

## Quistes de dinoflagelados del Cenozoico de la Cuenca del Colorado, Argentina

G. Raquel GUERSTEIN<sup>1</sup> y Gabriela L. JUNCIEL<sup>2</sup>

**Abstract.** CENOZOIC DINOFLAGELLATE CYSTS FROM THE COLORADO BASIN, ARGENTINA. Cenozoic sediments from the well Cx-1 of offshore Colorado Basin were studied. The dinoflagellate cysts assemblages are diverse and well preserved providing stratigraphic control for the section. Selected dinoflagellate cyst last occurrences or abundance events suggest seven age intervals: Maastrichtian, Paleocene, Late Eocene to Early Oligocene, Late Oligocene to Early Miocene, Mid Miocene, Late Miocene and Late Miocene to Early Pliocene. These results are compared with previous studies, carried out by other authors exhibiting a consistent succession of events throughout the basin. Qualitative and quantitative dinoflagellate cyst data allow the recognition of apparent sea level changes. Sediments ranging from Maastrichtian to Selandian in age show a gradual rise in sea level. These assemblages bear both gonyaulacacean and peridiniacean dinoflagellate cysts suggesting open marine conditions with a marked fall in sea level at the top of this interval. Sediments interpreted as Late Eocene to Early Oligocene in age were deposited in a more open marine environment. At the Early Oligocene/Late Oligocene boundary a second low sea level episode occurred. Throughout the Late Oligocene to Early Miocene and Mid to Late Miocene intervals high dinocyst abundances and the presence of oceanic species suggest a sea level highstand. Upwards the dominance of terrestrially derived palynomorphs as well as the scarcity of dinoflagellate cysts indicate nearshore depositional environments at the end of the Miocene-Early Pliocene.

**Key words.** Dinoflagellate cysts. Biostratigraphy. Paleoenvironments. Cenozoic. Colorado Basin. Argentina.

**Palabras clave.** Quistes de dinoflagelados. Bioestratigrafía. Paleambientes. Cenozoico. Cuenca del Colorado. Argentina.

### Introducción

La Cuenca del Colorado, ubicada entre los 38° y 41° de latitud Sur y 57° y 64° de longitud Oeste, forma parte de una serie de cuencas del Atlántico Sur originadas a partir del Jurásico Tardío. Es elongada en sentido este-oeste y se desarrolla principalmente sobre la plataforma continental argentina, por lo que prácticamente toda la información geológica proviene de datos de subsuelo (figura 1).

Fryklund *et al.* (1996) señalaron la existencia de tres depocentros principales desarrollados en dirección noroeste-sureste. En el depocentro oriental, Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) perforó en 1977 los pozos Ranquel x-1 y Puelche x-1. Sobre la base del estudio de estas secciones, Gamero y Archangelsky (1981) establecieron las primeras zonas palinológicas informales para la Cuenca del

Colorado y compararon sus resultados con los que Becker y Bertels (1980) obtuvieron en base a foraminíferos en el pozo Puelche x-1.

Guerstein (1990a, 1990b, 1990c) estudió las asociaciones palinológicas del Eoceno-Mioceno de los pozos Nadir 1 y Puerto Belgrano 20, en el área continental de la cuenca. En este último, Quattrocchio y Sarjeant (1996) describieron e ilustraron las asociaciones de quistes de dinoflagelados asignadas al Maastrichtiano?-Paleoceno. Recientemente, Guerstein y Guler (2000) propusieron una bioestratigrafía basada en quistes de dinoflagelados de la perforación Ombucta x-1, que realizara YPF en el área continental.

En el depocentro occidental de la cuenca, las compañías petroleras Hunt Petroleum y Phillips/AGIP llevaron a cabo 12 perforaciones sobre la plataforma continental argentina, como parte de un estudio de exploración de hidrocarburos. Una de estas perforaciones es la denominada Cx-1, de la cual proviene el material para el presente estudio. Dada la posición que estas perforaciones ocupan dentro de la cuenca, las mismas constituyen una fuente de información bioestratigráfica relevante para trabajos de correlación (figura 1).

<sup>1</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur. San Juan 670, 8000 Bahía Blanca, Buenos Aires. Argentina. E-mail: gmguerst@criba.edu.ar

<sup>2</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur. San Juan 670, 8000 Bahía Blanca, Buenos Aires. Argentina. E-mail: ljunciel@criba.edu.ar

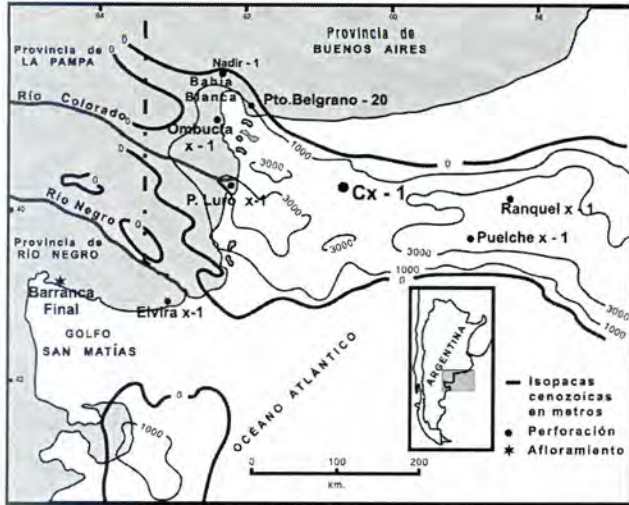


Figura 1. Mapa de la Cuenca del Colorado mostrando la ubicación de las perforaciones, pozos y localidades mencionadas en el texto. Las líneas finas indican las isopacas cenozoicas en metros (modificado de Urien et al., 1981) / Map of the Colorado Basin showing the location of the wells, boreholes and sections mentioned in the text. The thin lines indicate Cenozoic isopachs in meters (after Urien et al., 1981).

Teniendo en cuenta las características de la Cuenca del Colorado, donde la información disponible proviene principalmente de datos de subsuelo, los quistes de dinoflagelados constituyen una valiosa herramienta para la resolución de problemas bioestratigráficos y paleoambientales. En este trabajo se propone una bioestratigrafía para la perforación Cx-1 basada principalmente en las últimas presencias de quistes de dinoflagelados hallados entre los 200 y 1900 metros de profundidad. El análisis de las variaciones cualitativas y cuantitativas observadas en las asociaciones de quistes de dinoflagelados permiten determinar fluctuaciones paleoambientales relacionadas con las oscilaciones del nivel del mar. Estos resultados se comparan con otros trabajos palinológicos realizados en secciones del área continental y del depocentro central de la cuenca, publicados previamente por distintos autores.

**Materiales y métodos**

Se analizaron 60 muestras de zaranda provenientes de la perforación Cx-1 (39°18' S; 60°17' O), realizada por la Compañía Phillips/AGIP bajo una columna de agua de aproximadamente 40 metros y que alcanzó una profundidad total de 1950 metros.

Las muestras fueron procesadas para la concentración de palinomorfos en el Laboratorio de Palinología del Servicio Geológico de Canadá (Dartmouth, Nova Scotia). El tratamiento de extracción fisicoquímica consistió en la eliminación de la fracción inorgánica con ácidos clorhídrico y fluorhídrico, oxidación con ácido nítrico en concentraciones desde 10 % a concentrado y tiempos variables desde

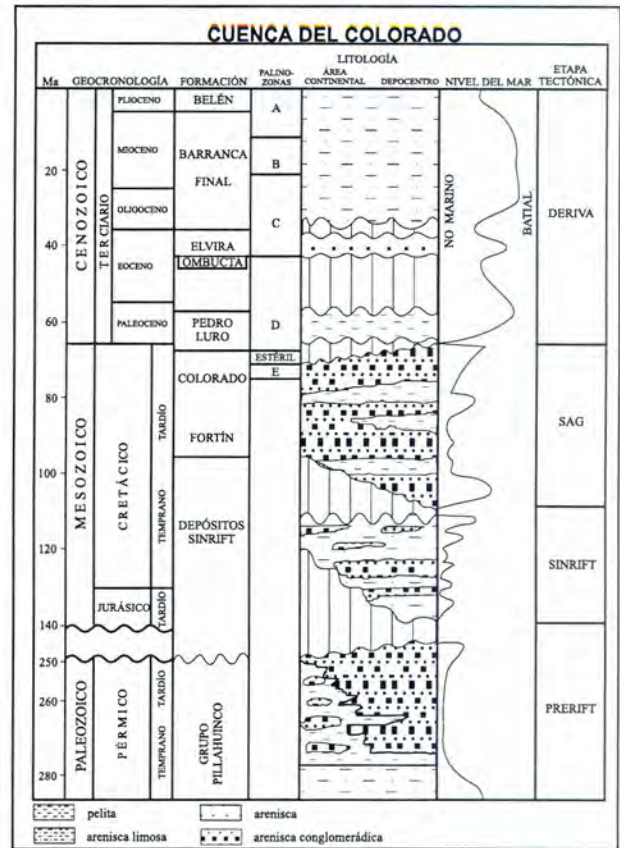


Figura 2. Estratigrafía de la Cuenca del Colorado. Modificado principalmente de Fryklund et al. (1996) con las palinozonas de Gamero y Archangelsky (1981). La curva de nivel del mar mostrada por Fryklund et al. (1996) se basa en sus datos / Stratigraphy of the Colorado Basin. Mainly after Fryklund et al. (1996) with palynozones from Gamero and Archangelsky (1981). The sea level curve is after Fryklund et al. (1996) and is presumably based on their data.

30 a 60 segundos, aumentando con la profundidad de la perforación. Las muestras entre 200 y 950 metros no fueron oxidadas. La fracción orgánica se concentró utilizando Bromuro de Zinc y filtrados con tamices de 10 y 180 micrometros. Los residuos fueron teñidos con Bismarck C, montados en celulosa Hidroxietil y pegados con elvacita.

Las fotomicrografías fueron tomadas con películas Kodak de 100 ASA, utilizando un microscopio Zeiss n° 4660390 del Servicio Geológico de Canadá y se indican las referencias del England Finder (EF). Ninguna de las fotomicrografías incluye imágenes reversas. Los preparados se encuentran archivados en la Palinoteca del Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur bajo las siglas P34405 a P34444 y P35285 a P35304.

En este trabajo se siguió la clasificación de dinoflagelados de Fensome et al. (1993) actualizada en Fensome et al. (1998) y el índice de especies de Williams et al. (1998b). La escala de tiempo utilizada es la propuesta por Berggren et al. (1995).



Figura 3. Bioestratigrafía propuesta para la perforación Cx-1 / Proposed biostratigraphy for the Cx-1 well.

