

Quistes de dinoflagelados de la familia Protoperidiniaceae del Neógeno de la cuenca del Colorado, Argentina

M. Verónica GULER¹

Abstract. NEOGENE PROTOPERIDINIACEA DINOFLAGELLATE CYSTS FROM THE COLORADO BASIN, ARGENTINA. Protoperidiniacean dinoflagellate cyst assemblages characterize two middle Miocene - lower Pliocene outcropping sections from Colorado Basin. Twelve protoperidinioid cyst species and one species of the diplopsalioid genera *Dubridinium* Reid are described. *Selenopemphix brevispinosa* subsp. *brevispinosa* Head is documented for the first time from Argentina and *Dubridinium* sp. is described and illustrated for the first time from pre-Pleistocene deposits.

Resumen. Asociaciones de quistes de dinoflagelados protoperidiniaceos caracterizan a dos secciones de afloramiento del Mioceno medio-Plioceno inferior de la cuenca del Colorado. Se describen doce especies pertenecientes a la subfamilia Protoperidinioideae y una especie del género *Dubridinium* Reid correspondiente a la subfamilia Diplopsalioidae. *Selenopemphix brevispinosa* subsp. *brevispinosa* Head se cita por primera vez en Argentina y *Dubridinium* sp. es el primer registro descrito e ilustrado en materiales prepleistocenos.

Key words. Protoperidiniaceae. Systematics. Neogene. Colorado basin.

Palabras clave. Protoperidiniaceae. Sistemática. Neógeno. Cuenca del Colorado.

Introducción

El presente trabajo contiene el análisis sistemático de quistes de dinoflagelados (dinoquistes) pertenecientes a la Familia Protoperidiniaceae. El material estudiado proviene de la sección tipo de la Formación Barranca Final y de la base del Miembro medio de la Formación Río Negro en el perfil Espigón (figura 1). Ambas secciones afloran en los acantilados de la costa norte del golfo San Matías.

Los niveles inferiores de la sección tipo de la Formación Barranca Final son portadores de asociaciones de dinoquistes ricas en especies de Protoperidiniaceae bien preservadas. Guler *et al.* (2002) asignaron este intervalo al Mioceno medio a superior y reconocieron condiciones estuáricas a neríticas. Hacia el techo de la sección, los quistes de dinoflagelados son escasos, aumentan significativamente los restos algales, las Protoperidiniaceae están ausentes y los autores indicaron condiciones estuáricas restringidas. Si bien en este trabajo se analizan las especies de Protoperidiniaceae, las asociaciones de dinoquistes están dominadas por especies del orden Gonyaulacales, cuyo estudio se presenta en Guler y Guerstein (2003).

La asociación mioceno-pliocena temprana recuperada del nivel marino de la sección Espigón está

compuesta mayoritariamente por especies de Protoperidiniaceae, en particular, *Selenopemphix brevispinosa* subsp. *brevispinosa* Head asociada con ejemplares de *Dubridinium* sp.

Las protoperidiniaceas están representadas en el registro fósil por una alta variedad de quistes incluyendo formas esféricas de pared orgánica pigmentada de color marrón ("round browns"). Estas últimas posiblemente estén relacionadas a la naturaleza heterotrófica de estos dinoflagelados que pueden dominar en condiciones de alta productividad (Head, 1996; Fensome *et al.*, 1998b; Marret y Scourse 2002). Actualmente, este tipo de quistes abundan en ambientes asociados a niveles altos en nutrientes, como son las regiones costeras. Dominan en regiones polares, particularmente en aguas frías, cerca de los mares Árticos y Antárticos, donde los bajos niveles de luz y salinidad reducida son limitantes para otros dinoflagelados (Head, 1998). Zonneveld *et al.* (2001) indicaron que las asociaciones de quistes de dinoflagelados provenientes de sedimentos recientes de áreas de surgencia oceánica (*upwelling cells*) están dominadas por quistes de Congruentidiaceae (= Protoperidiniaceae).

Geología y estratigrafía

La cuenca del Colorado integra una serie de cuencas de margen Atlántico, que se originaron como parte de un sistema de *rift* intracratónico durante el Jurásico Medio a Tardío (Fryklund *et al.*, 1996). Está

¹CONICET. Departamento de Geología-Universidad Nacional del Sur. San Juan 670, 8000 Bahía Blanca. Argentina.
vguler@criba.edu.ar

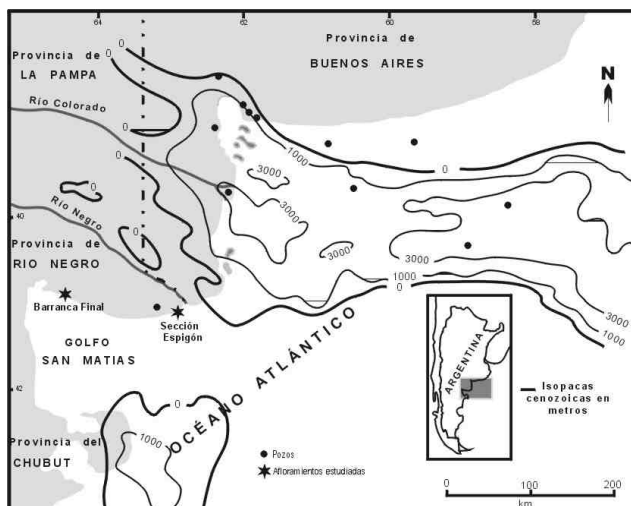


Figura 1. Mapa de ubicación de las secciones estudiadas / location map of the studied sections.

alineada en dirección ESE-ONO, situada entre los 38° S y 41,5° S y se desarrolla casi en su totalidad sobre la Plataforma Continental Argentina. Ocupa la porción sudeste de la Provincia de Buenos Aires y noreste de la Provincia de Río Negro y cubre más de 160.000 kilómetros cuadrados, dos tercios de los cuales yacen costa afuera en aguas de hasta 350 metros de profundidad (figura 1).

Fryklund *et al.* (1996) identificaron tres secuencias tectono-estratigráficas: *rift*, hundimiento térmico y deriva. Los depósitos *sinrift* (Jurásico tardío a Cretácico temprano) consisten en depósitos aluviales de derivación local, pobremente seleccionados y están separados de la unidad *prerift* subyacente por una discordancia angular. La secuencia de hundimiento térmico (Cretácico tardío) está representada por las Formaciones Colorado y Fortín. Las Formaciones Pedro Luro, Ombucta, Elvira, Barranca Final y Belén corresponden a la unidad de deriva (Paleoceno a Plioceno). Las asociaciones palinológicas analizadas provienen de la sección tipo de la Formación Barranca Final y de la Formación Río Negro. De acuerdo a Zambrano (1980) la Formación Río Negro es equivalente a la Formación Belén, unidades que suprayacen a la Formación Barranca Final.

