

Bioestratigrafía basada en quistes de dinoflagelados del Eoceno-Mioceno del pozo (YPF) Ombucta x-1, Cuenca del Colorado, Argentina

G. Raquel GUERSTEIN^{1,2} y M. Verónica GULER^{1,3}

Abstract. BIOSTRATIGRAPHY BASED ON EOCENE-MIOCENE DINOFLAGELLATE CYSTS FROM (YPF) OMBUCTA X-1 BOREHOLE, COLORADO BASIN, ARGENTINA. Sediments between 250 and 850 metres deep from the exploration Ombucta x-1 borehole, located onshore Colorado Basin, were studied palynologically. Dinoflagellate cysts are present in varying amounts allowing age interpretation for the section. Selected dinoflagellate cyst events, mainly last occurrences, suggest five age intervals: late Miocene to early Pliocene, late Miocene, mid Miocene, Oligocene to early Miocene and Eocene to Oligocene. The comparison of the selected dinoflagellate events with previous studies carried out by other authors indicates that these events are consistent throughout the basin. The composition of the dinoflagellate assemblages, with dominance of gonyaulocoids over peridinioids, reflects poor nutrient oceanic conditions. Low dinocyst/pollen ratios at the end of the Miocene and during the Oligocene suggest relatively nearshore environments confirmed by high dominance of the complex *Operculodinium israelianum/centrocarpum*. Sediments ranging from mid to early Miocene in age show high dinocyst/pollen ratios associated with oceanic species acmes.

Key words. Biostratigraphy. Dinoflagellate cyst events. Eocene-Miocene. Colorado Basin. Argentina.

Palabras clave. Bioestratigrafía. Quistes de dinoflagelados. Eventos bioestratigráficos. Eocene-Mioceno. Cuenca del Colorado. Argentina.

Introducción

La mayoría de las unidades mesozoicas y cenozoicas pre-pliocenas reconocidas en la Cuenca del Colorado carecen de secciones aflorantes equivalentes, por lo que las determinaciones de edad se basan casi exclusivamente en información de subsuelo. En este contexto, los quistes de dinoflagelados constituyen una herramienta capaz de proveer la resolución bioestratigráfica necesaria para la exploración petrolera.

Los estudios de prospección de hidrocarburos se iniciaron en el sector occidental de la cuenca en 1958. La compañía Shell Production Argentina (SPA) y Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) perforaron nueve pozos en el área continental de la cuenca, entre ellos el pozo Ombucta x-1 (YPF), del cual proviene el material para el presente trabajo (figura 1). La mayoría de estas perforaciones atravesaron estratos mesozoicos y cenozoicos, donde se establecieron las secciones tipo para las formaciones del Cretácico Superior, Paleógeno y Neógeno (Kaaschieter, 1963).

En 1975, YPF llevó a cabo un programa exploratorio en la zona central de la cuenca sedimentaria que incluyó la perforación de los pozos Kanquel x-1 y

¹Departamento Geología, Universidad Nacional del Sur. San Juan 670, 8000 Bahía Blanca. Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

³Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires.

Puelche x-1. La bioestratigrafía de estos dos pozos se basó en el estudio palinológico de Gamerro y Arangelsky (1981).

Otros estudios de quistes de dinoflagelados en la cuenca son los realizados por Guerstein (1990b-c), quien describió las asociaciones del Eocene, Oligoeno y Miocene de los pozos del área continental Nadir 1 y Puerto Belgrano 20. En este último, Quattrochio y Sarjeant (1996) estudiaron las asociaciones de quistes de dinoflagelados asignadas al Maastrichtiano?-Paleoceno.

El objetivo del presente trabajo es proponer una bioestratigrafía basada principalmente en las últimas presencias de quistes de dinoflagelados para el intervalo comprendido entre los 250 y 850 metros de profundidad de la perforación (YPF) Ombucta x-1. Los resultados obtenidos en este trabajo se comparan con la información proveniente de otras secciones de la cuenca analizadas previamente por distintos autores.

Geología y estratigrafía

La Cuenca del Colorado se encuentra localizada en su mayor parte en la plataforma continental, entre los 38° y 41° de latitud Sur y 57° y 64° de longitud Oeste. Ocupa la porción sudeste de la provincia de Buenos Aires y cubre más de 160.000 kilómetros cuadrados (figura 1). La apertura de la cuenca se relacio-