## Estratigrafía

La Cuenca del Colorado ha sido estudiada detalladamente por numerosos autores, tales como Kaasschieter (1963), Rolleri (1975), Yrigoyen (1975), Lesta *et al.* (1978), Zambrano (1980), Urien *et al.* (1981), Juan *et al.* (1996) y Fryklund *et al.* (1996), entre otros. La apertura de la cuenca se relaciona con un sistema de rift intracratónico que se originó en el Jurásico Medio a Tardío en el extremo sur del continente sudamericano y continuó su desarrollo hacia el norte (Uchupuy y Emery, 1991). Este proceso de rift y la consecuente ruptura del margen continental determinaron cuatro etapas tectónicas en la evolución de la cuenca: etapa de prerift, rift, hundimiento térmico o proto-oceánico (*sag*) y etapa de deriva.

Fryklund *et al.* (1996) propusieron una secuencia estratigráfica (figura 2) que se inicia con depósitos de sinrift asignados al Jurásico Superior-Cretácico Inferior, los que subyacen a las Formaciones Fortín y Colorado, correspondientes al estadio de hundimiento térmico. Estos autores sugirieron que, según los estudios paleontológicos realizados, la edad de esta unidad varía desde el Albiano hasta el Maastrichtiano. La unidad de deriva está representada por las Formaciones Pedro Luro (Maastrichtiano-Daniano), Elvira-Ombucta (Eoceno Medio a Superior), Barranca Final (Oligoceno a Plioceno) y Belén (Plioceno).

Según dichos autores, las areniscas de la Formación Colorado, depositadas en ambientes fluviales a marinos, representan el tope de la unidad de hundimiento térmico sobre la que se desarrollan las pelitas de la Formación Pedro Luro, constituyendo la unidad de deriva basal. Estas pelitas de desarrollo regional fueron depositadas en ambiente marino profundo. Por su parte, Juan *et al.* (1996) analizaron el flanco norte de la cuenca y señalaron que el relleno sedimentario durante la etapa posterior al rift comprende las formaciones Colorado y Pedro Luro (para las que proponen una antigüedad cretácica) y sedimentitas terciarias. Tanto estos autores como Fryklund *et al.* (1996) interpretaron que las mejores rocas reservorio de la cuenca corresponden a las facies marino marginales de la parte superior de la

Formación Colorado y que la unidad arcillosa de la Formación Pedro Luro constituye el sello regional.

La Formación Elvira sobreyace a la Formación Pedro Luro y se caracteriza por una composición arenosa y cemento glauconítico. Malumián *et al.* (1998a) determinaron que el contenido microfaunístico de la Formación Elvira en la perforación Elvira x-1, su sección tipo, es comparable a la de la Formación San Julián de la Cuenca Austral, de edad oligocena temprana. Los sedimentos suprayacentes en dicha perforación, correspondientes a la parte basal de la Formación Barranca Final, fueron asignados al Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano. Según estos autores el contacto entre las Formaciones Elvira y Barranca Final coincide con la caída del nivel del mar registrada en la mitad del Oligoceno.

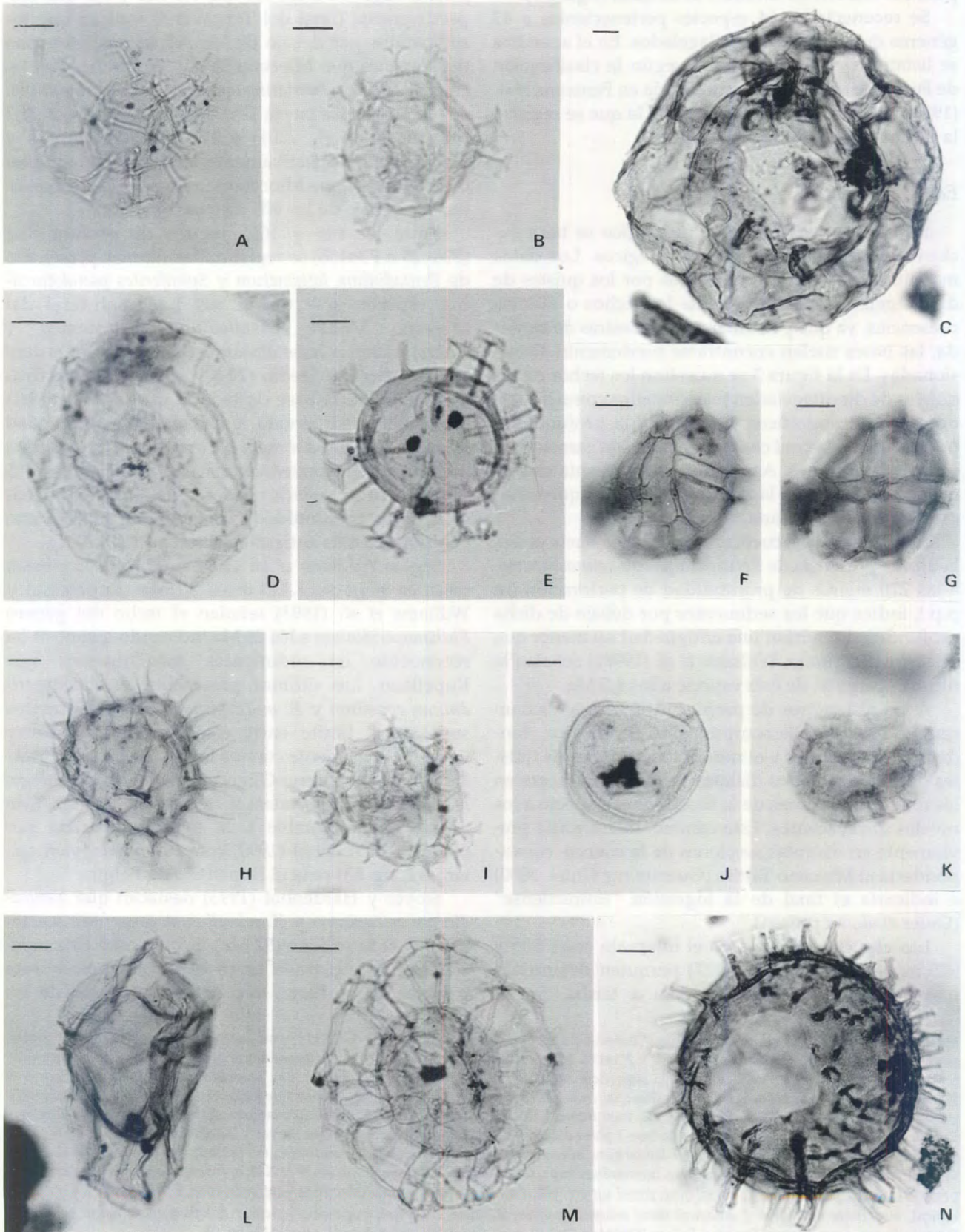
La Formación Barranca Final es la única unidad pre-pliocena aflorante en la Cuenca del Colorado. Malumián *et al.* (1998b) indicaron que los microfósiles hallados en la sección tipo de la Formación Barranca Final permiten asignarle a estos sedimentos una antigüedad miocena media a tardía. Costa afuera, esta formación consiste en clásticos finos, predominantemente arcilitas, lutitas y limolitas gris a gris verdosas, con algunos bancos delgados de calizas, depositados en ambiente de plataforma media a interna (Zambrano, 1980). La unidad estratigráfica más reciente, registrada en las perforaciones profundas, es la Formación Belén, consistente en coquinas marinas, arenas no consolidadas y lutitas. En el sector occidental de la cuenca esta formación se habría depositado en un sistema fluvio-deltaico durante el Plioceno (Fryklund *et al.*, 1996).

La bioestratigrafía de la Cuenca del Colorado se basa en estudios micropaleontológicos, incluyendo microfósiles calcáreos y palinomorfos. Los principales trabajos bioestratigráficos realizados en la cuenca se mencionan en Guerstein y Guler (2000).

## Perforación Phillips/AGIP Cx-1

Según Zambrano (1980) esta perforación atravesó un espesor inferior a los 20 metros de sedimentitas paleozoicas, sobre las que se encontraron 434 metros de la Formación Colorado, 134 metros de la

**Figura 4.** A, *Reticulosphaera actinocoronata* (Benedeck) Bujak y Matsuoka, P34423-1: N 48/3, foco intermedio / intermediate focus. B, *Spiniferites ovatus* Matsuoka, P34415-1: K 36/3, vista lateral izquierda, foco alto / left lateral view, high focus. C, *Tuberculodinium vancampeae* (Rossignol) Wall, P34417-1: K40/1, vista antapical, superficie antapical / antapical view, antapical surface. D, *Invertocysta lacrymosa* Edwards, P34416-1: T43, vista ventral, superficie ventral / ventral view, ventral surface. E, *Melitasphaeridium choanophorum* (Deflandre y Cookson) Harland y Hill, P34424-1: O41/1, vista antapical, foco intermedio / antapical view, intermediate focus. F-G, *Impagidinium* sp. cf. *I. californiense* Damassa, P34407-1: N33; F, vista ventral, superficie ventral / ventral view, ventral surface; G, vista ventral, superficie dorsal / ventral view, dorsal surface. H, *Selenopemphix* sp. cf. *S. armata* Bujak, P34420-1: S48/1, vista apical, superficie apical / apical view, apical surface. I, *Selenopemphix dionaecysta* Head *et al.*, P34423-1: L31, vista apical, superficie apical / apical view, apical surface. J, *Batiacasphaera micropapillata* Stover, P34428-1: K40/1, vista dorsal, superficie ventral / dorsal view, ventral surface. K, *Labyrinthodinium truncatum* subsp. *truncatum* Piasecki, P34422-1: R40/3, foco intermedio / intermediate focus. L, *Hystriosphaeopsis obscura* Habib, P34428-1: L34, vista dorsal, superficie dorsal / dorsal view, dorsal surface. M, *Nematosphaeropsis rigida* Wrenn, P34423-1: H14, vista ventral, foco intermedio / ventral view, intermediate focus. N, *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre y Cookson) Wall, P34428-1: G12/2, vista dorsal, superficie dorsal / dorsal view, dorsal surface. Escala / scale: 10  $\mu$ m.



Formación Pedro Luro y 182 metros de la Formación Elvira. La Formación Barranca Final tiene un espesor de aproximadamente 950 metros y los 200 metros superiores carecen de estudios detallados (figura 3).

Se reconocieron 64 especies pertenecientes a 43 géneros de quistes de dinoflagelados. En el apéndice se listan las especies halladas según la clasificación de Fensome *et al.* (1993), actualizada en Fensome *et al.* (1998) y se indica la profundidad a la que se registró la última presencia de cada especie.

### Edad

El presente análisis bioestratigráfico se basa exclusivamente en los datos palinológicos. Los datos más utilizados son los aportados por los quistes de dinoflagelados, principalmente los techos o últimas presencias, ya que por tratarse de muestras de zaramba, las bases suelen encontrarse fuertemente distorsionadas. En la figura 3 se muestran los techos de los quistes de dinoflagelados seleccionados como indicadores bioestratigráficos y se indica la profundidad por debajo de la cual ciertas especies son característicamente frecuentes. Asimismo, se representa en forma semicuantitativa la abundancia de dinoquistes en cada muestra estudiada.