La Formación Barranca Final es una de las pocas unidades estratigráficas que afloran en la cuenca del Colorado. La sección tipo fue definida por Kaasschiever (1963, 1965) en los acantilados de la costa del golfo San Matías. La misma exhibe 15 metros de arcillas y arcillas arenosas grisáceas, con algunas intercalaciones tobáceas (figura 2). Los microfósiles de la Formación Barranca Final, en su localidad tipo, son característicos de la transgresión “Enterriense” y corresponden a la zona de *Protelphidium tuberculatum* (d’Orbigny), cuya edad se considera entre el Mioceno Medio y Mioceno Tardío (Malumián *et al.* 1998).

Recientemente, el estudio de los quistes de dinoflagelados, en concordancia con datos de foraminíferos y estratigráficos, confirma para la sección tipo de la Formación Barranca Final una edad miocena media a tardía (Guler *et al.*, 2002).

La asociación de dinoquistes recuperada de un nivel marino de la sección Espigón, proviene de la base del Miembro medio de la Formación Río Negro (Zavala *et al.*, 2000) (figura 2). La sección Espigón forma parte de una serie de cinco secciones estratigráficas que dieron lugar al análisis de facies y estratigráfico secuencial del Miembro medio de la Formación Río Negro (Zavala y Freije, 2000). Zavala *et al.* (2000) reconocieron dentro de la Formación Río Negro tres miembros -inferior, medio y superior- estando el miembro medio compuesto por areniscas finas bioclásticas y pelitas depositadas en un ambiente marino somero. Dataciones absolutas (K/Ar) sobre vidrio volcánico en niveles marinos equivalentes al Miembro medio, indicaron una edad Mioceno Tardío (Tortoniano) (Zinsmeister *et al.*, 1981). Estudios de vertebrados en niveles altos del Miembro superior indicarían una Edad Mamífero Montehermosense (Plioceno Temprano) (Aramayo, 1987). Según Zavala y Freije (2000), la caída eustática reconocida en la zona de contacto entre los miembros medio y superior de la Formación Río Negro, se habría producido con posterioridad al Tortoniano y con anterioridad al Plioceno Temprano. La asociación de quistes de dinoflagelados provenientes de este nivel estratigráfico, sugiere una edad comprendida en el intervalo Mioceno Medio-Plioceno Temprano, coincidiendo con las edades propuestas por las otras disciplinas.

Materiales y métodos

Se estudiaron 12 muestras provenientes de la sección tipo de la Formación Barranca Final y de un nivel marino correspondiente a la sección Espigón. Para la concentración de palinomorfos, las muestras se trataron con HCl y HF y se filtraron con mallas de 25 y 10 µm. Los residuos palinológicos fueron teñidos con Bismarck y montados en glicerina-gelatina. Las dos muestras superiores de la sección Barranca Final resultaron palinológicamente estériles.

El estudio sistemático se realizó con un microscopio Nikon Eclipse 600 y las coordenadas de los ejemplares ilustrados corresponden a la escala Vernier. Las fotomicrografías se tomaron con cámara Nikon H-III, utilizando película de 50 y 125 ASA.

La nomenclatura de los quistes de dinoflagelados corresponde a Williams *et al.* (1998a). Las especies halladas fueron clasificadas según Fensome *et al.* (1993) actualizado según Fensome *et al.* (1998a), excepto en los casos en que está indicado. Las escalas geocro-

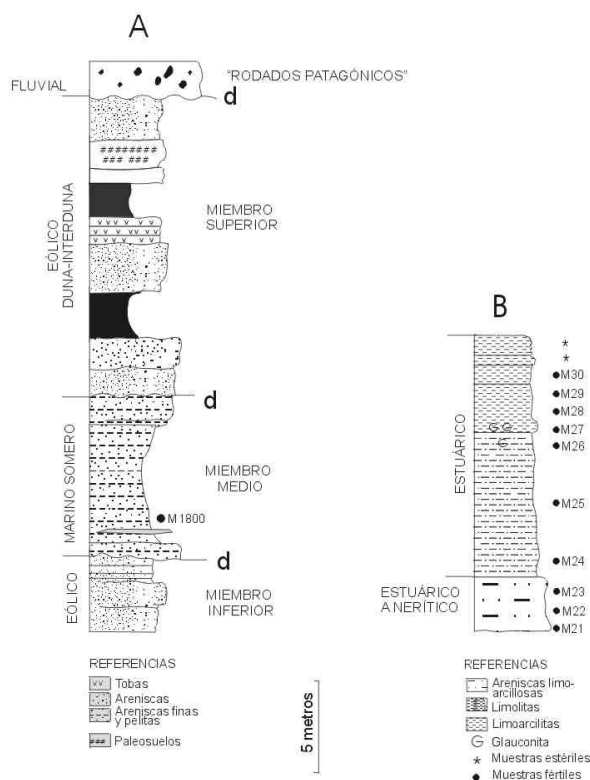


Figura 2. Secciones estratigráficas. **A**, sección Espigón (tomado de Zavala y Freije 2000); **B**, sección tipo de la Formación Barranca Final (tomado de Guler *et al.* 2002); **d**: discordancia / *Stratigraphic sections*. **A**, Espigón section (from Zavala and Freije 2000); **B**, Barranca Final Formation type section (from Guler *et al.* 2002); **d**: unconformity.

nológica y cronoestratigráfica corresponden a Berggren *et al.* (1995).

Los preparados están archivados en la Palinoteca del Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur bajo las siglas UNSLP MA21 a ML30 y UNSLP 1800.

Sistemática

Orden PERIDINIALES Haeckel, 1894
Familia PROTOPTERIDINIACEAE Balech,
1988 nom. cons*.

*La clasificación a nivel de Familia no corresponde a Fensome *et al.* (1993).

El nombre Protopteridiniaceae fue propuesta por Bujak y Davies (1983), posteriormente invalidado según los requerimientos del Código Internacional de Nomenclatura Botánica. Fensome *et al.* (1998b) presentaron una diagnosis en latín y recomendaron conservar el nombre Protopteridiniaceae. Sin embargo, Head *et al.* (2001) consideraron que el nombre Protopteridiniaceae había sido válidamente publicado por Balech (1988).

Subfamilia DIPLOPSALIOIDAE Abé 1981

Género *Dubridinium* Reid 1977

Especie tipo. *Dubridinium cavatum* Reid 1977.

Observaciones. El género *Dubridinium* Reid 1977 fue ubicado originalmente en la familia Glenodiniaceae Lemmermann. Matsuoka (1988) estableció las relaciones quiste-teca de diversas especies de dinoflagelados peridinioideos modernos y creó la familia Diplopsalidaceae. Posteriormente, Fensome *et al.* 1998b propuso a esta familia como sinónimo taxonómico junior de Protopteridiniaceae. Los quistes de Diplopsalidaceae incluyendo al género fósil *Dubridinium*, están caracterizados por arqueopilos que comprenden suturas principales completas e incompletas, estando el opérculo siempre adherido. Presentan generalmente la pared compuesta por una o raramente dos capas de coloración parda; quistes con doble capa son conocidos únicamente para el género *Dubridinium*. Matsuoka (1988) indicó que no se han registrado quistes de Diplopsalidaceae en materiales pre-Pleistocenos. Según Head (1996) quistes del género fósil *Dubridinium* son conocidos en depósitos tan antiguos como Pleistoceno, pese a que algunas especies no producen quistes fosilizables. Los ejemplares del género *Dubridinium* hallados en este estudio integran asociaciones palinológicas asignadas al Mioceno Medio - Plioceno Temprano.