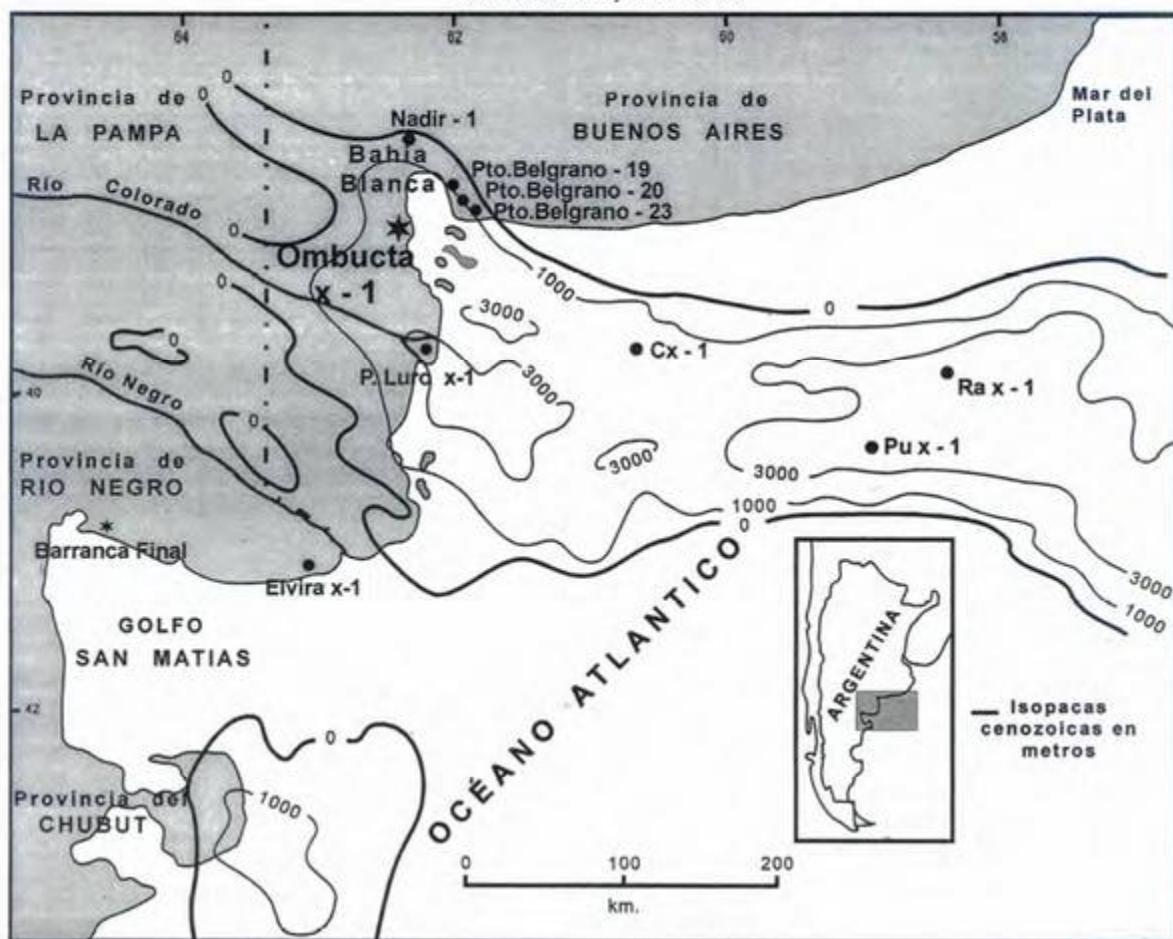


Figura 1. Cuenca del Colorado. Mapa de ubicación de los pozos y localidades mencionadas en el texto / *Colorado Basin. Location map showing the boreholes and outcrops mentioned in the text.*

na con un sistema de *rift* intracratónico que coincide con el límite entre el Cráton Sudamericano y el Macizo Patagónico Norte, originado en el Jurásico Medio a Tardío en el extremo sur del continente sudamericano (Uchupi y Emery, 1991).

La estratigrafía del Mesozoico y Cenozoico de la Cuenca del Colorado, fue tratada ampliamente por diversos autores. Entre ellos, Kaasschieter (1963), Lesta *et al.* (1978), Zambrano (1980), Urien *et al.* (1981) y Frykund *et al.* (1996). Estos últimos ilustraron en su figura 5 la secuencia sedimentaria, identificando tres unidades tectono-estratigráficas separadas por discordancias y/o secciones condensadas. La secuencia se inicia con depósitos de *sin-rift* (Jurásico Superior - Cretácico Inferior) superpuestos por las formaciones Fortín y Colorado (Cretácico Superior) correspondientes al estadio de *sag*. Por último, reconocieron la unidad de deriva, representada por las Formaciones Pedro Luro (Paleoceno), Elvira-Ombucta (Eoceno medio a superior), Barranca Final (Oligoceno a Plioceno) y Belén (Plioceno).

El pozo Ombucta x-1 ($38^{\circ} 58'S$, $67^{\circ} 21'W$) alcanzó una profundidad total de 1.830 metros, y se perforó en un terreno ubicado a 20 metros de altura sobre el

nivel del mar. Kaasschieter (1963) definió en este pozo la localidad tipo de la Formación Ombucta entre los 620 y 920 m p.p. Por encima determinó la presencia de arcillas arenosas de color gris a gris verdoso correspondientes a la Formación Barranca Final. Posteriormente, Lesta *et al.* (1978) reconocieron en esta sección, entre los 625 y los 790 metros de profundidad por debajo del nivel del terreno, arenas más o menos glauconíticas con intercalaciones de gravas asignables a la Formación Elvira (figura 2).

Antecedentes

La bioestratigrafía de la cuenca se basa en trabajos micropaleontológicos, incluyendo microfósiles calcáreos y palinomorfos. Malumián (1970, 1972) estudió los microfósiles calcáreos del Paleoceno del pozo Puerto Belgrano 20 y del Eoceno superior-Mioceno del pozo Puerto Belgrano 23 en el área continental de la cuenca.

Gamerro y Archangelsky (1981) realizaron los primeros estudios palinológicos en los pozos exploratorios Ranquel x-1 y Puelche x-1 perforados costa afuera, estableciendo cinco palinozonas denominadas

con las letras A-E para el intervalo Cretácico Superior a Miocene Superior. Por otra parte, los datos de foraminíferos del pozo Puelche x-1 presentados por Becker y Bertels (1980) permitieron diferenciar el Oligoceno y Miocene.

Guerstein (1990 a, b, c) describió las asociaciones palinológicas eocenas a miocenas de dos pozos en el área continental de la Cuenca del Colorado, Nadir 1 y Puerto Belgrano 20. Posteriormente, Quattrocchio y Guerstein (1988) determinaron zonas climáticas basa-

das principalmente en los elementos de origen continental de ambas perforaciones. Ruiz (1994) y Ruiz y Quattrocchio (1996, 1997a y b) estudiaron el contenido palinológico del Daniano de los pozos Pedro Luro x-1, Ombucta x-1, Puerto Belgrano 19 y Puerto Belgrano 20. Guerstein *et al.* (1995), a partir del estudio palinológico de cinco perforaciones realizadas en el área continental, presentaron los cambios paleoambientales y paleoclimáticos para el intervalo Daniano-Mioceno.

Archangelsky (1996) y Malumián y Nañez (1996) realizaron una actualización de la bioestratigrafía de la Plataforma Continental Argentina en sus trabajos sobre palinoestratigrafía y micropaleontología, respectivamente.

Malumián *et al.* (1998 a, b) estudiaron las asociaciones de foraminíferos de las Formaciones Elvira y Barranca Final en sus localidades tipo. Malumián *et al.* (1998a) determinaron que en la perforación Elvira x-1 el contenido microfaunístico de la Formación Elvira es comparable a la de la Formación San Julián de la Cuenca Austral, de edad oligocena temprana. Los sedimentos suprayacentes, correspondientes a la parte basal de la Formación Barranca Final en dicha perforación, fueron asignados al Oligoceno cuspidal-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.

Por otra parte, Malumián *et al.* (1998b) indicaron que los microfósiles hallados en la sección tipo de la Formación Barranca Final (única unidad pre-plioeniana aflorante en la Cuenca del Colorado) son característicos de la transgresión entrerriense, asignándole a estos sedimentos una edad miocena media a tardía.

Metodología

Para el presente trabajo se procesaron 37 muestras de *cutting* entre los niveles 250 y 850 metros de profundidad de perforación (m p.p.), de las cuales 31 resultaron palinológicamente fértiles. Sólo las cuatro muestras pertenecientes a la parte basal de la zona estudiada (Formación Ombucta) y dos muestras de la parte baja de la Formación Elvira resultaron estériles (figura 2). Las muestras fueron procesadas para la concentración de palinomorfos utilizando las técnicas de Heusser y Stock (1984). Los residuos fueron teñidos con safranina y montados en gelatina glicerina.

El estudio microscópico se realizó con un microscopio de luz trasmisiva Olympus BH2 del Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur. En este trabajo se siguió la clasificación de dinoflagelados de Fensome *et al.* (1993) actualizada en Fensome *et al.* (1998) y el catálogo de especies de Williams *et al.* (1998a). La escala de tiempo utilizada es la propuesta por Berggren *et al.* (1995).

