QUISTES DE DINOFLAGELADOS Y POLEN ASOCIADO DEL CRETÁCICO INFERIOR (FORMACIÓN SPRINGHILL) DE LA CUENCA AUSTRAL, PLATAFORMA CONTINENTAL ARGENTINA

VERÓNICA GULER

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

LORENA BERBACH

Museo Municipal de Ciencias Naturales Carlos Darwin, Urquiza 123, 8109 Punta Alta, Buenos Aires, Argentina. lberbach@yahoo.com

ANA ARCHANGELSKY & SERGIO ARCHANGELSKY

Division Paleobotánica, Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Av. Ángel Gallardo 470, 1405 Buenos Aires, Argentina. sarchangelsky@gmail.com, aarchangelsky@yahoo.com.ar

ABSTRACT – DINOFLAGELLATE CYSTS AND ASSOCIATED POLLEN FROM LOWER CRETACEOUS (SPRINGHILL FORMATION) IN THE AUSTRAL BASIN, ARGENTINA CONTINENTAL SHELF. Well preserved and moderately diverse, early Cretaceous dinoflagellate cyst assemblages were recovered from the Springhill Formation at wells MLD3 and MLD4, of southeastern Argentina. The relative dating of the sequences is based on the first and last occurrences of age-diagnostic dinoflagellate cysts taxa. These bioevents are, in ascending order: last occurrence of *Kleithrasphaeridium fasciatum*, first occurrence of *Prolixosphaeridium parvispinum*, last occurrence of *Phoberocysta neocomica*, first occurrence of *Herendeenia postprojecta*, first occurrence of *Odontochitina operculata*, last occurrence of *Cassiculosphaeridia magna* and last occurrence of *Kaiwaradinium scrutillinum* and support a late Barremian age for both stratigraphical sequences. The last occurrence of *K. fasciatum* and the first occurrence of *P. parvispinum* recorded at the lower part of the marine interval in the MLD3 well and the upper part of the MLD4 well, constrain the age of the beginning of the transgressive episode around the early/late Barremian transition, not younger than the early late Barremian. In these intervals, the upper part of the Australian *Muderongia testudinaria* Zone Helby can be indirectly recognized. The top of the *Muderongia australis* Zone was recognized at the uppermost marine part of the MLD3 well, assigned to the late Barremian. First occurrences of primitive angiosperm pollen grains like cf. *Clavatipollenites*, *Spinizonocolpites* sp., *Arecipites* sp., *Asteropollis*, *Foveomonocolpites* and *Tricolpites* were recorded too in both wells.

Key words: dinoflagellate cysts, angiosperms, Early Cretaceous, Austral Basin, Argentina.

RESUMO – Assembleias de cistos de dinoflagelados, bem preservados e moderadamente diversificados, foram descobertos nos poços MLD3 e MLD4 da Formação Springhill, no sudeste argentino. A datação relativa é baseada nas primeiras e últimas ocorrências da idade-diagnóstica dos táxons de cistos de dinoflagelados. Estes bioeventos são, em ordem ascendente, última ocorrência de *Kleithrasphaeridium fasciatum*, primeira ocorrência de *Prolixosphaeridium parvispinum*, última ocorrência de *Phoberocysta neocomica*, primeira ocorrência de *Herendeenia postprojecta*, primeira ocorrência de *Odontochitina operculata*, última ocorrência de *Cassiculosphaeridia magna* e última ocorrência de *Kaiwaradinium scrutillinum* e apoiam a idade Barremiano superior para ambas as sequências estratigráficas. A última ocorrência de *K. fasciatum* e a primeira ocorrência de *P. parvispinum* registram intervalo marinho, na parte inferior do poço MLD3 e na parte superior do poço MLD4, restringindo a idade do início do episódio transgressivo por volta da transição Barremiano inferior/superior e não é mais jovem que esta. Nesses intervalos, pode ser indiretamente reconhecida a parte superior da Zona australiana *Muderongia testudinaria* proposta por Helby na Austrália. O topo da Zona *Muderongia australis* foi reconhecida como marinha na parte superior do poço MLD3, atribuído ao Barremiano superior. A primeira ocorrência de grãos de pólen primitivos de angiospermas como cf. *Clavatipollenites*, *Spinizonocolpites* sp., *Arecipites* sp., *Asteropollis*, *Foveomonocolpites* e *Tricolpites* também foi registrada em ambos os poços.