Dubridinium sp.

Figuras 3.A-C, F

Descripción. Quiste lenticular, color marrón oscuro. Pared compuesta por dos capas, endofragma grueso, granuloso a vermiculado; perifragma delgado liso. Paratabulación marcada principalmente en el epiquiste, estando la ornamentación del endoquiste ausente en las áreas parasuturales. La paratabulación está reflejada por el poro apical, dos placas intercalares (1a y 2a) y tres placas apicales.

Dimensiones. Diámetro mayor, 48 (54,7) 60 µm (7 ejemplares medidos).

Observaciones. La mayoría de los ejemplares observados están deformados o rotos. Sólo en dos ejemplares, fue posible reconocer la paratabulación en el epiquiste. Los dos ejemplares ilustrados muestran la placa 2a y probablemente la 1a ausentes, sin embargo el resto de los ejemplares hallados se encontraron completos, observándose en uno de ellos una posible sutura epiquistal.

Discusión. A diferencia de los demás géneros de la subfamilia Diplopsalioideae que fueron creados sobre la base de la teca y el quiste, *Dubridinium* es un género basado únicamente en el quiste. La paratabulación del epiquiste de *Dubridinium* sp. se compara con la fórmula de placas de la especie actual *Zigabikodinium lenticulatum* Loeblich y Loeblich. Los quistes de esta última especie al igual que *Dubridinium* sp. tienen la pared compuesta por dos capas y el arqueopilo epi-

quistal adherido ventralmente (Matsuoka, 1988), rasgo apenas observado en *Dubridinium* sp. Por otra parte, los ejemplares hallados se asemejan notablemente a *Protoperidinium* sp. del Tortoniano de Virginia, USA, ilustrado en Fensome *et al.* (1996) (pág. 149, lám. 4, fig. 14).

Registros previos. Ejemplares del género *Dubridinium* se registran ampliamente en el Hemisferio Norte desde el Pleistoceno (1,8 Ma) (Bujak y Davies, 1983; Reid, 1977). La única mención de Diplopsalioidea en materiales pre-pleistocenos corresponde a *Dubridinium cavatum* Reid 1977 en sedimentos del Mioceno Medio de Polonia (Gedl, 1996). Desafortunadamente, esta especie no fue descrita ni ilustrada y no se documentaron otras especies de Protoperidinaceae en dicho estudio. De esta manera, *Dubridinium* sp. proveniente de sedimentitas miocenas-pliocenas de la cuenca del Colorado, es el primer registro de Diplopsalioidea pre-Pleistoceno descrito e ilustrado.

Subfamilia PROTOPERIDINIOIDAE Balech 1988

Género ***Brigantedinium*** Reid 1977 *ex*
Lentin y Williams 1993

Especie tipo. *Brigantedinium simplex* Wall 1965 *ex*
Lentin y Williams 1993.

Brigantedinium cariacense (Wall 1967)
Lentin y Williams 1993
Figura 3.D

Dimensiones. 55 (52,5) 50 μm (2 ejemplares medidos).

Observaciones. Por razones de preservación sólo dos ejemplares pudieron asignarse sin dudas a *B. cariacense*. Las dimensiones y la forma del arqueopilo son características diagnósticas para las distintas especies de *Brigantedinium*. *Brigantedinium cariacense* presenta arqueopilo hexagonal con su ancho casi dos veces su altura, mientras que *Brigantedinium simplex* presenta menores dimensiones y el arqueopilo es hexagonal asimétrico, con sus lados aproximadamente equidimensionales. La mayoría de los especímenes de *Brigantedinium* hallados están plegados, impidiendo distinguir la forma original del arqueopilo y se agruparon en *Brigantedinium* spp.

Paleoecología. Harland (1983) atribuyó esta especie a ambientes neríticos internos templados. Datos provenientes de localidades del Atlántico Norte muestran abundancias relativas mayores hacia temperaturas más bajas (Edwards y Andrieu, 1992).

Rango estratigráfico. El registro más antiguo corresponde al Mioceno medio de Nueva Jersey (de Verteuil 1996) y se extiende a sedimentos modernos (Wall *et al.*, 1977; Harland, 1983; Edwards y Andrieu, 1992; entre otros).

Brigantedinium simplex Wall 1965 *ex*
Lentin y Williams 1993
Figuras 3.G-I

Dimensiones. Diámetro mayor, 63 (64,4) 72 μm (7 ejemplares medidos).

Paleoecología. *Brigantedinium simplex* tienen una distribución templada nerítica interna en el Atlántico Norte (Harland, 1983). Integra las asociaciones en zonas biogeográficas templadas frías y árticas y puede dominar bajo condiciones de luz inestables. Datos provenientes de localidades del Atlántico Norte, muestran las mayores abundancias relativas en latitudes por encima de los 55° N, representando temperaturas de la superficie del agua por debajo de los 9°C y 14°C, en invierno y verano respectivamente (Edwards y Andrieu, 1992).

Rango estratigráfico. Los registros más bajos corresponden al Plioceno Inferior del Mar del Labrador (de Vernal y Mudie 1992); al Mioceno Superior de Japón (Matsuoka *et al.*, 1987) y al Mioceno? Superior del Pacífico Norte (Bujak, 1984) y se extienden hasta sedimentos marinos modernos del Océano Atlántico y mares adyacentes (Wall *et al.*, 1977; Harland, 1983 como *Protoperidinium avellana*; Rochon *et al.*, 1999).

Brigantedinium spp.
Figura 3.E

Dimensiones. Diámetro mayor 48 (64,2) 90 μm (7 ejemplares medidos).

Observaciones. Se incluyeron en *Brigantedinium* spp. ejemplares de forma ovoidal y esferoidal, de pared delgada, color marrón, principalmente lisa y granular en algunos casos, en los cuales no se ha podido observar la geometría del arqueopilo, impidiendo una diferenciación a nivel específico. Wall *et al.*, 1977 agrupó estos quistes en “especies de *Peridinium*” atribuyendo sus centros de distribución a sistemas de transición, costeros y estuarinos.

Género ***Lejeunecysta*** Artzner y Dörhöfer 1978
emend. Lentin y Williams 1976

Especie tipo. *Lejeunecysta hyalina* (Gerlach 1961)
Artzner y Dörhöfer 1978 *emend.* Sarjeant 1984.

Lejeunecysta globosa Biffi y
Grignani 1983

Dimensiones. Largo, 70 μm ; ancho, 75 μm (1 ejemplar medido).