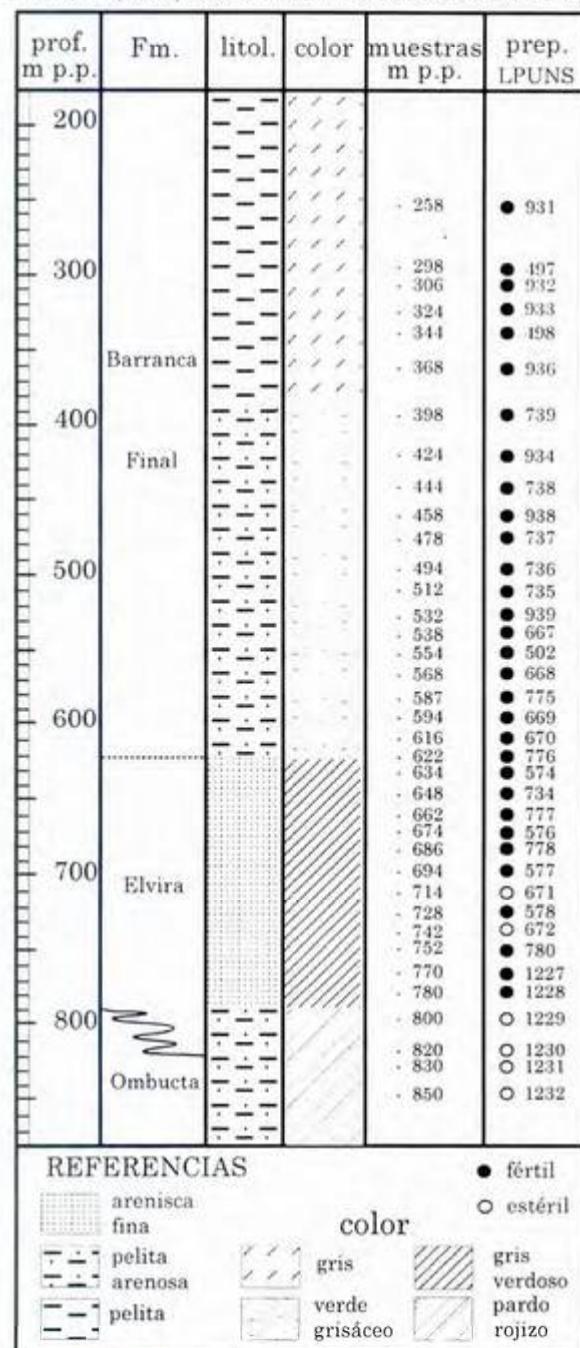


Figura 2. Posición estratigráfica de las muestras palinológicas provenientes del pozo YPF Ombucta x-1. Litoestratigrafía según Lesta *et al.* (1978) / Stratigraphic positions of the palynological samples from YPF Ombucta x-1. Lithostratigraphy from Lesta *et al.* (1978).

Cuadro 1. Lista de especies identificadas según Williams *et al.* (1998), excepto cuando se indica (*). Clasificación según Fensome *et al.* 1993 en Fensome *et al.* 1998. Últimas presencias en metros de profundidad de perforación (m p.p.) / List of identified species following Williams *et al.* (1998), except when indicated. Clasification of Fensome *et al.* (1993) in Fensome *et al.* (1998). Last occurrences in depth drilling metres (d.m.).

LISTA TAXONÓMICA DE ESPECIES IDENTIFICADAS	últimas presencias (m p. p.)
División DINOFAGELLATA (Bütschli 1885) Fensome <i>et al.</i> 1993	
Clase DINOPHYCEAE Pascher 1914	
Orden GONYAULACALES Taylor 1980	
Familia GONYAULACACEAE Lindemann 1928	
Subfamilia LEPTODINIOIDAE Fensome <i>et al.</i> 1993	
<i>Enmetrocysta urniformis</i> (Cookson) Stover 1975	587
<i>Systematophora placacantha</i> (Deflandre y Cookson) Davey <i>et al.</i> 1969	398
Subfamilia CRIBROPERIDINIOIDAE Fensome <i>et al.</i> 993	
<i>Cordosphaeridium minimum</i> (Morgenroth) Benedek 1972	648
<i>Cordosphaeridium</i> sp.	512
<i>Cribroperidinium tenuitabulatum</i> (Gerlach) Helenes 1984	494
<i>Hystrichokolpoma rigaudiae</i> Deflandre y Cookson 1955	444
<i>Lingulodinium brevispinosum</i> Matsuoka y Bujak 1988	444
<i>Lingulodinium machaerophorum</i> (Deflandre y Cookson) Wall 1967	344
<i>Operculodinium centrocarpum</i> (Deflandre y Cookson) Wall 1967	344
<i>Operculodinium israelianum</i> (Rossignol) Wall 1967	344
Subfamilia GONYAULACOIDEAE (Autonomia)	
<i>Achomosphaera</i> sp.	398
<i>Cannosphaeropsis</i> n. sp. Guerstein <i>et al.</i> en prensa	512
<i>Hystrichosphaeropsis obscura</i> Habib 1972	478
<i>Hystrichostrogylon</i> sp.	568
<i>Impagidinium</i> sp.	424
<i>Nematosphaeropsis rigidula</i> Wrenn 1988	424
<i>Pentadinium laticinctum</i> Gerlach 1961	398
<i>Spiniferites membranaceus</i> (Rossignol) Sarjeant 1970	324
<i>Spiniferites mirabilis</i> (Rossignol) Sarjeant 1970	568
<i>Spiniferites ovatus</i> Matsuoka 1983	512
<i>Spiniferites ramosus</i> (Ehrenberg) Mantell 1854	306
Subfamilia UNCERTAIN	
<i>Invertocysta lacrymosa</i> Edwards 1984	424
<i>Melitasphaeridium choanophorum</i> (Deflandre y Cookson) Harland y Hill 1979	398
<i>Melitasphaeridium cf. S. pseudorecurvatum</i> (Morgenroth) Bujak <i>et al.</i> 1980	587
<i>Xenicodium echiniferum</i> Stover y Hardenbol 1993	538
Familia UNCERTAIN	
<i>Batiacasphaera baculata</i> Drugg 1970	587
<i>Batiacasphaera micropapillata</i> Stover 1977	398
<i>Batiacasphaera</i> sp.	538
<i>Cleistosphaeridium diversispinosum*</i> Davey <i>et al.</i> 1966	512
<i>Dapsillidinium pseudocolligerum</i> (Sover) Bujak <i>et al.</i> 1980	444
<i>Distatodinium paradoxum</i> (Brosius) Eaton 1976	494
<i>Labyrinthodinium truncatum</i> subsp. <i>truncatum</i> (Piasecki) Fensome <i>et al.</i> 1995	444
<i>Reticulatosphaera actinocoronata</i> (Benedek) Bujak y Matsuoka 1986	306
Orden PERIDINIALES Haeckel 1894	
Familia PROTOPERIDINIACEAE Bujak y Davies 1983 ex Bujak y Davies en Fensome <i>et al.</i> 1998 nom. prop. cons.	
Subfamilia PROTOPERIDINIOIDAE (Autonomia)	
<i>Lejeuneocysta</i> sp.	538

Se realizaron recuentos semicuantitativos para caracterizar a las asociaciones palinológicas según la relación quistes de dinoflagelados/total de palinomorfos en cada muestra. Los resultados se indican en la columna derecha de la figura 3.

