 m y 160,3 m y más del 60% entre los niveles 160,3 m y 156,8 m. También es significativa la aparición, en la parte inferior del diagrama, de plantas acuáticas de aguas tranquilas como Alismataceae, Cyperaceae, *Potamogeton* y Sparganiaceae, mientras que en la parte media y superior del mismo, su aparición es solamente esporádica.

Sin embargo, lo más destacado a señalar, es la abundancia y diversidad de esporas de Bryophyta y Pteridophyta en todas las muestras (aproximadamente un 25% del total de formas), con picos marcados en la parte inferior y media del diagrama.

Según estos datos, la vegetación en el área de estudio reflejaría un paisaje abierto dominado por las herbáceas de ambientes secos, entre las que se distribuirían árboles dispersos característicos de un clima estacional de tipo mediterráneo.

Observando los resultados en el diagrama esporopolínico se puede establecer para la flora la misma zonación que para los dinoflagelados:

- Zona I (164,8 m-160,3 m): Aparece dominada por el polen bialado de *Pinus* (del 40% al 80%) y por las esporas (20% al 30%). Entre las Angiospermas destacan las herbáceas (Asteraceae y Poaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae) que en total alcanzan un 20% (alrededor de un 40% si se excluye *Pinus*). Estos porcentajes dejan muy reducida la aportación de los árboles, que prácticamente sólo están representados por *Quercus* y *Olea* en la parte inferior, disminuyendo progresivamente hasta casi desaparecer. Nos encontraríamos por tanto, con una vegetación muy abierta y representativa de un clima templado-cálido y seco. Por otro lado, el predominio de *Pinus* en esta zona indica un ambiente de mar abierto, mientras que los picos de esporas, la aparición de plantas acuáticas y, en menor medida, el polen de Angiospermas, reflejarían la entrada del agua en la zona costera y la consiguiente erosión del litoral que arrastraría el polen y esporas mar adentro.

- Zona II (160,3 m-156,75 m): Sigue estando dominada por *Pinus* aunque su importancia desciende respecto a la zona anterior; las esporas aumentan y se produce un incremento de Angiospermas, reflejado sobre todo por el fuerte aumento en los porcentajes de las herbáceas aunque con un descenso en la diversidad. Entre los árboles destaca la recuperación de *Quercus* pero en este caso acompañado de *Fraxinus* y Cupressaceae y no de *Olea*, que desaparece. Según esto las condiciones serían similares, con un ligero incremento de las precipitaciones y descenso de la temperatura. Tanto el aumento de las esporas como de las angiospermas pueden indicar que el incremento de los aportes continentales se debe no sólo a la erosión de la costa sino también a un aumento de la escorrentía.

- Zona III (156,8 m-154,8 m): De nuevo dominan los bialados y disminuyen las esporas y las angiospermas produciéndose una gran caída de la diversidad. Es muy significativo que entre los árboles desaparece *Quercus* quedando únicamente representados por Cupressaceae, lo que significaría un empeoramiento en las condiciones climáticas del continente, mientras que la recuperación y predominio de *Pinus* refleja un alejamiento de la línea de costa.

Conclusiones

Se ha realizado el análisis palinológico de 23 muestras correspondientes al Tortoniense superior y Messiniense inferior tomadas del sondeo de testigo continuo «Huelva».

En las muestras se han identificado diferentes tipos de palinomorfos, destacando el polen bialado de Gimnosper-

mas, polen de Angiospermas, tanto arbóreas como herbáceas, quistes de dinoficeas (dinoflagelados) y otros microfósiles de pared orgánica, como los forros quitinosos de foraminíferos bentónicos (microforaminíferos) y diversos tipos de algas marinas y de agua dulce. La aportación de cada uno de ellos nos señala un ambiente de plataforma con una alta influencia continental. Los dinoflagelados indican que el agua superficial sería templado-cálida mientras que el polen y las esporas reflejan un paisaje abierto y un clima cálido y estacional, con largos periodos de sequía.

Todos los grupos son abundantes en las muestras y varían considerablemente en la vertical lo que nos permite establecer 3 zonas en el diagrama que pueden relacionarse con variaciones ambientales marinas y continentales:

- Zona I. Entre 165,0 m y 160,3 m. Nos encontramos con un medio de plataforma externa y de aguas cálidas, en la que se produce la progresiva entrada de aguas oceánicas en la cuenca mediante pulsaciones. Cada una de estas entradas originaría una fuerte erosión de la zona litoral provocando el arrastre de las formas costeras hacia el interior (fuertes mareas y la consiguiente resaca). La vegetación continental es característica de un clima cálido y seco y que refleja un paisaje muy abierto en las cercanías de la costa.

- Zona II. Entre 160,3 m y 156,7 m. Representa el momento de máxima entrada de aguas oceánicas y por tanto de mayor profundidad de la plataforma con un ligero enfriamiento de las aguas superficiales. La vegetación en este tramo no cambia mucho respecto al anterior, si bien señala a un clima algo más fresco y con un incremento de las precipitaciones.

- Zona III. Entre 156,7 m y 154,0 m. Corresponde al establecimiento de una plataforma profunda y de aguas superficiales templadas. En la orilla se produce un empobrecimiento de la vegetación y un claro empeoramiento de las condiciones climáticas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado dentro del Proyecto BTE2000-13 11 del Ministerio de Ciencia y Tecnología

Referencias

- Jan de Chéne, R. (1977): Etude palynologique du Miocène supérieur andalou (Espagne). *Revista Española de Micropaleontología*, 9: 97-114.
- Head, M.J., Norris, G. and Mudie, P.J. (1989a): Palynology and Dinocysts stratigraphy of the Upper Miocene to Lowermost Pliocene, ODP Leg 105, site 646, Labrador Sea. *Proceedings of O.D.P., Scient Results*, 105: 423 - 451.
- Head, M.J., Norris, G. and Mudie, P.J. (1989b): New species of Dinocysts and new species of Acritarchs from the Upper Miocene and Lowermost Pliocene, ODP Leg 105, site 646, Labrador Sea. *Proceedings of O.D.P., Scient Results*, 105: 453-466.