Observaciones. El espécimen hallado concuerda con la diagnosis de *L. globosa* descrita para el Oligoceno del delta del Níger. Esta especie se caracteriza por presentar contorno pentagonal redondeado, depresión antapical casi ausente y dos protuberancias antapicales en lugar de cuernos antapicales bien desarrollados.

Figura 3. A - C, F *Dubridinium* sp. A-B (x 650), UNSLP 1800 40/99,5; superficie apical / *apical surface*. **A**, foco alto / *high focus*. **B**, foco intermedio / *intermediate focus*. **C, F**, (x 800), UNSLP 1900 40/98,5. **C**, superficie apical, foco alto, se señala el poro apical / *apical surface, high focus, apical pore arrowed*. **F**, foco bajo / *low focus*. En todos los ejemplares se observa la estructura de la pared y la pérdida de las placa 2a y probablemente de la 1a / *all specimens show the wall structure and the loss of plate 2a and probably the plate 1a*. **D, *Brigantedinium cariacense*** (Wall) Lentin y Williams (x 700), UNSLP 2399 33,2/109,8, superficie dorsal, foco bajo, se observa opérculo “in situ” / *dorsal surface, low focus, the operculum is in place*. **E, *Brigantedinium* spp.** (x 500) UNSLP 1699 34,5/109,5, vista general / *general view*. **G-I, *Brigantedinium simplex*** (Wall) Lentin y Williams (x 700), UNSLP 2399 48,7/99,5. **G**, foco alto / *high focus*. **H**, foco intermedio / *intermediate focus*. **I**, foco bajo / *low focus*. **J-K, *Selenopemphix* sp. A** (x 750), UNSLP 2399 25/104, vista antapical / *antapical view*. **J**, corte óptico / *optical section*. **K**, foco intermedio / *intermediate focus*. **L, *Selenopemphix quanta*** (Bradford) Matsuoka (x 600), UNSLP 2199 36,6/96,5, vista general / *general view*. Todas las fotomicrografías fueron tomadas usando contraste de interferencia, excepto J en contraste de fase / *All photomicrographs were taken using interference contrast, except J in phase contrast*.

***Lejeunecysta* sp. cf. *L. mariae* Harland en
Harland *et al.* 1991
Figura 4.H**

Descripción. Quiste de color marrón claro, pared compuesta por una capa, con la superficie finamente granulada. Epiquiste más largo que el hipoquiste, cónico y con lados convexos a rectos. Cuerno apical poco desarrollado, indicado por una protuberancia y un engrosamiento de la pared. Hipoquiste de contorno trapezoidal redondeado con lados convexos; dos cuernos antapicales igualmente desarrollados, están moderado a fuertemente divergentes y con puntas sólidas acuminadas. Cíngulo pronunciado e indicado por pliegues transversales. El arqueopilo no fue observado.

Dimensiones. Largo, 65 µm, ancho, 57 µm, largo de los extremos sólidos, 4 µm (1 ejemplar medido).

Observaciones. Pese a que la pared de *L. mariae* fue descrita con doble capa, ésta puede mostrarse autofragmal. Sin embargo, en nuestro espécimen, no se observan ni los gránulos diminutos (< 1µm) que cubren densamente toda la superficie de *L. mariae*, ni las espinas a lo largo del cíngulo. La dimensiones de nuestro ejemplar son mayores que las de *L. mariae* (largo, 27-47 µm). *Lejeunecysta convexa* Matsuoka y Bujak tiene una depresión menos pronunciada entre los cuernos antapicales y la superficie de la pared granulada. *Lejeunecysta pulchra* Biffi y Grignani, tiene contorno redondeado y el autofragma liso. *Lejeunecysta fallax* (Morgenroth) Artzner y Dörhöfer *emend* Biffi y Grignani tiene también autofragma liso.

***Lejeunecysta* sp. 1
Figura 4.J**

Descripción. Quiste de color marrón claro, pared delgada compuesta por una capa simple y superficie de la pared finamente granulada. Largo del epiquiste e hipoquiste de aproximadamente igual longitud. Epiquiste cónico con los bordes rectos a levemente convexos. Cuerno apical redondeado, débilmente desarrollado. Contorno del hipoquiste trapezoidal en vista dorso-ventral, con dos cuernos antapicales igualmente desarrollados. Cíngulo continuo, expresado por pliegues transversales. Arqueopilo subrectangular elongado en dirección ántero-posterior, extendiéndose casi hasta el cíngulo.

Dimensiones. Largo, 69 µm; ancho, 75 µm (un ejemplar medido).

Observaciones. El ejemplar estudiado se asemeja notablemente a *L. lata* Biffi y Grignani, descrita para el Oligoceno del delta del Níger. Ambas tienen el ancho mayor que el largo, aunque *L. lata* tiene mayores dimensiones (largo, 95-110 µm; ancho, 115-130 µm), el cíngulo está expresado por dos crestas paralelas transversales y el autofragma es liso.

***Lejeunecysta* sp. 2
Figuras 4.K, L**

Descripción. Quiste de color marrón claro, comprimido dorso-ventralmente, de pared delgada y compuesta por una sola capa. Superficie de la pared irregularmente granulada (< 1µm). Epiquiste cónico con bordes rectos a cóncavos. Cuerno apical redondeado, moderadamente desarrollado. Hipoquiste apenas más largo que el epiquiste, presenta contorno trapezoidal con bordes cóncavos a rectos. Dos cuernos antapicales aguzados, igualmente desarrollados, con extremos acuminados y sólidos, están separados por una depresión antapical moderadamente profunda. Cíngulo bien pronunciado e indicado por dos crestas paralelas transversales bajas. Arqueopilo intercalar subrectangular, elongado en dirección longitudinal. Su largo es aproximadamente dos veces el ancho. No se observan otros indicios de paratabulación.

Dimensiones. Largo, 69 µm; ancho, 52 µm; largo de las terminaciones sólidas, 3 µm (1 ejemplar medido)

Observaciones. El ejemplar hallado se compara con *Lejeunecysta oliva* (Reid 1977) Turon y Londeix descrita para sedimentos del Pleistoceno-Reciente. Los pares de crestas en el epiquiste que marcarían los márgenes del sulco en *Lejeunecysta oliva* están ausentes en *Lejeunecysta* sp. 2.

***Lejeunecysta* sp. 3
Figura 4.I**

Descripción. Quiste de color marrón, comprimido dorso-ventralmente, de contorno pentagonal redondeado. Epiquiste cónico con bordes rectos a levemente convexos, cuerno apical muy poco desarrollado expresado por un engrosamiento de la pared. Hipoquiste más largo que el epiquiste, trapezoidal en vista dorso-ventral, con dos cuernos antapicales expresados por dos protuberancias escasamente desarrolladas. Depresión antapical poco desarrollada. Arqueopilo intercalar del tipo iso-deltaforme. El cíngulo no está indicado.

Dimensiones. Largo, 68 µm; ancho 65 µm (1 ejemplar medido).

Observaciones. Hasta el momento no hay especies publicadas comparables con *Lejeunecysta* sp. 3.