Las fotomicrografías que ilustran la figura 4 se tomaron con películas de 100 ASA, utilizando una cámara fotográfica Olympus. Las coordenadas de los espe-

címenes ilustrados corresponden a la escala Vernier del microscopio Olympus BH2, serie n° 222673, indicándose 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 la sigla LPUNS seguido por el números de preparado indicado en la figura 2.

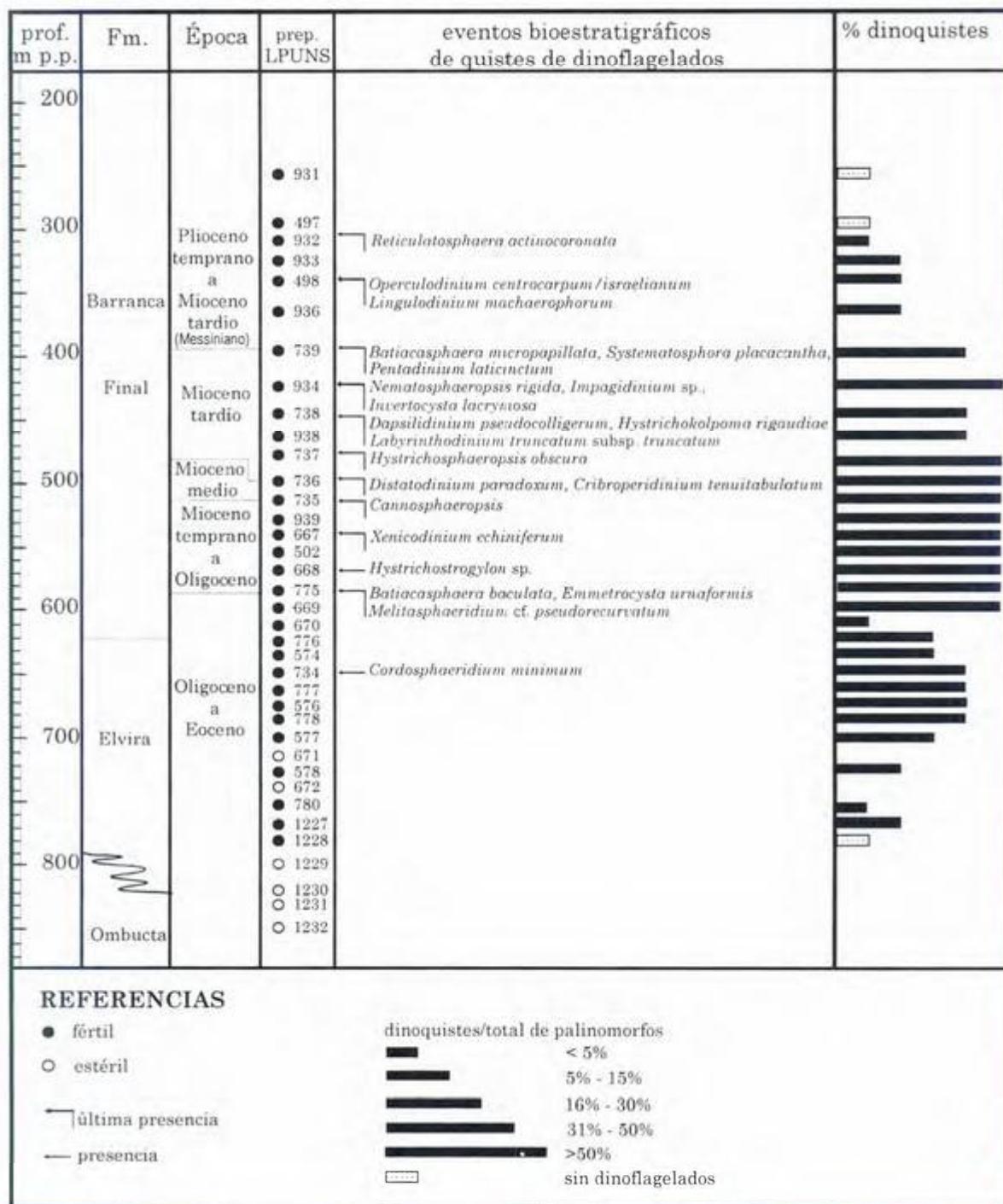


Figura 3. Bioestratigrafía propuesta para el Eocene-Mioceno del pozo Ombucta x-1 / Biostratigraphy proposed for the Eocene-Mioceno of Ombucta x-1 borehole.

Bioestratigrafía

Según Edwards y Guex (1996), el rango de un taxón puede tratarse como dos eventos bioestratigráficos relacionados: el registro más bajo o base y el registro más alto o techo del rango del taxón en la sección estratigráfica. Por tratarse de muestras provenientes del *cutting* de la perforación sólo las últimas presencias se consideran datos confiables para la interpretación bioestratigráfica. En el Cuadro 1 se listan las especies de quistes de dinoflagelados identificadas entre los 250 y 850 m p.p. y se señalan las últimas presencias de las mismas.

En la figura 3 se indican los registros más altos de los quistes de dinoflagelados seleccionados como eventos bioestratigráficos. La última presencia de *Reticulatosphaera actinocoronata* (figura 4.A) se registra a los 306 m p.p. Williams *et al.* (1998) señalan la última aparición de esta especie a los 4,2 Ma (Zanciano, Plioceno temprano). Este evento bioestratigráfico indicaría que los sedimentos por debajo de dicha profundidad tendrían una antigüedad no menor que Plioceno temprano.

Batiacasphaera micropapillata (figura 4.B), *Systematophora placacantha* y *Pentadinium laticinctum* (figura 4.G) presentan su últimos registros a los 398 m p.p. Las últimas presencias de *Impagidinium* sp., *Invertocysta lacrymosa*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Nematosphaeropsis rigida* se registran a los 424 m p.p., *Hystichokolponia rigaudiae*, *Labyrinthodinium truncatum* subespecies *truncatum* a los 444 m p.p., *Dapsilidinium pseudocolligerum* (figura 4.C) a los 458 m p.p. y *Hystichosphaeropsis obscura* (figura 4.M) a los 478 m p.p.