Analizando la secuencia desde arriba hacia abajo, la última presencia de *Reticulatosphaera actinocoronata*, a los 220 metros de profundidad de perforación (m p.p.), indica que los sedimentos por debajo de dicha profundidad tendrían una antigüedad no menor que Plioceno Temprano. Williams *et al.* (1998a) señalan la última aparición de esta especie a los 4,2 Ma.

A los 530 metros de profundidad se reconoce un cambio brusco en la composición palinológica, donde las proporciones y el número de especies de quistes de dinoflagelados disminuyen marcadamente en los niveles superiores de la sección con respecto a los niveles infrayacentes. Este cambio, identificado previamente en distintas secciones de la cuenca, correspondería al Mioceno Tardío (Guerstein y Guler, 2000) e indicaría el final de la ingresión "Enterriense" (Guler *et al.*, en prensa).

Las especies halladas en el intervalo entre 585 y 925 m p.p. (P34416 a P34427) permiten determinar una antigüedad miocena media a tardía. Según

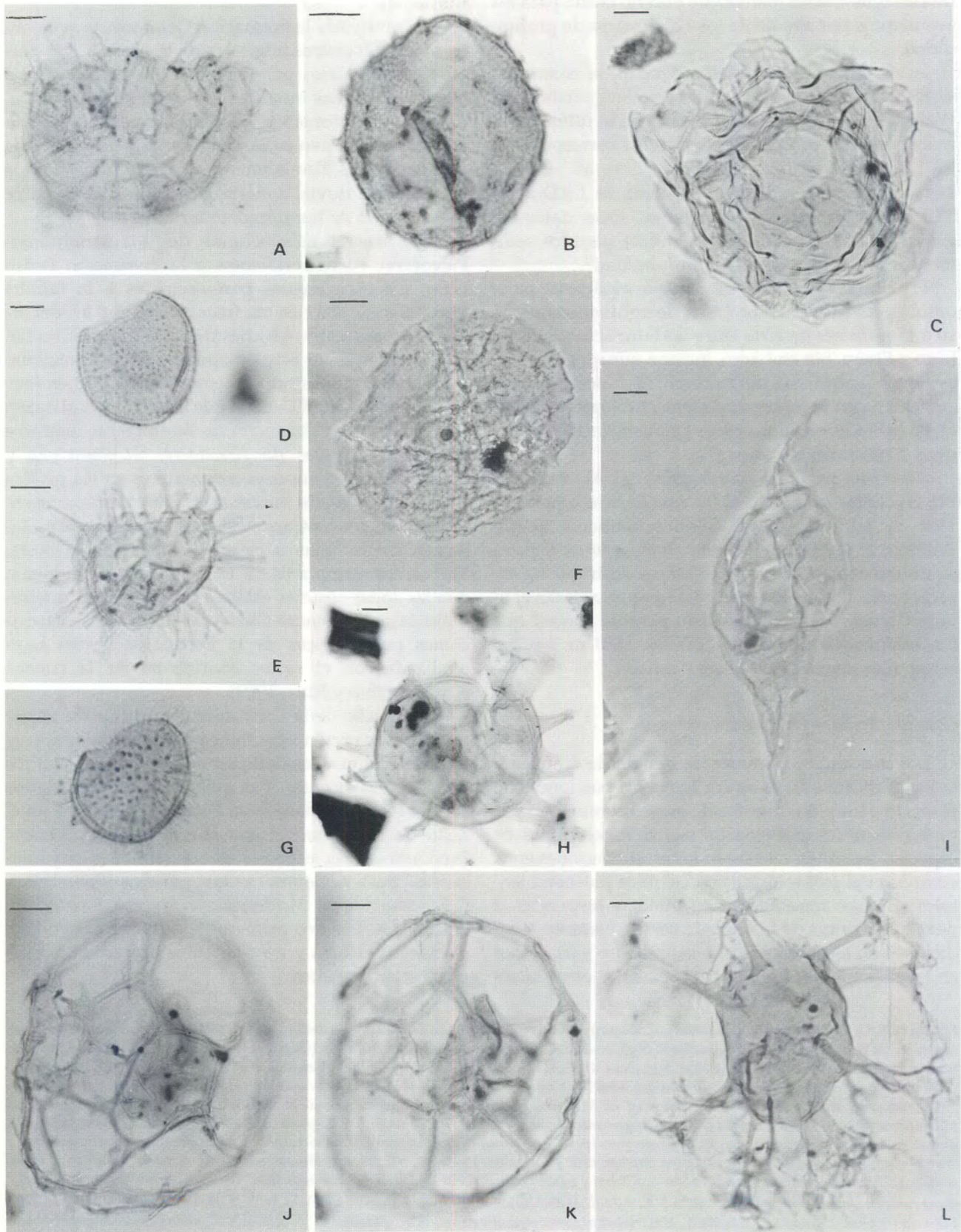
Williams *et al.* (1998a), las últimas apariciones o LADs de *Labyrinthodinium truncatum* subespecies *truncatum*, *Hystriochosphaeropsis obscura* y *Dapsilidinium pseudocolligerum* a los 7,8 Ma, 7,3 Ma y 7,1 Ma, respectivamente (final del Tortoniano) indican que los sedimentos por debajo de los 705 m p.p. no serían más jóvenes que Mioceno Tardío temprano. Los techos de *Cleistosphaeridium ancyreum* y *Cousteaudinium* sp. cf. *C. aubryae* cuyas LADs se registran a los 11,2 Ma. (Eaton *et al.*, 2001) y 11,8 Ma (de Verteuil y Norris, 1996) respectivamente, sugieren una antigüedad no menor que Mioceno Medio para los sedimentos por debajo de los 805 metros.

Entre los 945 y 1005 metros de profundidad (P34428 a P34438) se registran las últimas presencias de *Pentadinium laticinctum* y *Spiniferites pseudofurcatus*, especies que tienen sus LADs al final del Mioceno Medio. *Distatodinium paradoxum* y *Cribroperidinium tenuitabulatum* tienen sus LADs dentro del Mioceno Medio (13,6 y 13,2 Ma, respectivamente). Sobre la base de toda la asociación, podría asignarse al intervalo analizado una antigüedad miocena temprana a media. Por otra parte, la última presencia de *Cannosphaeropsis quattrocchia* a los 945 m p.p. permite sugerir que los sedimentos por debajo de esta profundidad corresponden al Mioceno Temprano o más antiguo (Guerstein *et al.*, 2001).

Según Williams *et al.* (1998a), *Phthanoperidinium comatum* tiene su LAD a los 30 Ma (Rupeliano) y Williams *et al.* (1993) señalan el techo del género *Phthanoperidinium* a los 28 Ma indicando que no se ha reconocido en sedimentos más jóvenes que Rupeliano. Las últimas presencias de *Phthanoperidinium comatum* y *P. multispinum* a los 1195 metros sugieren el límite entre el Oligoceno Inferior y Superior coincidente con los techos de *Enneadocysta? dictyostila*, del Eoceno-Oligoceno de Tierra del Fuego, *Heteraulacacysta pustulata* y *Heteraulacacysta* sp. Esta última es comparable a la especie ilustrada por Stover y Hardenbol (1993, como *Dinopterigyum* sp., lám. 12, fig. 83) para el Rupeliano de Bélgica.

Stover y Hardenbol (1993) destacan que *Xenicodinium conispinum* y *X. echiniferum* presentan sus techos en el Rupeliano (32 Ma). Si bien estas dos especies se han registrado en niveles más altos de esta perforación, se hacen frecuentes por debajo de los

**Figura 5.** A, *Cleistosphaeridium ancyreum* (Cookson y Eisenack) Eaton *et al.*, P34425-1: O22/4, vista ventral, superficie ventral / *ventral view, ventral surface*. B, *Operculodinium* sp. 1, P34424: N34/1, foco bajo / *low focus*. C, *Cousteaudinium* sp. cf. *C. aubryae* de Verteuil y Norris, P34428-1: K31/2, vista antapical, superficie apical / *antapical view, apical surface*. D, *Xenicodinium conispinum* Stover y Hardenbol, P34428-1: R29/3, vista lateral derecha, foco intermedio / *right lateral view, intermediate focus*. E, *Dapsilidinium pseudocolligerum* (Stover) Bujak *et al.*, P34431-1: E39/2, foco intermedio / *intermediate focus*. F, *Heteraulacacysta* sp. cf. *H. campanula* Drugg y Loeblich Jr., P34427-1: E17/1, contraste de fase / *phase contrast*. G, *Xenicodinium echiniferum* Stover y Hardenbol, P34427-1: E11/1, vista lateral derecha, foco intermedio / *right lateral view, intermediate focus*. H, *Spiniferites pseudofurcatus* (Klumpp) Sarjeant, P34432-1: R31, vista dorsal, foco intermedio / *dorsal view, intermediate focus*. I, *Palaeocystodinium* sp. 1 P34429-1: X33, contraste de fase. Vista dorsal, superficie dorsal / *dorsal view, dorsal surface*. J-K, *Cannosphaeropsis quattrocchia* Guerstein *et al.*, P34432-1: F34; J, vista antapical, superficie antapical / *antapical view, antapical surface*; K, vista antapical, superficie apical / *antapical view, apical surface*. L, *Distatodinium paradoxum* (Brosius) Eaton, P34444-1: O17/3, foco alto / *high focus*. Escala / *scale*: 10  $\mu$ m.



1235 m p.p. *Schematophora speciosa* y *Adnatosphaeridium multispinosum*, cuyas LADs se registran a los 35 y 36 Ma respectivamente, permiten determinar una antigüedad no menor que Eoceno tardío para los sedimentos por debajo de los 1255 metros de profundidad.

A los 1365 m p.p. (muestra P35288) se reconocen especies características de secciones paleocenas. Williams *et al.* (1998a) consideran que la última aparición de *Palaeoperidinium pyrophorum* corresponde a los 56 Ma y según Stover *et al.* (1996), *Tanyosphaeridium xanthiopyxides* tiene su LAD a los 57,5 Ma (comienzo del Thanetiano). Estos datos sugieren una edad selandiana o mayor para los sedimentos por debajo de dicha profundidad.

Fryklund *et al.* (1996) señalan que evidencias paleontológicas proponen un hiato de aproximadamente 10 ó 15 millones de años entre las Formaciones Pedro Luro y Elvira. Sin embargo, indican que ninguna otra evidencia apoya esta discontinuidad. Nuestros datos coinciden con la información paleontológica existente, sugiriendo un hiato entre ambas formaciones de unos 20 millones de años.

*Alisocysta circumtabulata* registra su LAD a los 58.5 Ma (Williams *et al.*, 1998a), lo cual indicaría para los 1380 m p.p. una edad mínima daniana. Según Williams *et al.* (1993) el género *Dinogymnium* registra su última aparición a los 66,5 Ma, es decir que las especies pertenecientes a este género no atraviesan el límite Cretácico/Paleogeno. Esto permite sugerir que los sedimentos por debajo de los 1380 m p.p. no serían más jóvenes que Maastrichtiano.