Género ***Selenopemphix*** Benedek 1972
emend. Bujak en Bujak *et al.* 1980,
emend. Head 1993

Especie tipo. *Selenopemphix nephoides* Benedek 1972 *emend.* Bujak en Bujak *et al.* 1980.

Observaciones. Las enmiendas de *Lejeunecysta* realizada por Lentin y Williams (1976) y de *Selenopemphix* por Head (1993a), permiten distinguir estos dos géneros por la compresión preferentemente dorsoventral para *Lejeunecysta* y polar para *Selenopemphix*, sin

Figura 4. A - C. *Selenopemphix brevispinosa* subsp. *brevispinosa* Head *et al.* A - B (x 700), UNSLP 1800 32,5/104,3. **A**, corte óptico / *cross section*. **B**, superficie apical, foco alto, opérculo “*in situ*” / *apical surface, high focus, opercula in situ*. **C**, (x 1000), UNSLP 1800 43,2/107, superficie apical, foco bajo / *apical surface, low focus*. **D, G, *Selenopemphix dionaeacysta*** Head *et al.* (x 750), UNSLP 1800 35/96,5; **D**, superficie apical, foco bajo / *apical surface, low focus*. **G**, superficie antapical, foco alto / *antapical surface, high focus*. **E, F, *Selenopemphix nefroides*** (Benedek) Bujak en Bujak *et al.* (x 750). **E**, UNSLP 4499 38,6/111, vista general / *general view*. **F**, UNSLP 35,5/111, superficie apical, foco alto / *apical surface, high focus*. **H, *Lejeunecysta* sp. cf. *Lejeunecysta mariae*** Harland en Harland *et al.* (x 750), UNSLP 999 40/109; superficie ventral, foco alto / *high focus*. **I, *Lejeunecysta* sp. 3** (x 600), UNSLP 2399 30/98,2, superficie dorsal, foco alto / *dorsal surface, high focus*. **J, *Lejeunecysta* sp. 1** (x 600) UNSLP 2399 42/104, superficie dorsal, foco bajo / *dorsal surface, low focus*. **K - L, *Lejeunecysta* sp. 2** (x 600) UNSLP 1299 41/111,5; **K**, superficie dorsal, foco alto / *dorsal surface, high focus*. **L**, superficie ventral, foco bajo / *ventral surface, low focus*. Todas las fotomicrografías fueron tomadas usando contraste de interferencia / *All photomicrographs were taken using interference contrast*.

tener en cuenta la presencia o grado de desplazamiento del arqueopilo como fuera considerado por Bujak *et al.* (1980). De esta manera, la variación en el desplazamiento del arqueopilo es considerado de escaso valor a nivel genérico aunque es potencialmente significativo para la diferenciación de especies. En las distintas especies de *Selenopemphix*, el desplazamiento del arqueopilo muestra un continuo intra-genérico que va desde aproximadamente simétrico a débilmente desplazado (*S. quanta*), pasando a débil pero constantemente desplazado (*S. nephroides*) y fuertemente desplazado en el caso de *S. selenoides* (Head, 1993a).

Selenopemphix dionaeacysta Head
et al. 1989b

Figuras 4.D, G

Dimensiones. Diámetro máximo del cuerpo (excluyendo procesos) 31 (38,2) 40 μm ; largo de los procesos entre 3,5 y 8 μm (11 ejemplares medidos).

Rango estratigráfico. Se extiende desde el Mioceno inferior (Burdigaliano) al Plioceno (Piacenziano) (Williams *et al.*, 1998b). Según Head (1993a) el rango se extendería desde el Oligoceno Superior hasta el Plioceno Superior o Pleistoceno.

Selenopemphix brevispinosa subsp. *brevispinosa*

Head *et al.*, 1989c

Figuras 4.A-C

Dimensiones. Diámetro ecuatorial excluyendo procesos: mayor 37 (45,7) 60 μm , menor 28 (35,3) 44 μm ; procesos entre 1 y 5 μm (veinte ejemplares medidos).

Rango estratigráfico. Mioceno Medio a Plioceno Inferior. De acuerdo a Head *et al.*, 1989a, los registros de *S. brevispinosa* pueden ser restringidos al Mioceno Medio-Plioceno Inferior en materiales del golfo de México, Italia, Bahía de Baffin y Goban Spur. De Verteuil y Norris (1996) indicaron la ocurrencia común de esta subespecie en depósitos del Mioceno Medio y Superior en áreas marginales restringidas en la costa atlántica de los Estados Unidos. Según Head (com. pers.), en Deep Sea Drilling Project Hole 603c en la costa Atlántica de los Estados Unidos, *Selenopemphix brevispinosa* subsp. *brevispinosa* aparece consistentemente a través del Plioceno Bajo hasta la base del Magnetocron Gauss, coincidente con la base del Piacenziano a los 3,6 Ma, y son considerados *in situ*.

Selenopemphix nephroides Benedek 1972

emend. Bujak en Bujak *et al.* 1980

Figuras 4.E, F

Dimensiones. Máximo diámetro del endoquiste 45 (56,2) 62 μm (cuatro ejemplares medidos).

Observaciones. En Argentina esta especie fue hallada en el Mioceno Inferior de la Formación Chenque,

Provincia de Chubut (Palamarczuk y Barreda, 1998), de la Formación Monte León, Provincia de Santa Cruz (Barreda y Palamarczuk, 2000) y en sedimentos del Oligoceno Superior-Mioceno Inferior provenientes del pozo Aries x-1 (Palamarczuk y Barreda, 2000), sobre la Plataforma Continental Argentina.

Rango estratigráfico. Los registros confiables mas antiguos provienen del Eoceno Medio Superior. *Selenopemphix nephroides* se ha registrado frecuentemente en sedimentos neríticos modernos y cuaternarios (Head, 1993a) y es atribuido a quistes del actual *Protoperidinium subinerme* (Paulsen) Loeblich.

Selenopemphix quanta (Bradford, 1975)

Matsuoka, 1985

Figura 3. L

Dimensiones. Diámetro máximo (excluyendo procesos) 45 (66,2) 83 μm ; largo de los procesos 10 (13,3) 16 μm (9 ejemplares medidos).

Observaciones. Las dimensiones medias de los ejemplares hallados en la Formación Barranca Final se incluyen dentro de la parte superior del rango de dimensiones establecido para el material tipo. En relación al tamaño de esta especie, Bradford (1975) reconoce dos quistes morfológicamente similares, los cuales producen dos estados tecales diferentes. Asimismo, muestra que un morfotipo pequeño produce la especie tecada *Protoperidinium nudum* Meunier mientras que un morfotipo mayor, semejante al holotipo de *Selenopemphix quanta*, produce la especie *Protoperidinium conicum* Gran. Según Head (1993a) el material ilustrado por Bradford (1975) representa dos especies de quistes diferentes, una de mayor tamaño, caracterizada por espinas cortas y delgadas; la otra más pequeña, con menor cantidad de espinas, más cortas y robustas. Teniendo en cuenta lo antes mencionado y siguiendo el criterio de Head (1993a), los ejemplares hallados en este trabajo serían comparables con los quistes producidos por *Protoperidinium conicum*.