Según Williams *et al.* (1998), la última aparición de *Systematophora placacantha* corresponde a los 6,6 Ma (Messiniano, Mioceno tardío); *Labyrinthodinium truncatum* subespecies *truncatum* registra su última aparición a los 7,8 Ma; *Dapsilidinium pseudocolligerum*, a los 7,1 Ma y *Hystichosphaeropsis obscura* a los 7,3 Ma (Tortoniano, Mioceno tardío). Estos datos permiten considerar que los sedimentos por debajo de los 398 m p.p. tienen una antigüedad no menor que Mioceno tardío.

Cribroperidinium tenuitabulatum (figura 4.N) y *Distatodinium paradoxum* (figura 4.L) presentan sus registros más altos a los 494 m p.p. Según Williams *et al.* (1998), las últimas apariciones de estas dos espe-

cies corresponden a los 13,2 Ma y 13,6 Ma, respectivamente (Serravaliano, Mioceno medio) y permitirían asignar a los sedimentos por debajo de los 494 m p.p. al Mioceno medio.

A los 512 m p.p. se registra la última presencia de *Cannosphaeropsis* n. sp. Guerstein *et al.* (en prensa) (figura 4.F), esta especie fue descripta por Guerstein *et al.* (en prensa) en sedimentos de probable edad miocena temprana a oligocena de la perforación Cx-1. Estos autores indicaron que la última aparición de esta especie se registra en el Mioceno temprano, dato que permitiría asignar a los sedimentos por debajo de los 512 m p.p. una antigüedad no menor que Mioceno temprano.

Entre los 538 y 568 m p.p. se hallaron especímenes de *Xenicodinium echiniferum* (figuras 4.D y 4.E), *Lejeuneacysta* sp. y *Hystichostrogylon* sp. (figura 4.I). A los 587 m p.p. se registra la última presencia de *Melitasphaeridium* sp. cf. *M. pseudorecurvatum* (figura 4.K), *Batiacasphaera baculata* (figura 4.H) y *Emmetrocysta urniformis* (figura 4.J). A los 648 m p.p. se registra la última presencia de *Cordosphaeridium minimum*.

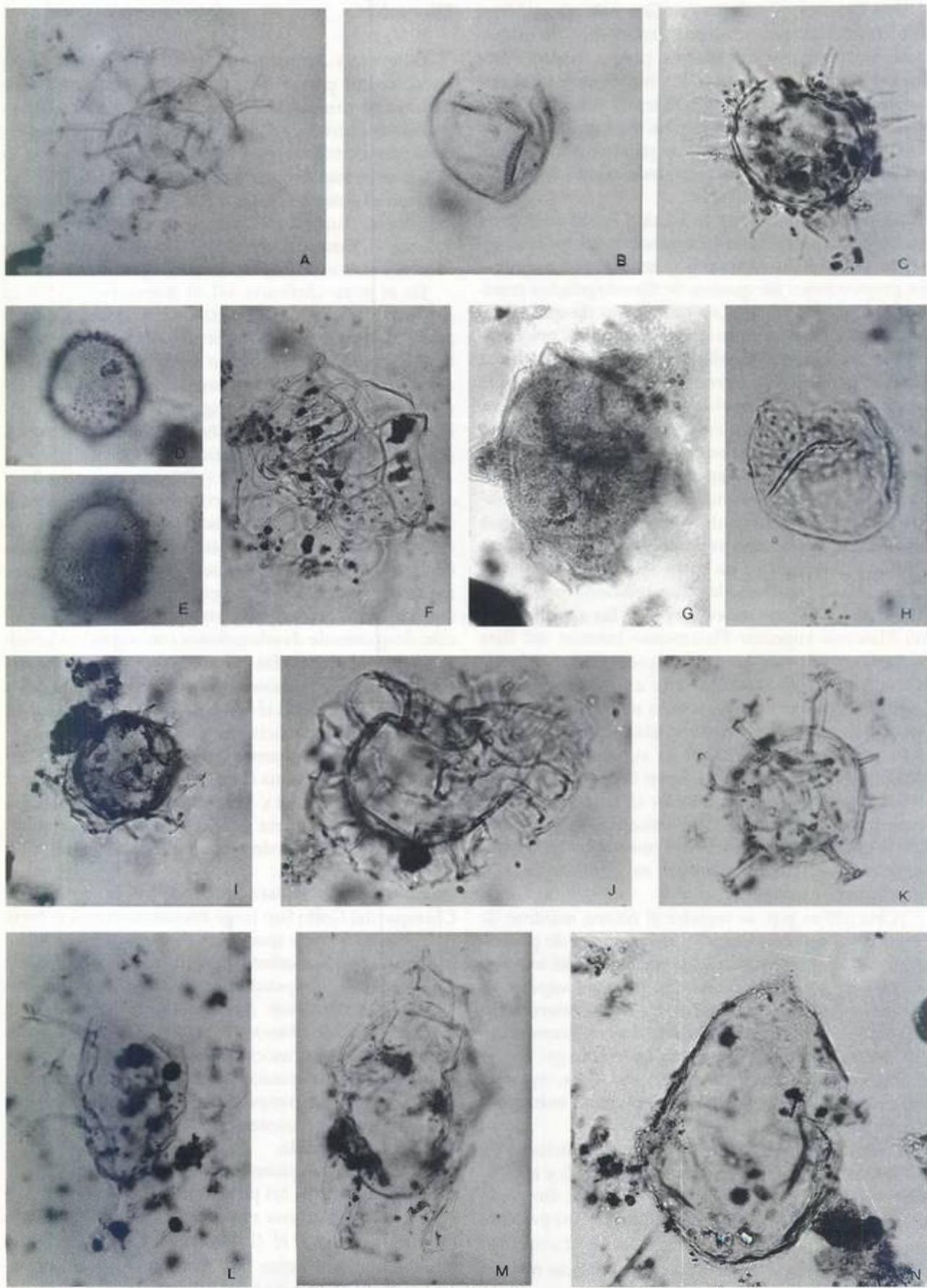
Los registros previos de *Batiacasphaera baculata* corresponden al Eoceno y Oligoceno. Por otra parte, según Williams *et al.* (1998), *Melitasphaeridium pseudorecurvatum* presenta su última aparición a los 34,5 Ma (Priaboniano, Eoceno tardío). Sin embargo, Bujak *et al.* (1980) consideran que esta especie forma un complejo con otras especies de *Melitasphaeridium* que se registran desde el Oligoceno. Teniendo en cuenta los datos obtenidos hasta el momento, y dada la ausencia de indicadores bioestratigráficos de mayor precisión, los sedimentos por debajo de los 587 m p.p. se asignan al Eoceno-Oligoceno.