### Consideraciones paleoambientales

Los máximos y mínimos de quistes de dinoflagelados graficados en la figura 3, sus proporciones con respecto a los palinomorfos de origen continental y la presencia o desaparición de ciertas asociaciones de especies, permiten relacionar las modificaciones en la composición palinológica con cambios paleoambientales. Dichas modificaciones pueden responder a desplazamientos de la línea de costa, diferentes condiciones de temperatura y/o salinidad o variaciones en la disponibilidad de nutrientes, entre otros facto-

res. Los quistes de dinoflagelados recuperados en esta perforación pertenecen predominantemente al orden Gonyaulacales, sugiriendo aguas muy pobres en nutrientes.

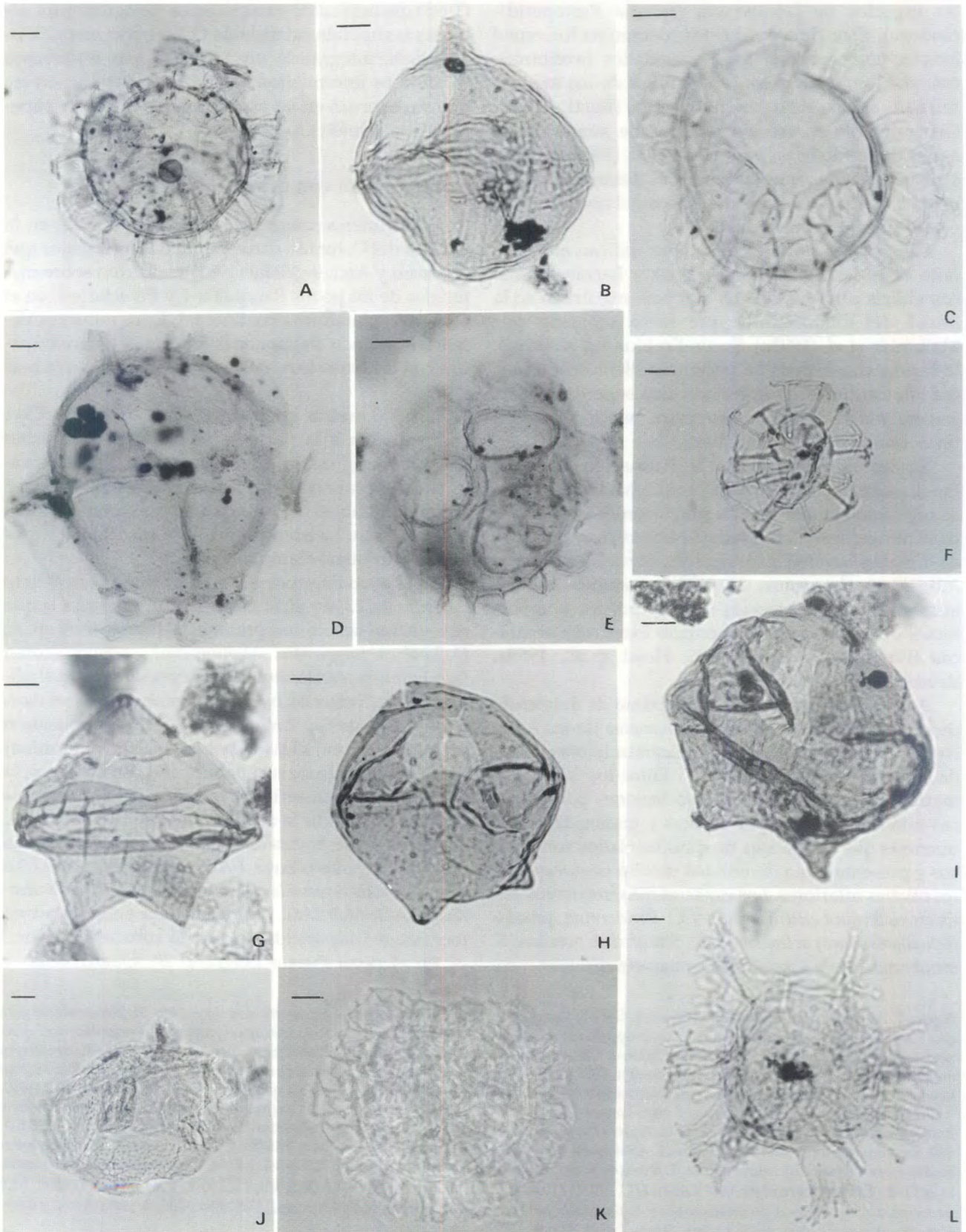
Los niveles de la Formación Colorado, proveniente de los 300 metros inferiores de la sección, son portadores de escasos palinomorfos con una muy baja preservación. Las muestras de los 100 metros cuspidales de la Formación Colorado muestran un aumento significativo en las abundancias de quistes de dinoflagelados. Este aumento refleja la transición de un ambiente fluvial a marino, característica del tope de la sección de hundimiento térmico.

Sólo en las asociaciones del Maastrichtiano-Paleoceno, correspondientes a la Formación Pedro Luro, los especímenes pertenecientes a la familia Peridiniaceae son casi tan frecuentes como los del orden Gonyaulacales. Muchas de estas especies no tienen representantes actuales, por lo que no es fácil determinar su significado paleoambiental. Sin embargo, Goodman (1979) señala que este grupo indica, en sentido amplio, aguas someras de ambiente marino a estuárico. Especies de *Areoligera*, *Glaphyrocysta* y *Spiniferites* son componentes comunes en los niveles paleocenos y según Stover *et al.* (1996) están presentes en altas concentraciones en asociaciones de plataforma, depositadas a cierta distancia de la costa. Frecuentes ejemplares de *Classopollis* spp., sugieren que las zonas costeras estaban vegetadas por queirolepidiáceas. El género *Classopollis* domina las asociaciones palinológicas de la Formación Pedro Luro analizadas en el sector continental de la cuenca (Quattrocchio y Ruiz, 1999).

En el techo de la Formación Pedro Luro se registra la desaparición simultánea de *Classopollis* spp. y de los peridiniáceos deflandroideos, comunes en los niveles infrayacentes. Los quistes de dinoflagelados son escasos en la base de la Formación Elvira y en el resto de la formación son abundantes y diversos. Predominan las especies de la familia Gonyaulacaceae pertenecientes a los géneros *Spiniferites*, *Cordosphaeridium*, *Melitasphaeridium* y *Xenicodinium*, entre otros. Los dos primeros son frecuentes en asociaciones neríticas y los elementos típicamente oceánicos están ausentes.

**Figura 6.** A, C, *Emmetrocysta urnaformis* (Cookson) Stover; A, P34432-1: R46/2, foco intermedio / intermediate focus; C, P34434-1: X15/1, contraste de fase. Foco alto / phase contrast. High focus. B, *Cribroperidinium tenuitabulatum* (Gerlach) Helenes, P34444-1: L43/4, vista lateral derecha, foco alto / left lateral view, high focus. D, *Pentadinium laticinctum* (Gerlach) Benedek *et al.*, P34431-1: X15/1, foco intermedio / intermediate focus. E, *Schematophora speciosa* Deflandre y Cookson, P34443-1: R47, vista antapical, superficie antapical / antapical view, antapical surface. F, *Melitasphaeridium* sp. cf. *M. pseudorecurvatum* (Morgenroth) Bujak *et al.*, P34433-1: R42/1, foco intermedio / intermediate focus. G, *Lejeunecysta fallax* (Morgenroth) Artznery Dörhöfer *emend.* Biffi y Grignani, P34433-1: S11, vista dorsal, superficie dorsal / dorsal view, dorsal surface. H, *Lejeunecysta* sp. cf. *L. globosa* Biffi y Grignani, P34436-1: Q37/1, vista ventral, superficie dorsal / ventral view, dorsal surface. I, *Lejeunecysta pulchra* Biffi y Grignani, P34435-1: S35/2, vista dorsal, superficie dorsal / dorsal view, dorsal surface. J, *Heteraulacysta pustulata* Jan du Chêne y Andediran, P34440-1: D35/3, contraste de fase. Vista apical, superficie antapical / phase contrast. Apical view, antapical surface. K, *Adnatosphaeridium multispinosum* Williams y Downie, P34443-1: K22, contraste de fase. Foco alto / phase contrast. High focus. L, *Hystriehokolpoma rigaudiae* Deflandre y Cookson, P34441-1: V28, vista dorsal, superficie ventral / dorsal view, ventral surface. Escala / scale: 10 µm.





Los niveles entre 1150 y 1180 metros de profundidad, en el techo de la Formación Elvira, muestran una notable disminución en la abundancia de quistes de dinoflagelados, entre los que se registraron distintas especies de *Lejeunecysta* (familia Protoperidiniodeae). Este tipo de quistes, denominados *round browns*, corresponden a dinoflagelados heterotróficos, por lo que altas concentraciones de los mismos reflejan aguas ricas en nutrientes (Bujak, 1984). Generalmente se asocian a zonas de surgencia de aguas de fondo frías, pero Head *et al.* (1989b) señaló otras situaciones que favorecen el desarrollo de los *round browns*, tales como descensos del nivel del mar o corrientes de aguas frías.

Las características mencionadas indican que el límite entre las Formaciones Elvira y Barranca Final coincidiría con un nivel del mar bajo registrado en la mitad del Oligoceno y que fuera señalado por Malumián *et al.* (1998a). Según Fryklund *et al.* (1996), la cartografía sísmica ha permitido identificar en los distintos sectores de la cuenca, una serie de canales por encima de la Formación Elvira, relacionados con un descenso del nivel del mar.

En las asociaciones de la Formación Barranca Final, asignadas al Oligoceno Tardío-Mioceno Tardío, se registran condiciones de mayor profundidad, dada la alta representatividad de *Nematosphaeropsis rigida*, *Cannosphaeropsis quattrocchia*, *Impagidinium* spp., *Invertocysta lacrymosa*, *Hystriochosphaeropsis obscura*, entre otros. Estas especies son componentes importantes de las asociaciones neríticas externas a oceánicas (Wrenn y Kokinos, 1986; Head *et al.*, 1989a; Brinkhuis, 1994).

A los 530 metros, el último máximo de quistes de dinoflagelados y las últimas presencias de las especies consideradas oceánicas indicarían la etapa final de la ingresión "Enterriense". Entre los 200 y 500 metros de profundidad las asociaciones palinológicas están dominadas por esporas y granos de polen, mientras que los quistes de dinoflagelados son escasos y presentan una diversidad mucho menor que en los niveles inferiores. Las especies más frecuentes son *Operculodinium centrocarpum* y *O. israelianum*, junto a *Reticulatosphaera actinocoronata*, *Spiniferites ramosus*, *S. membranaceus* y *Lingulodinium machaerophorum*.

En cuanto al significado paleoecológico de las especies dominantes, Edwards y Andrle (1992) señalaron que *Operculodinium israelianum* es común en estuarios y ambientes muy someros. Por su parte, Head (1998) destacó como característico de aguas muy someras la superabundancia de *O. centrocarpum* y *O. israelianum*, integrando un complejo con numerosos morfotipos intermedios. Tales características son las que se observan en las asociaciones de la parte superior de la sección Cx-1.