Paleoecología. *Selenopemphix quanta* está asociada a un ambiente nerítico interno a externo en condiciones templadas a cálidas (como *Protoperidinium conicum* en Harland, 1983 y como *Multispinula quanta* en Wrenn y Kokinos, 1986). A partir de análisis cuantitativos en sedimentos modernos provenientes de localidades de los océanos Atlántico y Pacífico y el Mar Mediterráneo se observaron las mayores abundancias relativas en áreas someras, tropicales a subtropicales (Edwards y Andrieu, 1992).

Rango estratigráfico. Se extiende desde el Oligoceno Superior del Noroeste de Italia (Powell, 1986) y Mioceno Temprano del Golfo de México (Duffield y Stein, 1986), al Reciente (Bradford, 1975; Wall *et al.*; 1977; Edwards y Andrieu, 1992).

***Selenopemphix* sp. A**

Figuras 3.J, K

Descripción. Quiste con compresión dorso-ventral y contorno de forma arriñonada. Se observan dos cuernos antapicales acuminados y un cuerno apical plegado. Autofragma delgado, liso a débilmente granulado, con numerosos quiebres y pliegues. El único ejemplar hallado presenta los márgenes paracingulares con crestas aserradas. El arqueopilo es intercalar, con opérculo *in situ*, con moderado desplazamiento hacia la izquierda.

Dimensiones. Máximo diámetro del quiste incluyendo crestas paracingulares, 61 µm (1 ejemplar medido).

Comparaciones. *Selenopemphix* sp. A se compara con el paratipo de *Selenopemphix crenata* Matsuoka y Bujak (1986, lám. 10, fig. 7) que según Head (1993b) supera dos veces el tamaño del holotipo y presenta márgenes paracingulares aserrados en lugar de denticulados. Head (com. pers.) considera que el paratipo de *Selenopemphix crenata* podría corresponder a una especie diferente. *Selenopemphix* sp. cf. *S. coronata* en Palamarczuk y Barreda 2000 (pag. 225, fig. 3 L), según puede observarse en la fotomicrografía, presenta marcada similitud con el ejemplar estudiado, particularmente por la característica de los márgenes paracingulares.

Conclusiones

Se documentaron trece especies de la familia Protopteridiniaceae, de las cuales 12 pertenecen a la subfamilia Protopteridinioidae y una a la subfamilia Diplopsalioidae.

Selenopemphix brevispinosa subsp. *brevispinosa* se cita por primera vez en Argentina, y constituye un excelente indicador bioestratigráfico en la asociación recuperada del Perfil Espigón. *Dubridinium* sp. es el primer registro del género descrito e ilustrado en materiales pre-pleistocenos.

Agradecimientos

Este trabajo está enmarcado en el proyecto de la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica (PICT N(07-09659). Se agradece al Dr. N. Malumián por ceder las muestras de la sección tipo de la Formación Barranca Final y al Sr. O. Cárdenas por el procesamiento de las mismas. A los Dres. M. Head y R. Guertstein por el aporte en la discusión de algunas especies, a la Dra. M. Quattrocchio por la lectura crítica del manuscrito y los Dres. M. Arai y J. Helenes por la revisión del manuscrito en calidad de árbitros.

Referencias

Aramayo, S.A. 1987. *Plohophorus* aff. *figuratus* (Edentata, Gyptodontidae) en la Formación Río Negro (Mioceno tardío-Plioceno), provincia de Río Negro, Argentina. Importancia bioestratigráfica. 10° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 171-174.

- Artzner, D.G. y Dörhöfer, G. 1978. Taxonomic note: *Lejeunecysta* nom.nov. pro *Lejeunia* Gerlach 1961 emend. Lentin and Williams 1976-dinoflagellate cyst genus. *Canadian Journal of Botany* 56: 1391-1382.
- Balech, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Publicaciones especiales del Instituto Español de Oceanografía* 1: 310 pp.
- 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.
- 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. SEPM Special Publication* 54: 129-212.
- Biffi, U. y Grignani, D. 1983. Peridinioid dinoflagellate cysts from the Oligocene of the Niger Delta, Nigeria. *Micropaleontology* 29: 126-145.
- Bradford, M.R. 1975. New dinoflagellate cyst genera from the recent sediments of the Persian Gulf. *Canadian Journal of Botany* 53: 3064-3074.
- Benedek, P.N. 1972. Phytoplanktonen aus dem Mittel- und Oberoligozän von Tönisberg (Niederrheingebiet). *Palaeontographica, Abteilung B* 137: 1-71.
- Bujak, J.P. 1984. Cenozoic dinoflagellate cysts and acritarchs from the Bering Sea and Northern North Pacific, DSDP Leg 19. *Micropaleontology* 30: 180-212.
- Bujak, J.P. y Davies, E.H. 1983. Modern and fossil Peridiniaceae. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series* 13: 216 pp.
- 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 (eds.), *Dinoflagellate Cysts and Acritarchs from the Eocene of Southern England. The Palaeontological Association, Special Papers in Palaeontology* 24: 26 - 36.
- De Vernal A. y Mudie, P.J. 1992. Pliocene and Quaternary dinoflagellate cyst stratigraphy in the Labrador Sea: Paleoenvironmental implications. En: M.J. Head y J.H. Wrenn (eds.), *Neogene and Quaternary Dinoflagellates Cysts. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, pp. 329-346.
- De Verteuil, L. 1996. Data report: Upper Cenozoic dinoflagellate cysts from the Continental Slope and Rise off New Jersey. En: G.S. Mountain, K.G. Miller, P. Blum, C.W. Poag y D.C. Twichell (eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* 150: 439-454.
- De Verteuil, L. y Norris, J. 1996. Miocene dinoflagellate stratigraphy and systematics of Maryland and Virginia. *Micropaleontology* 42 supplement: 172 pp.
- Duffield, S.L. y Stein, J.A. 1986. Peridiniacean-dominated dinoflagellate cyst assemblages from the Miocene of the Gulf of Mexico Shelf, offshore Louisiana. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series* 17: 27-45.
- Edwards L.E. y Andrieu V.A.S. 1992. Distribution of selected dinoflagellate cysts in modern marine sediments. En: M.J. Head y J.H. Wrenn (eds.), *Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, pp. 259-288.
- 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 pp.
- Fensome, R.A., Riding, J.B. y Taylor, F.J.R. 1996. Dinoflagellates. En: J. Jansonius y D.C. McGregor (eds.), *Palynology: principles and applications, Association of Stratigraphic Palynologists Foundation* 1: 107-169.
- Fensome, R.A., MacRae, R.A. y Williams, G.L. 1998a. DINOFLAJ. *Geological Survey of Canada, Open File* D3653. Dartmouth, Nova Scotia.
- Fensome, R.A., Bujak, J., Dale, B., Davies, E.H., Dodge, J.D.,