Los niveles entre los 730 y 780 m p.p. son portadores de asociaciones palinológicas muy pobres, tanto en sus componentes de origen continental como marino y el intervalo comprendido entre los 800 y 850 m p.p. es palinológicamente estéril.

Paleoambiente

Los quistes de dinoflagelados del Orden Gonyaulacales predominan ampliamente sobre los del Orden Peridiniales (Cuadro 1), reflejando aguas muy pobres en nutrientes.

Figura 4. A, *Reticulatosphaera actinocoronata* (Benedek) Bujak y Matsuoka. 600 x; muestra 669e: 14,6/122,8; referencias del England Finder (EF): L-M 23/3. B, *Batiacasphaera micropapillata* Stover 600 x; muestra 775a: 16/138,2; EF: J 38/4. C, *Dapsilidinium pseudocolligerum* (Sover) Bujak *et al.* 600 x; muestra 778f: 4,8/141,5; EF: W 42. D, *Xenicodinium echiniferum* Stover y Hardenbol 600 x; muestra 777b: 19/128,6; EF: R 29/3. E, *Xenicodinium echiniferum* Stover y Hardenbol 600 x; muestra 775d: 23,5/143,8; EF: B 45/3. F, *Cannosphaeropsis* n. sp. en Guerstein *et al.* (en prensa) 600 x; muestra 777a: 21/149; EF: E 50. G, *Pentadinium laticinctum* Gerlach 600 x; muestra 775d: 15/144,8; EF: L 45-46/3. H, *Batiacasphaera baculata* Drugg 600 x; muestra 775b: 23,3/132; EF: C 32/2. I, *Hystichostrogylon* sp. 600 x; muestra 668f: 10,5/147,3; EF: Q 43. J, *Emmetrocysta urniformis* (Cookson) Stover 500 x; muestra 775d: 23,5/138; EF: K 39/3. K, *Melitasphaeridium* sp. cf. *M. pseudorecurvatum* (Morgenroth) Bujak *et al.* 600 x; muestra 669e: 13,3/129; EF: M29. L, *Distatodinium paradoxum* (Brosius) Eaton 600 x; muestra 734h: 8,2/130; EF: S 30/4. M, *Hystichosphaeropsis obscura* Habib 600 x; muestra 737f: 20,7/124,5; EF: E-F 25/3-1. N, *Cribroperidinium tenuitabulatum* (Gerlach) Hellenes 600 x; muestra 778a: 13,5/130,5; EF: N 31/1.



Los bioeventos reflejan cambios paleogeográficos y/o climáticos que ocasionan fenómenos de migración, mortandad o cambios de productividad (Vera Torres, 1994). En este caso, los máximos y mínimos de abundancia relativa de quistes de dinoflagelados se utilizan como bioeventos y las fluctuaciones en las relaciones dinoquistes/total de palinomorfos indicadas en la figura 3 son interpretadas como desplazamientos de la línea de costa.

La parte superior de la sección estudiada, entre los 250 y 390 m p.p., contiene asociaciones palinológicas dominadas por esporas y granos de polen con bajas proporciones de quistes de dinoflagelados marinos (menos del 15%). Los ejemplares de quistes de dinoflagelados muestran un bajo grado de preservación y las especies halladas fueron asignadas a *Reticulatosphaera actinocoronata*, *Spiniferites ramosus*, *S. membranaceus*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Opercudinium israelianum* y *O. centrocarpum*.

Las últimas dos especies son dominantes en las asociaciones que caracterizan a este intervalo estratigráfico. *Opercudinium israelianum* y *O. centrocarpum* se diferencian entre sí por la longitud de sus procesos, aunque esta separación resulta un tanto artificial existiendo una gran superposición entre ambas. Esta característica fue señalada por Head (1996, pág. 556), quien observó en las asociaciones del Plioceno superior-Pleistoceno inferior del Este de Inglaterra la existencia de un complejo gradacional entre dichas especies. Las asociaciones de la Cuenca del Colorado presentan numerosos morfotipos intermedios, mostrando claramente lo destacado por Head. En cuanto al significado paleoecológico de este complejo, según Edwards y Andrlé (1992) *O. israelianum* es común en ambientes muy someros, particularmente en estuarios. Según Head (1998) la superabundancia del complejo *Opercudinium centrocarpum/israelianum* es consistente con aguas muy someras.

A los 398 m p.p. se registra el último máximo de dinoquistes con más del 30% sobre el total de palinomorfos. En la mayoría de las asociaciones del intervalo 424-568 m p.p. los elementos marinos superan el 50% del espectro palinológico. En dicho intervalo se registra un marcado aumento de especies consideradas oceánicas, tales como *Impagidinium* sp., *Invertocysta lacrymosa* y *Nematospaeropsis rigida*, especies componentes de las asociaciones neríticas externas a oceánicas (Head *et al.*, 1989).

Por debajo de los 600 m p.p. las proporciones de quistes de dinoflagelados varían entre el 15 y el 50%. A los 616 m p.p. se registra un mínimo de dinoquistes (menos del 5% del total de palinomorfos) pertenecientes principalmente al complejo *Opercudinium centrocarpum/israelianum*. Estas características reflejan condiciones de aguas poco profundas.

Discusión

Gamerro y Archangelsky (1981) definieron zonas palinológicas para el área de la plataforma continental basadas principalmente en la distribución estratigráfica de quistes de dinoflagelados. Estos autores reconocieron cinco zonas denominadas con las letras E-A, desde la más antigua a la más joven, con un intervalo estéril entre las zonas E y D. Las edades propuestas fueron: Turoniano-Campaniano; Maestrichtiano-Paleoceno; Eoceno-Oligoceno; Mioceno Temprano a Medio y Mioceno Medio-Tardío, respectivamente.

En el pozo Ombucta x-1 al intervalo 306-368 m p.p. se le asigna una antigüedad miocena tardía a pliocena temprana. Este intervalo se correlaciona con la palinozona A de Gamerro y Archangelsky (1981), caracterizada en el pozo Ranquel x-1 por asociaciones ricas en elementos de origen continental. Esta palinozona se reconoció también en el pozo Puerto Belgrano 20 (Guerstein y Quattrocchio, 1988).

Gamerro y Archangelsky (1981), en los pozos Ranquel x-1 y Puelche x-1, observaron en la palinozona B un aumento significativo en las proporciones y diversidad de quistes de dinoflagelados con respecto a la palinozona A. En el Pozo Ombucta x-1, a los 398 m p.p. se registra un aumento en las proporciones de elementos marinos y un cambio en la composición de la asociación de quistes de dinoflagelados con respecto a los niveles suprayacentes. Esta asociación se caracteriza por especies de ambientes neríticos externos a oceánicos y se correlacionaría con el techo de la palinozona B.