### Comparación con otras secciones

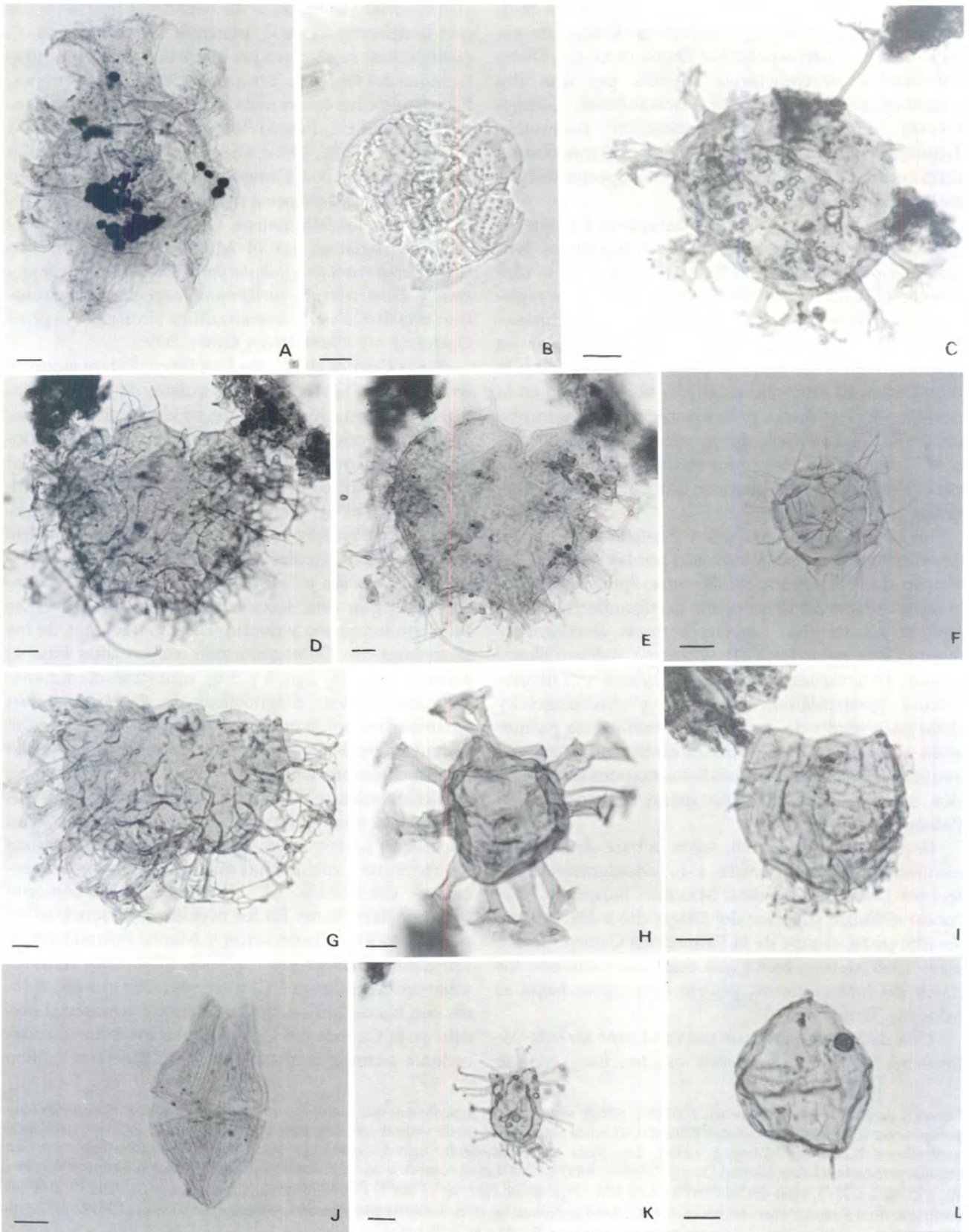
Las primeras zonas palinológicas definidas en la Cuenca del Colorado corresponden a los trabajos que Gamero y Archangelsky (1981) realizaron sobre materiales de los pozos Ranquel x-1 y Puelche x-1, en el área de la plataforma continental. Estos autores diferenciaron cinco palinozonas informales denominadas con las letras E-A, desde la más antigua a la más joven.

Los 300 metros inferiores de la perforación Cx-1 corresponden a la parte superior de la Formación Colorado, asignada al Cretácico Tardío. Este intervalo es temporalmente equivalente a la Palinozona E del pozo Ranquel x-1, aunque no presentan elementos en común. La edad propuesta para esta palinozona fue Turoniano-Campaniano.

En el pozo Ranquel x-1 la Palinozona D se extiende entre los 2300 y 2050 metros, profundidad a la que se registran las últimas presencias de *Areoligera* sp. A, *Deflandrea fueguensis*, *Manumiella? cretacea* (como *Isabelidinium cretaceum*), *Palaeocystodinium australinum* y *Cerodinium dartmoorium* (como *Deflandrea dartmooria*). Gamero y Archangelsky (1981) propusieron una edad maastrichtiana-paleocena sin determinar divisiones dentro de esta palinozona. Sin embargo, la existencia de una serie de techos a los 2150 metros permite subdividir la zona original en dos subzonas. Las últimas presencias de *Odontochitina costata* (como *O. striatoperforata*), cuya LAD se registra a los 69,6 Ma, *Xenascus ceratioides* (LAD: 68,8) y *Coronifera oceanica* (LAD: 66,3 Ma), indicarían una antigüedad no menor que Maastrichtiano para la subzona inferior.

En el pozo Puerto Belgrano 20, Quattrocchio y

Figura 7. A, *Cordosphaeridium* sp., P34442-1: G45/1, vista lateral izquierda, foco alto / left lateral view, high focus. B, *Heteraulacacysta* sp., P34443-1: S45/4, contraste de fase. Vista apical, superficie apical / phase contrast. Apical view, apical surface. C, *Enneadocysta? dictyostila* (Menéndez) Stover y Williams, P35286-1: G30/4, vista dorsal, foco intermedio / dorsal view, intermediate focus. D-E, *Areoligera medusettiformis* (Wetzel) ex Lejeune-Carpentier, P35288-1: V44/4; D, vista ventral, superficie dorsal / ventral view, dorsal surface; E, vista ventral, foco intermedio / ventral view, intermediate focus. F, *Phthanoperidinium comatum* (Morgenroth) Eisenack y Kjellström, P34440-1: L13/2, contraste de fase. Foco bajo / phase contrast. Low focus. G, *Glaphyrocysta* sp. cf. *G. pastielsii* (Deflandre y Cookson) Stover y Evitt emend. Sarjeant, P35288-1: G34/1. H, *Hystriochosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg) Deflandre emend. Davey y Williams, P35288-1: T47, foco intermedio / intermediate focus. I, *Alisocysta circumtabulata* (Drugg) Stover y Evitt, P35289-1: U36/2, vista ventral, foco intermedio / ventral view, intermediate focus. J, *Dinogymnium undulosum* Cookson y Eisenack, P35292-1: L47/4, foco intermedio / intermediate focus. K, *Tanyosphaeridium xanthiopyxides* (Wetzel ex Deflandre) Stover y Evitt emend. Sarjeant, P35288-1: V50/1, vista ventral, foco intermedio / ventral view, intermediate focus. L, *Senegalium* sp. cf. *S. bicavatum* Jain y Millepieid, P35292-1: G36/4, vista dorsal, superficie dorsal / dorsal view, dorsal surface. Escala / scale: 10 µm.



Sarjeant (1996) reconocieron las siguientes especies en común con las asociaciones de Gamero y Archangelsky (1981): *Cerodinium diebelii*, *Palaeocystodinium australinum* y *Spiniferites membranaceus*. Quattrocchio y Sarjeant (1996) propusieron la Sub-biozona de *Cerodinium diebelii*-*Palaeoperidinium pyrophorum*, que corresponde al Daniano tardío. Dicha sub-biozona se caracteriza además, por una alta abundancia de *Spinidinium macmurdoense*, *Glaphyrocysta retiintexta*, *Cribroperidinium cooksoniae*, *Tityrosphaeridium tenuistriatum* y *Spiniferites ramosus* y sería correlacionable con la subzona superior del pozo Ranquel x-1.

En la perforación Cx-1, al igual que en Ranquel x-1, se diferenciaron dos intervalos estratigráficos dentro de la palinozona D. El límite entre ambos se ubica a los 1380 metros, sugerido por especies que registran sus últimas apariciones en el Maastrichtiano. Hasta el momento, la subzona inferior sólo se ha identificado en las perforaciones realizadas sobre la plataforma. El intervalo asignado al Paleoceno en la perforación estudiada presenta numerosos ejemplares de *Palaeoperidinium pyrophorum*, *Glaphyrocysta* sp. cf. *G. pastielsii* y *Areoligera medusettiformis* y sería equivalente a la sub-biozona del pozo Puerto Belgrano 20.

En los pozos Ranquel x-1 y Puelche x-1, el techo de la Palinozona C está indicado por las últimas presencias de *Pentadinium taeniagerum*, *Spiniferites membranaceus*, *Hystrichokolpoma* ex. gr. *rigaudiae*, *Systematophora placacantha*, *Cannosphaeropsis quattrocchia* (como *Cannosphaeropsis* aff. *utinensis*), *Achomosphaera sagena*, *Heterosphaeridium heteracanthum* y *Trithyrodinium vermiculatum*. Gamero y Archangelsky (1981) asignaron de manera preliminar esta palinozona al Eoceno-Oligoceno. Sin embargo, los rangos estratigráficos actualizados de los taxones identificados a nivel específico no están restringidos al Paleoceno.

Becker y Bertels (1980), sobre la base de los foraminíferos del Pozo Puelche x-1, consideraron el intervalo 1340-1380 m como Mioceno Temprano, ubicando el límite superior del Oligoceno a los 1420 m. En este pozo, el tope de la Palinozona C corresponde a los 1360 metros, techo que correlacionado con los datos de foraminíferos, podría extenderse hasta el Mioceno Temprano.