- Edwards, L.E., Harland, R., Head, M.J., Lentin, J.K., Lewis, J., Matsuoka, K., Norris, G., Sarjeant, W.A.S., Taylor, F.J.R. y Williams, G.L. 1998b. Proposal to conserve the name *Protoperidiniaceae* against *Congruentidiaceae*, *Diplopsalaceae* and *Kolkwitzellaceae* (Dinophyceae). *Taxon* 47: 727-730.
- 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. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires). *Relatorio* 8: 135-158.
- Gedl, P. 1996. Middle Miocene dinoflagellate cysts from the Korytnica (G Świetokrzyski Mountains, Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 66: 191-218.
- Gerlach, E. 1961. Mikrofossilien aus dem Oligozän und Miozän Nordwestdeutschlands unter besonderer Berücksichtigung der Hystrichosphaeren und Dinoflagellaten. *Neues Jahrbuch für geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 112: 143-228.
- Guler, M.V. y Guerstein, G.R. (2003). Quistes de dinoflagelados (Cladopyxiaceae, Gonyaulacaceae, Goniodomaceae e Incierta) del Cenozoico de la cuenca del Colorado, Argentina. *Revista Española de Paleontología* 18.
- Guler, M.V., Guerstein, G.R. y Malumián, N. 2002. Biostratigrafía de la Formación Barranca Final, Neógeno de la cuenca del Colorado, Argentina. *Ameghiniana* 39: 103-110.
- Harland, R. 1983. Distribution maps of recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the north Atlantic ocean and adjacent seas. *Palaeontology* 26: 321-387.
- Harland, R., Bonny, A.P., Hughes, M.J. y Morigi, A.N. 1991. The Lower Pleistocene stratigraphy of the Ormesby Borehole, Norfolk, England. *Geological Magazine* 128: 647-660.
- Head, M.J., Norris, G. y Mudie, P.J. 1989b. New species of dinocysts and a new species of acritarch from 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: 453-466.
- Head, M.J., Norris, G. y Mudie, P.J. 1989c. 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.
- Head, M. J. 1993a. Dinoflagellates, sporomorphs, and other palynomorphs from the Upper Pliocene St. Erth Beds of Cornwall, Southwestern England. *Journal of Paleontology* 67: 62 pp.
- Head, M. J. (ed.) 1993b. A forum on Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts. *Palynology* 17: 201-239.
- 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. 1989a. 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.
- Head, M.J., Harland, R. y Matthiessen, J. 2001. Cold marine indicators of the late Quaternary: the new dinoflagellate cyst genus *Islandinium* and related morphotypes. *Journal of Quaternary Science* 16: 621-636.
- Kaasschieter, J.P.H. 1963. Geology of the Colorado Basin. *Tulsa Geological Society Digest* 31: 177-187.
- Kaasschieter, J.P.H. 1965. Geología de la Cuenca del Colorado. 2º *Jornadas Geológicas Argentinas* (Buenos Aires), *Actas* 3: 251-269.
- Lentin, J.K. y Williams, G.L. 1976. A monograph of fossil peridinioid cysts. *Bedford Institute of Oceanography, Report Series* BI-R- 75-16: 237 pp.
- Lentin, J.K. y Williams, G.L. 1993. Fossil dinoflagellate: index to genera and species. 1993 edition. *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contribution Series* 28: 856 pp.
- Malumián, 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.
- Marret, F. y Scourse, J. 2002. Control of modern dinoflagellate cyst distribution in the Irish and Celtic seas by seasonal stratification dynamics. *Marine Micropaleontology* 47: 101-116.
- Matsuoka, K. 1985. Organic-walled dinoflagellate cysts from surface sediments of Nagasaki Bay and Senzaki Bay, west Japan. *Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Natural Science, Bulletin* 25: 21-115.
- Matsuoka, K. y Bujak, J.P. 1988. Cenozoic dinoflagellate cysts from the Navarin Basin, Norton Sound and St. George Basin, Bering Sea. Nagasaki University, *Faculty of Liberal Arts, Natural Science, Bulletin* 20: 1-149.
- Matsuoka, K. 1988. Cyst theca relationships in the diplopsalid group (Peridinales, Dinophyceae). *Review of Palaeobotany and Palynology* 56: 95-122.
- Matsuoka, K., Bujak, J.P. y Shimazaki, T. 1987. Late Cenozoic dinoflagellate cyst biostratigraphy from the west coast of northern Japan. *Micropaleontology* 33: 214-229.
- 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.
- Palamarczuk, S. y Barreda, V. 2000. Palinología del Paleógeno tardío-Neógeno temprano, pozo Aries x-1, Plataforma Continental Argentina, Tierra del Fuego. *Ameghiniana* 37: 221-234.
- Powell, J.A. 1986. Latest Palaeogene and Earliest Neogene dinoflagellate cysts from the Lemme Section, Northwest Italy. *American Association of Stratigraphic Palynologist Contribution Series* 17: 83-104.
- Reid, P.C. 1977. Peridiniacean and Glenodiniacean dinoflagellate cysts from the British Isles. *Nova Hedwigia* 29: 429-463.
- Rochon, A., de Vernal, A., Turon, J.L., Matthiessen J. y Head, M.J. 1999. Distribution of recent dinoflagellate cysts in surface sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas in relation to sea-surface parameters. *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contribution Series* 35: 152 pp.
- Sarjeant, W.A.S. 1984. Re-study of some dinoflagellate cysts from the Oligocene and Miocene of Germany. *Journal of Micropaleontology* 3: 73-94.
- Wall, D., Dale, B., Lohman, G.P. y Smith, W.K. 1977. The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North and South Atlantic oceans and adjacent seas. *Marine Micropaleontology* 2: 121-200.
- Wall, D. 1965. Modern hystrichospheres and dinoflagellate cysts from the Woods Hole region. *Grana Palynologica* 6: 297-314.
- Williams, G.L., Lentin, J. y Fensome, R.A. 1998a. The Lentin and Williams Index of fossil dinoflagellates 1998 edition. *American Association of Stratigraphic Palynologist Contribution Series* 34: 817 pp.
- Williams, G.L., Brinkhuis, H., Bujak, J.P., Damassa, S.P., Hochuli, P.A., de Verteuil, L. y Zevenboom, D. 1998b. 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., y Vail, P.R. en *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. Society for Sedimentary Geology, Special Publication* 60, pág. 9 y cuadro 3.
- Wrenn, J.H. y Kokinos, J.P. 1986. Preliminary comments on Miocene through Pleistocene dinoflagellate cysts from De Soto Canyon, Gulf of México. En: J.H. Wrenn, S.L. Duffield and J.A. Stein (eds), Paper from the first symposium on Neogene dinoflagellate cyst biostratigraphy. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series* 17: 169-225.