La última presencia de *Cannospaeropsis* n. sp. Guerstein *et al.* (en prensa) coincide con el límite superior de la palinozona C de Gamerro y Archangelsky, en los pozos Ranquel x-1, Puelche x-1, Puerto Belgrano 20, Cx-1 y Ombucta x-1. Guerstein *et al.* (en prensa) ubicaron el techo de dicha palinozona en el Mioceno Temprano.

Palamarczuk y Barreda (1998) en la Formación Chenque del Golfo San Jorge encontraron esta especie de *Cannospaeropsis* (mencionada como *C. utinensis*), asociada a *Systematopora placacantha*, *Reticulatosphaera actinocoronata*, *Lingulodinium hemicystum* McMinn 1991, *Tuberculodinium vancampoae* (Rossignol) Wall 1967 e *Hystrichospaeropsis obscura*. Los sedimentos portadores de estas asociaciones de quistes de dinoflagelados fueron asignados por Palamarczuk y Barreda (1998) al Mioceno Temprano y se correlacionarían con los sedimentos equivalentes a la Palinozona C de la Cuenca del Colorado.

El mínimo de quistes de dinoflagelados registrado a los 616 m p.p. del pozo Ombucta x-1, podría correlacionarse con una caída del nivel del mar que, según Malumián *et al.* (1998a) habría causado el contacto discordante entre las Formaciones Elvira y Barranca Final en la mitad del Oligoceno.

Conclusiones

La bioestratigrafía de la sección Ombucta x-1 entre los 250 y 850 metros de profundidad se basa principalmente en las últimas presencias de quistes de dinoflagelados. Excepto en los 200 metros inferiores, donde los dinoquistes son escasos y de limitado valor estratigráfico, los eventos bioestratigráficos permitieron diferenciar cinco intervalos: Mioceno Tardío a Plioceno Temprano, Mioceno Tardío, Mioceno Medio, Oligoceno a Mioceno Temprano y Eoceno a Oligoceno.

La última presencia de *Reticulatosphaera actinocoronata* sugeriría una edad no más joven que Plioceno temprano (Zancliano). Los últimos registros de *Systematophora placacantha*, *Labyrinthodinium truncatum* subespecies *truncatum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, e *Hystrichosphaeropsis obscura*, indicarían una antigüedad no menor que Mioceno Tardío (Tortoniense). A partir de las últimas presencias de *Cribroperidinium tenuitabulatum* y *Distatodinium paradoxum* se propone una edad no más joven que Mioceno medio (Serravaliano). La última presencia de *Caninosphaeropsis* n. sp. (Guerstein et al., en prensa) señala una antigüedad no menor que Mioceno temprano y los últimos registros de *Batiacasphaera baculata* y *Melitasphaeridium* sp. cf. *M. pseudorecurvatum* sugieren una antigüedad eocena a oligocena.

Los sedimentos por encima de los 398 m p.p. presentan bajas proporciones de dinoquistes y las asociaciones de dinoflagelados reflejan condiciones de poca profundidad. La caída del nivel del mar evidenciada por estos elementos en el pozo Ombucta x-1 ha sido registrada previamente en otras secciones de la cuenca.

Los niveles asignados al Mioceno muestran altas proporciones de quistes de dinoflagelados y contienen numerosas especies que constituyen las actuales asociaciones neríticas externas a oceánicas. En el Oligoceno se observa un mínimo de la relación dinoquistes/total de palinomorfos, asociado a quistes de dinoflagelados característicos de ambientes muy someros. Este bioevento podría reflejar la caída del nivel del mar registrada durante el Oligoceno.

La comparación de los resultados obtenidos con estudios palinológicos previos indica que muchos de los eventos seleccionados son elementos de correlación consistentes dentro de la cuenca. Los últimos registros de ciertas especies muestran un alto valor potencial como indicadores bioestratigráficos cuyo significado deberá corroborarse en trabajos futuros.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el Departamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur y constituye una contribución a los

proyectos financiados por la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica (PICT N° 07-00000-00897) CONICET (PEI N° 0225/97) y SGICYT (U.N.S.). Las muestras fueron cedidas por YPF por lo que se deja expresa constancia del agradecimiento a su Departamento de Exploración. Se agradece a U. Biffi y a un árbitro anónimo por las oportunas sugerencias realizadas al revisar este trabajo y a K. Núñez Betelu (Universidad del País Vasco) y M. Quattrocchio (Universidad Nacional del Sur) por sus valiosos comentarios surgidos a partir de la lectura crítica del manuscrito. Las autoras agradecen a R.A. Fensome, G.L. Williams (Geological Survey of Canada-Atlantic) y M.J. Head (University of Toronto) por haber enriquecido significativamente este trabajo a través de la discusión de los resultados bioestratigráficos.