Palavras-chave: cistos de dinoflagelados, angiospermas, Cretáceo Inferior, bacia Austral, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Con posterioridad a un período extensional asociado a la ruptura inicial de Gondwana, durante el Cretácico Temprano se depositaron las primeras unidades marinas de la cuenca Austral, como resultado de un marcado ascenso eustático relacionado a la instalación de la dorsal centro-atlántica (e.g. Biddle *et al.*, 1986; Robbiano *et al.*, 1996; Arbe, 2002). La Formación Springhill que representa a las secuencias sedimentarias transgresivas más antiguas, está compuesta por depósitos fluviales, estuarinos y marinos (Robbiano *et al.*, 1996; Arbe, 2002; Schwarz *et al.*, 2011), como relleno de depresiones topográficas extensas (Schwarz *et al.*, 2011). Las rocas cretácicas del subsuelo de la cuenca Austral, y en particular la Formación Springhill, han sido el objetivo para la exploración de hidrocarburos. En los sectores Oeste y Sudoeste de la cuenca Austral, los depósitos marinos someros de la Formación Springhill son reemplazados *offshore* por litologías finas, que corresponden a la Formación *Inoceramus* inferior, Pampa Rincón ó Estratos de *Favrella* (Biddle *et al.*, 1986; Robbiano *et al.*, 1996). Estos últimos, en conjunto con la Formación Springhill, conforman el sistema petrolero más importante de la cuenca Austral; las facies continentales lacustres de la Formación Springhill y las pelitas marinas de la Fm. *Inoceramus* inferior constituyen rocas madre con buenas características generadoras, y los reservorios más importantes de la cuenca corresponden a las areniscas fluviales y litorales de la Formación Springhill (Pittion & Arbe, 1999).

Estudios de granos de polen, esporas y quistes de dinoflagelados de la Formación Springhill se realizaron sobre materiales del *offshore* de la cuenca Austral (Cornú, 1986; Archangelsky & Archangelsky, 2002 y Quattrocchio *et al.*, 2006) y del sur de Patagonia (Ottone & Aguirre Urreta, 2000). No obstante, todavía no se ha propuesto para la formación, una bioestratigrafía con alta resolución desde una perspectiva palinológica. El objetivo principal del presente trabajo consiste en documentar los quistes de dinoflagelados de pared orgánica provenientes de los depósitos marinos de la Formación Springhill, en los pozos exploratorios MLD3 y MLD4 ubicados en el sector oriental de la cuenca Austral (Figura 1), como así también, su interpretación bioestratigráfica. Se documentan además, los principales grupos de palinomorfs continentales (Pteridofitas, Briofitas, Gimnospermas y Angiospermas), las primeras ocurrencias de angiospermas primitivas vinculadas al marco bioestratigráfico propuesto por los quistes de dinoflagelados, contribuyendo así, al conocimiento de la evolución temprana de este grupo de plantas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron los palinomorfs de veinticinco muestras de testigos laterales, con énfasis en el estudio de los quistes de dinoflagelados. Dieciséis provienen del pozo MLD3 entre los 1439 y 1656 metros bajo boca de perforación (**mbbp**) y nueve del pozo MLD4, entre los 1559 y 1625 mbbp, ambos pozos realizados por la empresa Shell Hydrocarbons en la

Plataforma Continental, frente al Estrecho de Magallanes. Los componentes marinos están presentes entre los 1439 y 1610 mbbp en el pozo MLD3 y entre los 1559 y 1584 mbbp en el pozo MLD4. Se realizó un análisis cuantitativo de los palinomorfs sobre 250 palinomorfs por muestra y los porcentajes relativos de los componentes continentales y marinos están representados en la Figura 2.

El procesamiento físico-químico de las muestras consistió en la eliminación de componentes inorgánicos, principalmente carbonatos y silicatos, con HCl y HF, respectivamente. Los residuos fueron filtrados con mallas de 10 y 25 μm , teñidos con Bismarck C y montados en glicerina-gelatina. Los quistes de dinoflagelados fueron analizados con un microscopio óptico de luz transmitida Nikon Eclipse 600. Los palinomorfs continentales fueron determinados con un microscopio Zeiss Axioscope. Las imágenes de los quistes de dinoflagelados ilustrados fueron tomadas con una cámara digital Nikon Coolpix 950. El material estudiado con microscopía electrónica de barrido (**MEB**) fue fotografiado con un microscopio Philips XL 30 TMP.

La taxonomía de las especies de los quistes de dinoflagelados se refieren a Fensome & Williams (2004) y la escala geocronológica corresponde a Gradstein *et al.* (2012). Todos los preparados están archivados en la Palinoteca de la División Paleobotánica del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (**BA Pb Pal**).