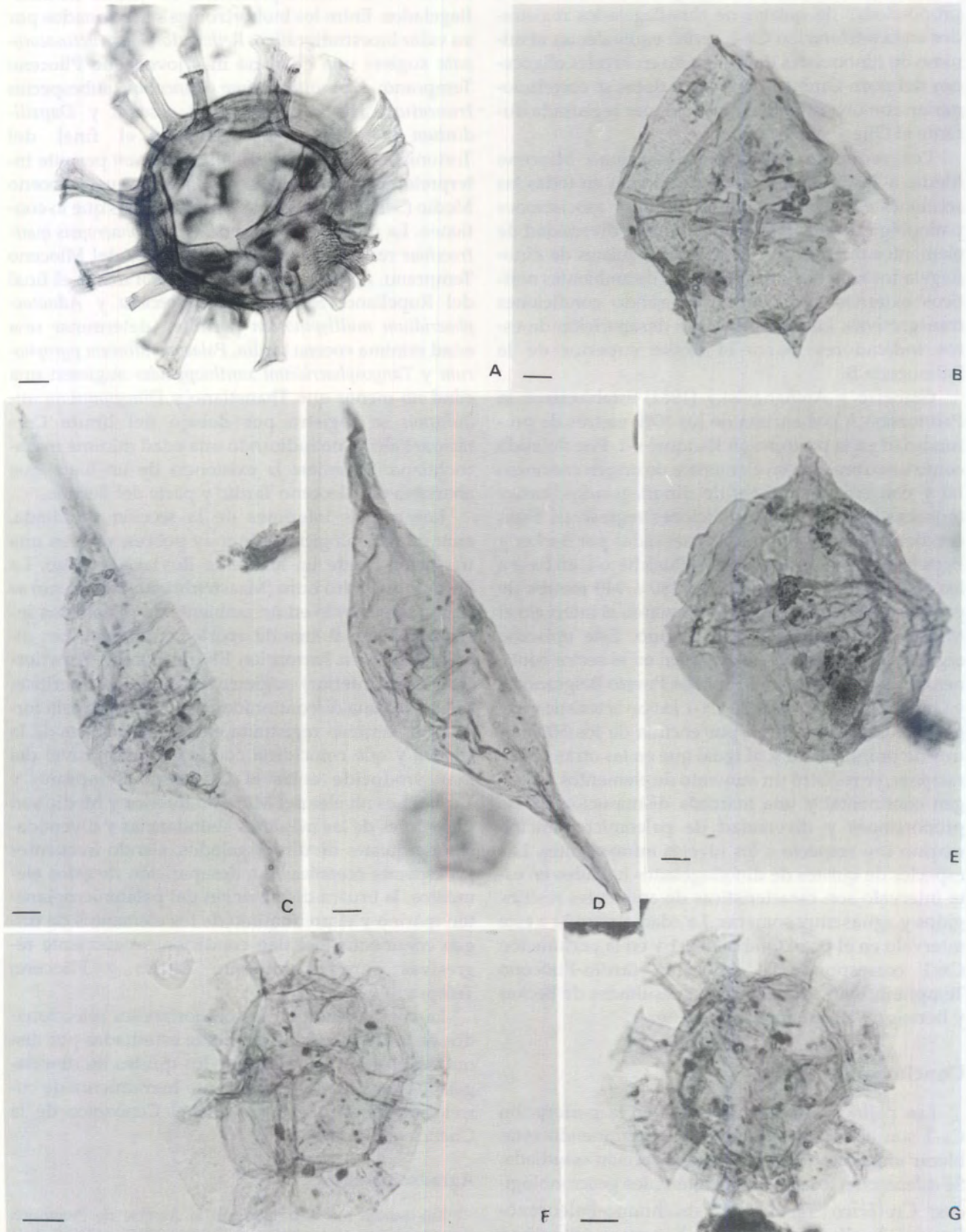
Una de las especies que marca el tope de esta palinozona es *Cannosphaeropsis quattrocchia*, especie

previamente reconocida en distintas secciones de la cuenca como *C.* aff. *utinensis* (Gamero y Archangelsky, 1981) o *C. utinensis* (Guerstein, 1990c). Guerstein et al. (2001), describieron esta especie (*C. quattrocchia*), señalando los caracteres morfológicos que la diferencian de *C. utinensis*. De esta forma, *C. quattrocchia* resulta ser un buen indicador bioestratigráfico del Mioceno Temprano dentro de la cuenca. Esta especie fue reconocida en los pozos del área continental Nadir 1, Puerto Belgrano 20 y Ombucta x-1 (Guerstein, 1990b, 1990c; Guerstein y Guler, 2000). En la perforación Cx-1 *Cannosphaeropsis quattrocchia* se asocia a *Hystrichokolpoma rigaudiae* y *Spiniferites pseudofurcatus* a los 945 metros. Otras especies cuyos techos se registran en el Mioceno Temprano son *Cribroperidinium tenuitabulatum*, *Distatodinium paradoxum* y *Emmetrocysta urnaformis*, especies que muestran una distribución estratigráfica similar en el pozo Ombucta x-1 (Guerstein y Guler, 2000).

En la Cuenca del Golfo San Jorge, Palamarczuk y Barreda (1998) estudiaron los quistes de dinoflagelados de la Formación Chenque, en el cerro homónimo. En dicha sección, Barreda (1996) en base a palinomorfos no marinos, asignó esta formación al Oligoceno Tardío?-Mioceno Temprano. Palamarczuk y Barreda (1998) encontraron *Cannosphaeropsis utinensis*, *Systematophora placacantha*, *Reticulosphaera actinocoronata*, *Lingulodinium hemicystum*, *Hystrichosphaeropsis obscura* y *Tuberculodinium vancampoae*, concluyendo que esta sección tendría una edad entre Mioceno temprano y medio. Las ilustraciones de los ejemplares de *Cannosphaeropsis* observados bajo el MEB (lámina IV, figs. 3 y 5-6), muestran claramente las características diagnósticas de *Cannosphaeropsis quattrocchia*, por lo que la parte inferior de la sección, portadora de esta especie, podría interpretarse como Mioceno Temprano.

Recientemente, Barreda y Palamarczuk (2000) publicaron los resultados del estudio palinológico de la Formación Monte León, al sur de la desembocadura del río Santa Cruz. Dichas autoras asignaron las secciones estudiadas al Mioceno, probablemente Mioceno Temprano. En los niveles superiores de los perfiles Monte Observación y Monte Entrada hallaron *Cannosphaeropsis quattrocchia* (ilustrado como *C. utinensis* en la figura 4 C) y compararon sus ejemplares con los de la Formación Chenque y material inédito de la Cuenca del Colorado. La información precedente permite confirmar el valor bioestratigráfico

Figura 8. A, *Exochosphaeridium* sp., P35288-1: S37/2, vista ventral, superficie dorsal / ventral view, dorsal surface. B, *Palaeoperidinium pyrophorum* (Ehrenberg) Sarjeant, P35288-1: O42, vista ventral, superficie ventral / ventral view, ventral surface. C, *Palaeocystodinium australinum* (Cookson) Malloy, P35290-1: E34, vista lateral izquierda, foco intermedio / left lateral view, intermediate focus. D, *Palaeocystodinium lidiae* (Gorka) Davey, P35295-1: K48/1, vista dorsal, superficie dorsal / dorsal view, dorsal surface. E, *Cribroperidinium* sp., P35292-1: C37/1, vista dorsal-derecha, foco alto / right-dorsal view, high focus. F, *Pterodinium* sp., P35294-1: L36/4, vista ventral, superficie ventral / ventral view, ventral surface. G, *Achilleodinium* sp. cf. *A. latispinosum* (Davey y Williams) Bujak et al., P35292-1: R32/0, vista ventral, superficie dorsal / ventral view, dorsal surface. Escala / scale: 10 µm.



que esta especie tiene, no sólo dentro de la Cuenca del Colorado, sino también en otras cuencas del Atlántico Sudoccidental.

En la parte inferior de esta palinozona, las bajas proporciones de quistes de dinoflagelados registrados en la perforación Cx-1, serían equivalentes al mínimo de dinoquistes determinado en niveles oligocenos del pozo Ombucta x-1. Estos datos se correlacionarían con una caída del nivel del mar registrada durante el Oligoceno.

Los sedimentos interpretados como Mioceno Medio a Tardío en edad se caracterizan en todas las secciones estudiadas en la cuenca, por asociaciones palinológicas con altas proporciones y diversidad de elementos marinos. Las especies de quistes de dinoflagelados halladas son distintivas de ambientes neríticos externos a oceánicos, reflejando condiciones transgresivas. La disminución o desaparición de estos indicadores marca el límite superior de la Palinozona B.

Gamerro y Archangelsky (1981) establecieron la Palinozona A por encima de los 1000 metros de profundidad en la perforación Ranquel x-1. Fue definida como una zona rica en elementos de origen continental y con escasos quistes de dinoflagelados, características que sugieren condiciones regresivas. Estas condiciones también fueron observadas por Becker y Bertels (1980) en la perforación Puelche x-1, en base a los foraminíferos del intervalo 380 a 940 metros de profundidad. Dichas autoras asignaron el intervalo al Mioceno Tardío-Plioceno Temprano. Este episodio regresivo fue identificado también en el sector continental de la cuenca, en los pozos Puerto Belgrano 20 y Ombucta x-1. En el pozo Cx-1 las características regresivas se reconocieron por encima de los 500 metros de profundidad y, al igual que en las otras perforaciones, se registró un aumento de elementos de origen continental y una marcada disminución en las proporciones y diversidad de paleomicroplankton marino con respecto a los niveles infrayacentes. Las especies de quistes de dinoflagelados hallados en este intervalo son características de ambientes restringidos y aguas muy someras. La edad atribuida a este intervalo en el pozo Ombucta x-1 y en la perforación Cx-1 corresponde al Mioceno Tardío-Plioceno Temprano, coincidiendo con los resultados de Becker y Bertels (1980) en el pozo Puelchex-1.

## Conclusiones

Los palinomorfos recuperados en la perforación Cx-1 son abundantes y diversos, permitiendo establecer una bioestratigrafía para la sección estudiada. Se diferencian los siguientes intervalos geocronológicos: Cretácico Tardío?-Maastrichtiano-Paleoceno-Eoceno Tardío a Oligoceno Temprano-Oligoceno

Tardío a Mioceno Temprano-Mioceno Medio-Mioceno Tardío y Mioceno Tardío a Plioceno.

Los intervalos determinados se basan principalmente en las últimas presencias de quistes de dinoflagelados. Entre los biohorizontes seleccionados por su valor bioestratigráfico, *Reticulatosphaera actinocoronata* sugiere una edad no más joven que Plioceno Temprano; *Labyrinthodinium truncatum* subespecies *truncatum*, *Hystrichosphaeropsis obscura* y *Dapsilidinium pseudocolligerum* señalan el final del Tortoniano y *Cleistosphaeridium ancyreum* permite interpretar una antigüedad no menor que Mioceno Medio (Serravaliano) para los sedimentos que lo contienen. La última presencia de *Cannosphaeropsis quatrocchiaie* resulta ser un buen indicador del Mioceno Temprano. *Phthanoperidinium comatum* marca el final del Rupeliano; *Schematosphora speciosa* y *Adnatosphaeridium multispinosum* permiten determinar una edad mínima eocena tardía. *Palaeoperidinium pyrophorum* y *Tanyosphaeridium xanthiopyxides* sugieren una edad no menor que Thanetiano y *Dinogymnium undulosum* se registra por debajo del límite Cretácico/Paleógeno indicando una edad mínima mastrichtiana. Se infiere la existencia de un hiato que abarcaría el Paleoceno Tardío y parte del Eoceno.