Bibliografía

- Archangelsky, S. 1996. Palinoestratigrafía de la plataforma continental. En: V.A. Ramos y M.A. Turic (eds.), Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Buenos Aires), Relatorio 4: 67-72.
- Becker, D. y Bertels, A. 1980. Micropaleontología de la secuencia terciaria de la perforación Puelche (margen continental argentino). 2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología (Buenos Aires 1978), Actas 2: 315-333.
- Berggren, W.A., Kent, D.V., Swisher III, C.C. y Aubrey, M.P. 1995: A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. En: W.A. Berggren, D.V. Kent, M.P. Aubrey y J. Hardenbol (eds.), *Geochronology, Time scales and Global Stratigraphic Correlation*, Tulsa, SEPM Special Publication 54, pp. 129-212.
- Bujak, J.P., Downie, C., Eaton, G.L. y Williams, G.L. 1980. Taxonomy of some Eocene dinoflagellate cyst species from southern England. En: J.P. Bujak, C. Downie, G.L. Eaton y G.L. Williams, *Dinoflagellate Cyst and Acritharchs from the Eocene of Southern England. The Palaeontological Association, Special Papers in Palaeontology* 24: 26-36. Newbury.
- Edwards, L.E. y Andrie, V.A.S. 1992. Distribution of selected dinoflagellate cyst in modern marine sediments. En: M.J. Head y J.H. Wrenn (eds.), *Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cyst and Acritharchs. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, pp. 259-288.
- Edwards, L.E. y Guex, J. 1996. Analytical biostratigraphy and correlation. En: J. Janssens y D.C. McGregor (eds.), *Palynology: Principles and Applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation* 3: 985-1009.
- 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. New York.
- Fensome, R.A., MacRae, R.A. y Williams, G.L. 1998. DINOFLAJ. Geological Survey of Canada, Open File D3653. Dartmouth, N.S.
- Frykund, 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. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Buenos Aires), Relatorio 8: 135-158.
- Gamerro, 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.
- Guerstein, G.R. 1990a. Palinología estratigráfica del Terciario de la Cuenca del Colorado, República Argentina. Parte I: especies terrestres de la perforación Nadir N° 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 N° 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 N° 20. *Revista Española de Micropaleontología* 22: 459-480.
- Guerstein, G.R. y Quattroccchio, M.E. 1988. Palinozonas e interpretación estratigráfica mediante análisis de agrupamiento del Terciario de la Cuenca del Colorado, República Argentina. 2º Jornadas Geológicas Bonnerenses (Bahía Blanca), Actas: 27-35.
- Guerstein, G.R., Quattroccchio, M.E., Deschamps, C. y Ruiz, L. 1995. Cenozoic (pre-Pliocene) paleoenvironmental trends based on palynomorphs from the Colorado Basin, Argentina. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación especial 3: 63-73.
- Guerstein, G.R., Williams, G.L. y Fensome, R.A. (en prensa). *Cannosphacopsis quattroccchiae*, a new species of dinoflagellate cyst from the mid cenozoic of the Colorado Basin, Argentina. *Micropaleontology*.
- Head, M.J. 1996. Late Cenozoic dinoflagellates from the Royal Society borehole at Ludham, Norfolk, eastern England. *Journal of Paleontology* 70: 543-570.
- Head, M.J. 1998. Marine environmental change in the Pliocene and early Pleistocene of eastern England: the dinoflagellate evidence reviewed. *Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen* TNO 60: 199-226.
- Head, M.J., Norris, G. y Mudie, P.J. 1989. 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.
- Heusser, L.E. y Stock, C.E. 1984. Preparation techniques for concentrating pollen from marine sediments and sediments with low pollen diversity. *Palynology* 8: 225-227.
- Kaaschieter, 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. 7º Congreso Geológico Argentino (Neuquén, 1978), Actas 1: 701-713.
- Malumíán, N. 1970. Bioestratigrafía del Terciario marino del subsuelo de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ameghiniana* 7: 173-204.
- Malumíán, N. 1972. Foraminíferos del Oligoceno y Mioceno del subsuelo de la provincia de Buenos Aires, *Ameghiniana* 9: 97-137.
- Malumíán, N. y Náñez, C. 1996. Microfósiles y nanofósiles calcáreos de la plataforma continental. En: V.A. Ramos y M.A. Turic (eds.), Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Buenos Aires), Relatorio 5: 73-93.
- Malumíán, N., Náñez, C. y Jannou, G. 1998. La Formación Elvira en su localidad tipo. Foraminíferos y edad. Mioceno inferior, cuenca del Colorado. 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica (Buenos Aires), Actas 1: 114-119.
- Malumíán, N., Suriano, J.M. y Cobos, J.C. 1998. La Formación Barranca Final en su localidad tipo. Mioceno, Cuenca del Colorado. 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica (Buenos Aires), Actas 1: 125-130.
- Matsuoka, K. y Head, M.J. 1992. Taxonomic revision of the Neogene marine palynomorphs *Cyclopsiella granosa* (Matsuoka) and *Batiacasphaera minuta* (Matsuoka), and a new species of *Pyxidinopsis* Habib (Dinophyceae) from the Miocene of the Labrador Sea. En: M.J. Head y J.H. Wren (eds.), Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cyst and Acritharchs. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, pp. 165-180.
- McMinn, A. 1991. Recent dinoflagellate cyst from estuaries on the central coast of New South Wales, Australia. *Micropaleontology* 37: 269-287.
- Palomarczuk, S. y Barreda, V.D. 1998. Bioestratigrafía en base a quistes de dinoflagelados de la Formación Chenque (Miocene), provincia del Chubut, Argentina. *Ameghiniana* 35:415-126.
- Quattroccchio, M.E. y Guerstein, G.R. 1988. Evaluación paleoambiental y paleoclimática del Terciario de la Cuenca del Colorado, República Argentina. Palinofloras. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43: 375-387.
- Quattroccchio, M.E. y Sarjeant, W.A.S. 1996. Early Paleocene (Danian) dinoflagellates from the Colorado Basin, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 28: 111-138.
- Ruiz, L.C. 1994. [Estratigrafía y paleoambiente en base a palinomorfos (esporas, granos de polen y paleomicróplanton) de la Formación Pedro Luro (Maastrichtiano-Paleoceno) de la Cuenca del Colorado, República Argentina. Tesis Doctoral inédita, Universidad Nacional del Sur, 169 p. Bahía Blanca].
- Ruiz, L.C. y Quattroccchio, M.E. 1996. Stratigraphic palynology of the Pedro Luro Formation (?Maastrichtian-Paleocene), Colorado Basin, Argentina. En: *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud; Actes Colloques Angers 1994*: 361-371. Pau.
- Ruiz, L.C. y Quattroccchio, M.E. 1997a. Estudio palinológico de la Formación Pedro Luro (?Maastrichtiano-Paleoceno) en la Cuenca del Colorado, República Argentina. Parte 1: esporas Triletes, Laevigati, Muornati, Tricassati, Cingulati y Zonati. *Revista Española de Micropaleontología* 29: 13-29.
- Ruiz, L.C. y Quattroccchio, M.E. 1997b. Estudio palinológico de la Formación Pedro Luro (?Maastrichtiano-Paleoceno) en la Cuenca del Colorado, República Argentina. Parte 2: turma Sacrites, Plicates, Porosae e incertae sedis. *Revista Española de Micropaleontología* 29: 115-137.
- Stover, L.E. y Evitt, W.R. 1978. *Analyses of pre-Pleistocene organic-walled dinoflagellates*. Stanford University Publications, Geological Sciences 15, 300 p.
- Uchupi, 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.
- Vera Torres, J.A. 1994. *Estratigrafía. Principios y métodos*. Editorial Rueda. 806 p. Madrid.
- Wall, D. 1967. Fossil microplankton in deep-sea cores from the Caribbean Sea. *Palaeontology* 10: 95-123.
- Wall, D. y Dale, B. 1966. "Living fossils" in western Atlantic plankton. *Nature* 211: 1025-1026.
- Williams, G.L., Lentin, J. y Fensome, R.A. 1998. The Lentin and Williams Index of fossil dinoflagellates 1998 edition. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series* 34, 817 p. Dallas.
- Williams, G.L., Brinkhuis, H., Bujak, J.P., Damassa, S.P., Hochuli, P.A., de Verteuil, L. y Zevenboom, D. 1998: 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, 9 p. Tulsa.
- Zambrano, J.J. 1980. Comarca de la cuenca Cretácea de Colorado. En: J.C.M. Turner (ed.), 2º Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, 2: 1033-1070.

Recibido: 23 de abril de 1999.

Aceptado: 7 de octubre de 1999.