- Zambrano, J.J. 1980. Comarca de la cuenca Cretácica de Colorado. En: J.C.M. Turner (ed.), *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba 2: 1033-1070.
- Zavala, C., Abrameto, A., Azúa, G., Freije, H., Inchenrronn, Ch. y Ponce, J. 2000. Estratigrafía de los acantilados marinos de la zona de El Cóndor - Bahía Rosa (Formación Río Negro, Mioceno - Plioceno). Provincia de Río Negro. 2º Congreso Latinoamericano de Sedimentología. *Resúmenes*, 186-187.
- Zavala, C. y Freije, H. 2000. Estratigrafía secuencial del Terciario superior marino de Patagonia. Un equivalente de la "crisis del Messiniano"? *Geotemas* 2: 217-221.
- Zinsmeister, W.J., Marshall, L. G., Drake, R.E. y Curtis, G.H. *et al.* 1981. First Radioisotope (Potassium - Argon) Age of Marine Neogene Rio Negro Beds in Northeastern Patagonia, Argentina. *Science* 212: 440.
- Zonneveld, K.A.F., Hoek, R.P., Brinkhuis, H. y Willems, H. 2001. Geographical distributions of organic-walled dinoflagellate cysts in surficial sediments of the Buenguela upwelling region and their relationship to upper ocean conditions. *Progress in Oceanography* 48: 25-72.

Recibido: 15 de agosto de 2002.

Aceptado: 20 de marzo de 2003.

9th International Symposium on the Ordovician System, Argentina, August 2003

At the present time Argentina is one of the global powerhouses of geology and palaeontology, with a long and honoured tradition in these fields. Accordingly, it was eminently appropriate that the *9th International Symposium on the Ordovician System* (ISOS) should be held in this country, as the late Argentine geologist Dr Bruno Baldis so greatly wished. The main meeting took place in San Juan from 19 to 23 August 2003, and was coupled with the *7th International Graptolite Conference* (IGC), and the *Field Meeting of the Subcommission on Silurian Stratigraphy* (SSS). San Juan was an ideal venue, a fine university city with the Precordillera rising to the west, replete with Ordovician outcrops, and those of the carbonate San Juan Formation in particular. Before the main meeting there was a five day pre-conference field trip to the Precordillera of the San Juan Province, and the last day of the main meeting was devoted to a visit to Ordovician and Silurian outcrops along the San Juan River. A post-conference field trip was held in the Cordillera Oriental in the northwestern provinces of Salta and Jujuy. Approximately 140 delegates attended, from Argentina, various countries in Europe, the USA, Canada, Australia, China and Korea.

At the outset, let me say that this was a superbly well organised conference, the best that I had ever attended. Every detail was taken care of, nothing was missed out, and nothing went wrong. Each delegate was provided with no less than eight splendidly produced publications, field guides, conference papers, palaeontological descriptions, range charts, and much else. All of these are of permanent and enduring value, and all these books, through the hard work and commitment of the organisers and editors, were ready for the meeting. The opening speeches included a most interesting account of the nineteenth century German geologists who had been invited to Argentina to undertake pioneer geological work, which they did most successfully. Many of them stayed permanently. And then there was an opening party, and an opportunity to sample the remarkably fine wines of San Juan, which I would recommend to anybody.

Three days were devoted to lecture and poster sessions, held in the two well-appointed lecture theatres of the Alkazar Hotel. There were six main themes: (i) Biostratigraphy-Stratotypes, (ii) = Geochronology-K-bentonites, (iii) Geochemistry-Magmatism, (iv) Palaeontology-Diversification, with a special emphasis on graptolites because of the IGC, (v) Sedimentology-Basin analysis, (VI) Palaeogeography-Provincialism. Inevitably, because of the extensive programme, there had to be parallel sessions in two lecture rooms, but I do not think that anyone was greatly inconvenienced thereby. Most of the verbal presentations were extremely good, but the fact that the symposium volumes were prepared and ready before the meeting made it so easy to follow and keep pace with the lecture programme, and to study particular themes at leisure. The 94 papers are published in the 550 page volume *Ordovician from the Andes*, and the 181 page volume *Proceedings of the 7th International Graptolite Symposium and Field Meeting of the International Subcommission on Silurian Stratigraphy*. Collectively these form a timely and vastly important con-

tribution to our knowledge of the Ordovician and Silurian Systems. While many of the lectures and papers concern themes of global interest, such as sea-level changes, others ably summarise the current state of knowledge of the Ordovician of Argentina and elsewhere. For those of us from other countries, this conference has sharply brought into focus just how extensive and meticulous is the work of Argentine colleagues, and what a major contribution they are making towards a global understanding of the complex Ordovician history of South America.

The last day of the conference was devoted to an excursion along the San Juan river, in the precipitous, many-coloured valley west of the city, examining Ordovician outcrops, as far as Tambolar Pass, and memorably Silurian trace fossils, and beds rich in the rhynchonellide brachiopod *Australina jachalensis*, so similar in habit and abundance to the coeval *Eocoelia* of the northern hemisphere. For those such as I, accustomed to rocks exposed only along the coast, and in rare inland scarp and quarry sections in my own green-covered land, the extent of the exposures was overwhelming. And there was more to come during the post-conference trip to Salta and Jujuy. During the first evening we examined graptolite bearing strata of Tremadoc and Arenig age in the hillside above the city, and bedding planes rich in shelly fossils, and we ascended to the summit of San Bernardo Hill. The following day was devoted to the Ordovician geology of the Mojotoro Range, with several roadside stops in graptolitic and shelly exposures, and up in the hills the best ever *Cruziana*, and finally the abandoned iron mine of Zapla, set in an extensive rain forest. We stayed at Purmamarca, and the next day ascended up the Lipan Pass at 4170 m, over to the dried salt lake of Salinas Grandes, then to Angosto de Moreno, and the Ordovician of the high windy plateau surrounded by vast coloured mountains. That night we stayed at Maimara, opposite the world-famous Humahuaca valley, and the following day went to the Salto Alto creek, the type locality of *Jujuyaspis keideli*, and a place for magnificent trace fossils. Later we studied various sections in the Santa Rosita Formation, and Indian rock paintings at Pintayoc, and finally collected red *Rhabdinopora* specimens before departing for Humahuaca. Next morning the party departed to Tilcara, and walked along the upland valley through a cactus-strewn stony desert to the renowned Tilcara unconformity, where the Meson Group overlies the late Precambrian, the only angular unconformity in the Lower Palaeozoic of South America. The last stop was purely cultural, a ruined, and partially reconstructed Indian city set on a hill close to the town. And then to Salta, and the following day to Tucumán, where the excursion terminated, and where we thanked our excellent bus driver and his son Mauro, who attended to us all the time, and then there was a final asado at the house of Guillermo Aceñolaza, before the company finally parted. For me, and I think for many other people, this was the most memorable conference ever, and the best possible excursion programme. To the Director, the Secretary, the Treasurers, the programme organisers, the field leaders, the editors and everyone else who have taken so much time to plan and run this marvellous conference we owe our profoundest thanks. We are deeply grateful to you all.

Euan Clarkson