Los niveles inferiores de la sección estudiada, aunque palinológicamente muy pobres, reflejan una transición desde un ambiente fluvial a marino. La Formación Pedro Luro (Maastrichtiano-Paleoceno) se habría depositado en un ambiente de plataforma interna, cercana al área de aporte continental. Los dinoquistes de la Formación Elvira (Eoceno Superior-Oligoceno Inferior) sugieren un ambiente nerítico, señalando una discontinuidad en el techo de esta formación, también registrada en otras secciones de la cuenca y que coincidiría con la caída del nivel del mar producida entre el Oligoceno Temprano y Tardío. Los niveles del Mioceno Inferior y Medio son portadores de las máximas abundancias y diversidades de quistes de dinoflagelados, siendo frecuentes las especies oceánicas. La desaparición de estos elementos, la brusca disminución del paleomicroplankton marino y el predominio de los elementos de origen continental, señalan condiciones netamente regresivas para el Mioceno Tardío y Plioceno Temprano.

La comparación de los biohorizontes seleccionados en las secciones previamente estudiadas por distintos autores demuestra que los quistes de dinoflagelados constituyen una potente herramienta de correlación bioestratigráfica para el Cenozoico de la Cuenca del Colorado.

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica (PICT N° 07-00000-00897) y SGCyT de la

Universidad Nacional del Sur. Las muestras, archivadas en los depósitos de Yacimientos Petrolíferos Fiscales fueron cedidas para este estudio por su departamento de exploración. Agradecemos a B. Crilley y B. MacMillan (Geological Survey of Canada-Atlantic) por el procesamiento palinológico y la elaboración de algunos de los gráficos; a M. Quattrocchio (U.N.S.) y M. Prámparo (CRICYT) por las detalladas lecturas críticas del manuscrito; a M. Arai (PETROBRAS) por las oportunas observaciones realizadas. Nuestro agradecimiento a R. Fensome y G. Williams (Geological Survey of Canada-Atlantic) por la colaboración en el estudio sistemático y discusión de los resultados y a M. Head (University of Cambridge) por sus valiosos comentarios, los que mejoraron sustancialmente la interpretación bioestratigráfica realizada.

## Bibliografía

- Barreda, V. 1996. Bioestratigrafía de polen y esporas de la Formación Chenque, Oligoceno Tardío?-Mioceno de las provincias de Chubut y Santa Cruz, Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 33: 35-56.
- Barreda, V. y Palamarczuk, S. 2000. Palinomorfos continentales y marinos de la Formación Monte León en su área tipo, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 37: 3-12.
- Becker, D. y Bertels, A. 1980. Micropaleontología de la secuencia terciaria de la perforación Puelche (margen continental argentino). 2° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1° Congreso Latinoamericano de Paleontología (Buenos Aires), *Actas* 2: 315-333.
- Berggren, W.A., Kent, D.V., Swisher III, C.C. y Aubry, M.P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. En: W.A. Berggren, D.V. Kent, M. P. Aubry y J. Hardenbol (eds.), *Geochronology, Time scales and Global Stratigraphic Correlation*. Tulsa, SEPM Special Publication 54: 129-212.
- Brinkhuis, H. 1994. Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type-area (Northeast Italy): biostratigraphy and palaeoenvironmental interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 107: 121-163.
- Bujak, J.P. 1984. Cenozoic dinoflagellate cysts and acritarchs from the Bering Sea and northern North Pacific, D.S.D.P. Leg 19. *Micropaleontology* 30: 180-212.
- de Verteuil, L. y Norris, G. 1996. Miocene dinoflagellate stratigraphy and systematics of Maryland and Virginia. *Micropaleontology* 42: 1-172.
- Eaton, G.L., Fensome, R.A., Riding, J.B. y Williams, G.L. 2001. Re-evaluation of the status of the dinoflagellate cyst genus *Cleistosphaeridium*. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* 219: 171-205.
- Edwards, L.E. y Andrieu, V.A.S. 1992. Distribution of selected dinoflagellate cysts in modern marine sediments. En: M.J. Healy y J.H. Wrenn (eds.), *Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, pp. 259-288.
- Fensome, R.A., MacRae, R.A. y Williams, G.L. 1998. DINOFLAJ. Geological Survey of Canada, Open File D3653. Dartmouth, N.S.
- Fensome, R.A., Taylor, F.J.R., Norris, G., Sarjeant, W.A.S., Wharton, D.I. y Williams, G.L. 1993. A classification of fossil and living dinoflagellates. *Micropaleontology Press Special Paper* 7, 351 p.
- Fryklund, R., Marshall, A. y Steves, J. 1996. La Cuenca del Colorado. En: V.A. Ramos y M.A. Turic (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. Relatorio del 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), pp. 135-158.
- Gamero, J.C. y Archangelsky, S. 1981. Palinozonas neocretácicas y terciarias de la plataforma continental Argentina en la Cuenca del Colorado. *Revista Española de Micropaleontología* 13: 119-140.
- Goodman, D.K. 1979. Dinoflagellate "communities" from the Lower Eocene Nanjemoy Formation of Maryland, U.S.A. *Palynology* 3: 169-190.
- Guerstein, G.R. 1990a. Palinología estratigráfica del Terciario de la Cuenca del Colorado, República Argentina. Parte I: especies terrestres de la perforación Nadir No. 1. *Revista Española de Micropaleontología* 22: 33-61.
- Guerstein, G.R. 1990b. Palinología estratigráfica del Terciario de la Cuenca del Colorado, República Argentina. Parte II: especies marinas de la perforación Nadir No. 1. *Revista Española de Micropaleontología* 22: 167-182.
- Guerstein, G.R. 1990c. Palinología estratigráfica del Terciario de la Cuenca del Colorado, República Argentina. Parte III: estudio sistemático de la perforación Puerto Belgrano No. 20. *Revista Española de Micropaleontología* 22: 459-480.
- Guerstein, G.R. y Guler, M.V. 2000. Bioestratigrafía basada en quistes de dinoflagelados del Eoceno-Mioceno del pozo (YPF) Ombucta x-1, Cuenca del Colorado, Argentina. *Ameghiniana* 37: 81-90.
- Guerstein, G.R., Williams, G.L. y Fensome, R.A. (2001). *Cannosphaeropsis quattrocchia*, a new species of dinoflagellate cyst from the mid cenozoic of the Colorado Basin, Argentina. *Micropaleontology* 47(2): 155-167.
- Guler, M.V., Guerstein, G.R. y Quattrocchio, M.E. (en prensa) Palinología del Neógeno de la perforación Cx-1, Cuenca del Colorado, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*.
- Head, M.J. 1998. Marine environmental change in the Pliocene and Early Pleistocene of eastern England: the dinoflagellate evidence reviewed. *Mededeling Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO* 60: 199-226.
- Head, M.J., Norris, G. y Mudie, P.J. 1989a. Palynology and dinocyst stratigraphy of the Upper Miocene and lowermost Pliocene, ODP Leg 105, Site 646, Labrador Sea. En: S.P. Srivastava, M. Arthur y B. Clement (eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* 105: 423-451. College Station, Texas.
- Head, M.J., Norris, G. y Mudie, P.J. 1989b. Palynology and dinocyst stratigraphy of the Miocene in ODP Leg 105, Hole 645E, Baffin Bay. En: S.P. Srivastava, M. Arthur y B. Clement (eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* 105: 467-514.
- Juan, R., de Jager, J., Russell, J. y Gehard, I. 1996. Flanco norte de la Cuenca del Colorado. En: V.A. Ramos y M.A. Turic (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. Relatorio del 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, pp. 117-133.
- Kaasschieter, J.P.H. 1963. Geology of the Colorado basin. *Tulsa Geological Society Digest* 31: 177-187.
- Lesta, P.J., Turic, M.A. y Mainardi, E. 1978. Actualización de la información estratigráfica en la Cuenca del Colorado. 7° Congreso Geológico Argentino (Neuquén, 1978), *Actas* 1: 701-713.
- Malumián, N., Nández, C. y Jannou, G. 1998a. La Formación Elvira en su localidad tipo. Foraminíferos y edad. Mioceno Inferior, Cuenca del Colorado. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica (Buenos Aires), *Actas* 1: 114-119.
- Malumián, N., Suriano, J.M. y Cobos, J.C. 1998b. La Formación Barranca Final en su localidad tipo. Mioceno, Cuenca del Colorado. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica (Buenos Aires), *Actas* 1: 125-130.
- Palamarczuk, S. y Barreda, V.D. 1998. Bioestratigrafía en base a quistes de dinoflagelados de la Formación Chenque (Mioceno), provincia del Chubut, Argentina. *Ameghiniana* 35: 415-426.
- Quattrocchio, M.E. y Ruiz, L.C. 1999. Paleoambiente de la Formación Pedro Luro (Maastrichtiano?-Paleoceno) en base a palinomorfos, Cuenca del Colorado, Argentina. *Ameghiniana* 36: 37-47.
- Quattrocchio, M.E. y Sarjeant, W.A.S. 1996. Early Paleocene (Danian) dinoflagellates from the Colorado Basin, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 28: 111-138.

- Rolleri, E. 1975. Provincias geológicas bonaerenses. *Relatorio del 6° Congreso Geológico Argentino (Bahía Blanca), Geología de la Provincia de Buenos Aires*, pp. 29-53.
- Stover, L.E. y Hardenbol, J. 1993. Dinoflagellates and depositional sequences in the Lower Oligocene (Rupelian) Boom Clay Formation, Belgium. *Bulletin de la Société belge de géologie* 102: 5-77.
- Stover, L.E., Brinkhuis, H., Damassa, S.P., de Vertuil, L., Helby, R.J., Monteil, E., Partridge, A.D., Powell, A.J., Riding, J.B., Smelror, M. y Williams, G.L. 1996. Chapter 19. Mesozoic-Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes. En: J.J. Jansonius y D.C. McGregor (eds.), *Palynology: principles and applications*, 2: 641-750. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.
- Uchupí, E. y Emery, K.O. 1991. Pangean divergent margins: historical perspective. *Marine Geology* 102: 1-28.
- Urien, C.M., Zambrano, J.J. y Martins, L.R. 1981. The basins of southeastern South America (Southern Brazil, Uruguay and Eastern Argentina) including the Malvinas Plateau and Southern South Atlantic Paleogeographic evolution. En: W. Volkheimer y E.A. Musacchio (eds.), *Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur; Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico* 1: 45-125.
- Williams, G.L., Stover, L.E. y Kidson, E.J. 1993. Morphology and stratigraphic ranges of selected Mesozoic-Cenozoic dinoflagellate taxa in the Northern Hemisphere. *Geological Survey of Canada, Paper 92-10*: 1-137.
- Williams, G.L., Brinkhuis, H., Bujak, J.P., Damassa, S.P., Hochuli, P.A., de Verteuil, L. y Zevenboom, D. 1998a. Dinoflagellates. En: Appendix to Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European Basins by Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., de Graciansky, P.C., and Vail, P.R. en *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. Society for Sedimentary Geology, Special Publication* 60, pág. 9 y cuadro 3.
- Williams, G.L., Lentin, J. y Fensome, R.A. 1998b. The Lentin and Williams Index of fossil dinoflagellates 1998 edition. *American Association of Stratigraphic Palynologist, Contribution Series* 34, 817 p.
- Wrenn, J.H. y Kokinos, J.P. 1986. Preliminary comments on Miocene through Pleistocene dinoflagellate cysts from De Soto Canyon, Gulf of Mexico. *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contributions Series* 17: 169-225.
- Yrigoyen, M.R. 1975. Geología del subsuelo y la plataforma continental. *Relatorio del 6° Congreso Geológico Argentino (Bahía Blanca), Geología de la Provincia de Buenos Aires*, pp. 139-168.
- Zambrano, J.J. 1980. Comarca de la cuenca Cretácica de Colorado. En: J.C.M. Turner (ed.), *2° Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias*, 2: 1033-1070.

#### Apéndice 1. Lista taxonómica de especies identificadas

Las citas bibliográficas se encuentran en Williams *et al.* (1998b). La clasificación es la propuesta por Fensome *et al.* (1993) actualizada según Fensome *et al.* (1998), excepto cuando se indica (\*) / Citations can be found in Williams *et al.* (1998b). Classification from Fensome *et al.* (1993) updated in Fensome *et al.* (1998) except when indicated (\*)

	últimas presencias (m p. p.)	Ilustración
División Dinoflagellata (Bütschli) Fensome <i>et al.</i>		
Clase Dinophyceae Pascher		
Orden Ptychodiscales Fensome <i>et al.</i>		
Familia Ptychodiscaceae Willey y Hickson		
Subfamilia Dinogymnioideae (Sarjeant y Downie) Fensome <i>et al.</i>		
<i>Dinogymnium undulosum</i> Cookson y Eisenack	1380	Figura 7.J
Orden Gonyaulacales Taylor		
Familia Cladopyxiaceae Stein		
<i>Enneadocysta? dictyostila</i> (Menéndez) Stover y Williams	1195	Figura 7.C
Familia Goniodomaceae Lindemann		
Subfamilia Goniodomioideae (autonym)		
<i>Heteraulacacysta</i> sp. cf. <i>H. campanula</i> Drugg y Loeblich	925	Figura 5.F
<i>H. pustulata</i> Jan du Chêne y Adediran	1195	Figura 6.J
<i>H.</i> sp.	1195	Figura 7.B
Subfamilia Helgolandinioideae Fensome <i>et al.</i>		
<i>Tuberculodinium vancampoae</i> (Rossignol) Wall	585	Figura 4.C
Subfamilia Pyrodinioideae Fensome <i>et al.</i>		
<i>Alisocysta circumtabulata</i> (Drugg) Stover y Evitt	1380	Figura 7.I
<i>Hystriochosphaeridium tubiferum</i> (Ehrenberg) Deflandre <i>emend.</i> Davey y Williams	1360	Figura 7.H
Familia Gonyaulacaceae Lindemann		
Subfamilia Leptodinioideae Fensome <i>et al.</i>		
<i>Emmetrocysta urnaformis</i> (Cookson) Stover	1045	Figuras 6.A, 6.C
Subfamilia Cribroperidinioideae Fensome <i>et al.</i>		
<i>Achilleodinium</i> sp. cf. <i>latispinosum</i> (Davey y Williams) Bujak <i>et al.</i>	1520	Figura 8.G
<i>Cordosphaeridium minimun</i> (Morgenroth) Benedek	1025	-
<i>C.</i> sp.	1195	Figura 7.A
<i>Coosteaudinium</i> sp. cf. <i>C. aubryae</i> de Verteuil y Norris	885	Figura 5.C
<i>Cribroperidinium tenuitabulatum</i> (Gerlach) Helenes	985	Figura 6.B
<i>C.</i> sp.	1520	Figura 8.E
<i>Hystrichokolpoma rigaudiae</i> Deflandre y Cookson	945	Figura 6.L
<i>Lingulodinium machaerophorum</i> (Deflandre y Cookson) Wall	220	-
<i>Operculodinium centrocarpum</i> (Deflandre y Cookson) Wall	260	Figura 4.N
<i>O. israelianum</i> (Rossignol) Wall	260	-
<i>O.</i> sp. 1	805	Figura 5.B
Subfamilia Gonyaulacoideae (Autonimia)		
<i>Achomosphaera</i> sp.	585	-



<i>Cannosphaeropsis quattrocchia</i> Guerstein <i>et al.</i>	945	Figuras 5.J-K
<i>Hystrichosphaeropsis obscura</i> Aviv	785	Figura 4.L
<i>Hystrichostrogylon</i> sp.	785	-
<i>Impagidinium</i> sp. cf. <i>I. californiense</i> Damassa	260	Figuras 4.F-G
<i>Nematosphaeropsis rigida</i> Wrenn	605	Figura 4.M
<i>Pentadinium laticinctum</i> Gerlach	1005	Figura 6.D
<i>Pterodinium</i> sp.	1600	Figura 8.F
<i>Spiniferites membranaceus</i> (Rosssignol) Sarjeant	425	-
<i>S. mirabilis</i> (Rosssignol) Sarjeant	355	-
<i>S. pseudofurcatus</i> (Klumpp) Sarjeant <i>emend.</i> Sarjeant	945	Figura 5.H
<i>S. ovatus</i> Matsuoka	525	Figura 4.B
<i>S. ramosus</i> (Ehrenberg) Mantell	220	-
Subfamilia Uncertain		
<i>Invertocysta lacrymosa</i> Edwards	585	Figura 4.D
<i>Melitasphaeridium choanophorum</i> (Deflandre y Cookson) Harland y Hill	585	Figura 4.E
<i>M.</i> sp. cf. <i>M. pseudorecurvatum</i> (Morgenroth) Bujak <i>et al.</i>	1065	Figura 6.F
<i>Xenicodinium conispinum</i> Stover y Hardenbol	825	Figura 5.D
<i>X. echiniferum</i> Stover y Hardenbol	925	Figura 5.G
Familia Areoligeraceae		
<i>Adnatosphaeridium multispinosum</i> Davey y Williams	1255	Figura 6.K
<i>Areoligera medusettiformis</i> Wetzel ex Lejeune-Carpentier	1360	Figuras 7.D-E
<i>Glaphyrocysta</i> sp. cf. <i>G. pastielsii</i> (Deflandre y Cookson) Stover y Evitt	1360	Figura 7.G
<i>Schematophora speciosa</i> Deflandre y Cookson	1255	Figura 6.E
Familia Uncertain		
<i>Batiacysphaera micropapillata</i> Stover	525	Figura 4.J
<i>B. sphaerica</i> Stover	1100	-
<i>Cleistosphaeridium ancyreum</i> * (Cookson y Eisenack) Eaton <i>et al.</i>	825	Figura 5.A
<i>C. diversispinosum</i> * (Davey <i>et al.</i> ) Eaton <i>et al.</i>	885	-
<i>Dapsilidinium pseudocolligerum</i> (Sover) Bujak <i>et al.</i>	885	Figura 5.E
<i>Distatodinium paradoxum</i> (Brosius) Eaton	1005	Figura 5.L
<i>Exochosphaeridium</i> sp.	1360	Figura 8.A
<i>Labyrinthodinium truncatum</i> subsp. <i>truncatum</i> (Piasecki) Fensome <i>et al.</i>	705	Figura 4.K
<i>Reticulosphaera actinocoronata</i> (Benedek) Bujak y Matsuoka	220	Figura 4.A
<i>Tanyosphaeridium xanthiopyxides</i> (Wetzel ex Deflandre) Stover y Evitt <i>emend.</i> Sarjeant	1360	Figura 7.K
Orden Peridinales Haeckel		
Familia Peridiniaceae Ehrenberg		
Subfamilia Palaeoperidinioideae (Vozzhennikova) Bujak y Davies		
<i>Palaeoperidinium pyrophorum</i> (Ehrenberg ex Wetzel) Sarjeant	1360	Figura 8.B
<i>Phthanoperidinium comatum</i> (Morgenroth 1966b) Eisenack y Kjellström 1972	1195	Figura 7.F
<i>P. multispinum</i> Bujak en Bujak <i>et al.</i>	1195	-
Subfamilia Deflandreioideae Bujak y Davies		
<i>Cerodinium</i> sp.	1360	-
<i>Palaeocystodinium australinum</i> (Cookson) Lentin y Williams	1420	Figura 8.C
<i>P. lidiae</i> (Górka) Davey	1520	Figura 8.D
<i>P.</i> sp.	985	Figura 5.I
<i>Senegalinium</i> sp. cf. <i>S. bicavatatum</i> Jain y Milleped	1520	Figura 7.L
Familia Protoperidiniaceae Bujak y Davies ex Bujak y Davies en . Fensome <i>et al.</i> nom prop. cons.		
Subfamilia Protoperidinioideae (Autonomia)		
<i>Lejeuncysta fallax</i> (Morgenroth) Artzner y Dörhöfer <i>emend.</i> Biffi y Grignani	1065	Figura 6.G
<i>L.</i> sp. cf. <i>L. globosa</i> Biffi y Grignani	1125	Figura 6.H
<i>L. pulchra</i> Biffi y Grignani	1100	Figura 6.I
<i>Selenomemphix</i> sp. cf. <i>S. armata</i> Bujak en Bujak <i>et al.</i>	705	Figura 4.H
<i>S. dionaecysta</i> Head <i>et al.</i>	785	Figura 4.I

#### Apéndice II. Otras especies mencionadas en el texto

<i>Achomosphaera sagena</i> Davey y Williams		
<i>Cannosphaeropsis utinensis</i> O. Wetzel		
<i>Cerodinium dartmoorium</i> (Cookson y Eisenack) Lentin y Williams		
<i>C. diebelii</i> (Alberti) Lentin y Williams		
<i>Coronifera oceanica</i> Cookson y Eisenack <i>emend.</i> May		
<i>Cribooperidinium cooksoniae</i> Norvick		
<i>Deflandrea fuegiensis</i> Menéndez		
<i>Glaphyrocysta retiintexta</i> (Cookson) Stover y Evitt		
<i>Heterosphaeridium heteracanthum</i> (Deflandre y Cookson) Eisenack y Kjellström		
<i>Lingulodinium hemicystum</i> McMinn		
<i>Manumiella? cretacea</i> (Cookson) Bujak y Davies		
<i>Odontochitina costata</i> Alberti <i>emend.</i> Clarke y Verdier		

*Pentadinium taeniagerum* Gerlach

*Spinidinium macmurdoense* (Wilson) Lentin y Williams

*Systematophora placacantha* (Deflandre y Cookson) Davey *et al.*

*Tityrosphaeridium tenuistriatum* (Heisecke) Sarjeant emend. Quattrocchio y Sarjeant

*Trithyrodinium vermiculatum* (Cookson y Eisenack) Lentin y Williams

*Xenascus ceratioides* (Deflandre) Lentin y Williams

**Recibido:** 3 de julio de 2000.  
**Aceptado:** 25 de junio de 2001.