COMPOSICIÓN DE LAS ASOCIACIONES PALINOLÓGICAS

Las asociaciones palinológicas recuperadas en 15 muestras del Pozo MLD3, entre las profundidades 1439 y 1656 mbbp y nueve muestras del pozo MLD4 en un intervalo que abarca profundidades entre los 1559 y 1625 mbbp, contienen mayoritariamente esporas, granos de polen y quistes de dinoflagelados. Algas e *não* algas marinas prasinofíceas (*Cymatiosphaera* y *Pterospermella*) y caparazones orgánicos de foraminíferos están presentes en proporciones menores.

Quistes de dinoflagelados

Pozo MLD3

Un total de 67 especies de quistes de dinoflagelados fueron identificadas en el pozo MLD3, entre los 1439 y 1610 mbbp, cuya distribución estratigráfica se presenta en la Figura 3; las mismas se listan alfabéticamente en el Apéndice 1. Con excepción de las tres muestras inferiores, BA Pb Pal 6414 (1656 mbbp), BA Pb Pal 6323 (1651 mbbp) y BA Pb Pal 6322 (1618 mbbp) donde no se registran quistes de dinoflagelados, estos están presentes de manera consistente a través de toda la sección. Por lo tanto, el episodio marino se reconoce notoriamente por encima de la muestra BA Pb Pal 6311 (1610 mbbp) con valores de paleomicroplancton que alcanzan el 58% sobre el total de palinomorfs, hasta el techo de la sección (Figura 2). Este intervalo marino es portador de asociaciones ricas en quistes de dinoflagelados muy bien preservados, con una diversidad moderada a baja, entre 6 y 31 especies identificadas en cada muestra. En

Figura 1. Mapa de ubicación mostrando la posición de los pozos MLD3 y MLD4.

Figure 1. Location map showing the position of the wells MLD3 and MLD4.

Figura 2. Frecuencias relativas de los componentes marinos y continentales en los pozos MLD3 y MLD4.

Figure 2. Relative frequencies of marine and terrestrial components in wells MLD3 and MLD4.

Figura 3. A-B, *Dingodinium cerviculum* Cookson & Eisenack, BA Pb Pal 6306 43/105 EF V432; vista lateral derecha; A, foco alto; B, foco intermedio. C, *Oligosphaeridium complex* (White) Davey & Williams, BA Pb Pal 6301 24.2/103 EF W24/4; vista ventral, foco alto. D-F, *Kleithriasphaeridium fasciatum* (Davey et al.) Davey, D, BA Pb Pal 6312 40/96 EF Z40; vista lateral izquierda oblicua, foco alto; E-F, BA Pb Pal 6312 24/113 EF M24/3; vista ventral oblicua; E, foco alto; F, foco bajo. G-H, *Systematophora areolata* Davey, BA Pb Pal 6312 23/109.5 EF R23/1; vista ventral; G, corte óptico; H, foco bajo. I, *Cerbia tabulata* (Davey & Verdier) Below BA Pb Pal 6306 37/114.5 EF L37/4; vista ventral, foco bajo. J-K, *Cassiculosphaeridia magna* Davey, BA Pb Pal 6312 46,5/117 EF H473; vista dorsal; J, foco intermedio; K, corte óptico. L, *Coronifera oceanica* Cookson & Eisenack, BA Pb Pal 6301 33,5/113 EF N35/1; vista ventral, foco alto. Escalas = 10 μ m.

Figure 3. A-B, *Dingodinium cerviculum* Cookson & Eisenack, BA Pb Pal 6306 43/105 EF V432; right lateral view; A, high focus; B, intermediate focus. C, *Oligosphaeridium complex* (White) Davey & Williams, BA Pb Pal 6301 24.2/103 EF W24/4; ventral view, high focus. D-F, *Kleithriasphaeridium fasciatum* (Davey et al.) Davey, D, BA Pb Pal 6312 40/96 EF Z40; oblique left lateral view, high focus; E-F, BA Pb Pal 6312 24/113 EF M24/3; oblique ventral view; E, high focus; F, low focus. G-H, *Systematophora areolata* Davey, BA Pb Pal 6312 23/109.5 EF R23/1; ventral view; G, cross section; H, low focus. I, *Cerbia tabulata* (Davey & Verdier) Below BA Pb Pal 6306 37/114.5 EF L37/4; ventral view, low focus. J-K, *Cassiculosphaeridia magna* Davey, BA Pb Pal 6312 46,5/117 EF H473; dorsal view; J, intermediate focus; K, cross section. L, *Coronifera oceanica* Cookson & Eisenack, BA Pb Pal 6301 33,5/113 EF N35/1; ventral view, high focus. Scale bars = 10 μ m.

Table 1. Cuadro de distribución cuantitativo de los quistes de dinoflagelados recuperados en los pozos MLD3, ordenados por las primeras ocurrencias.

Table 1. Quantitative distribution chart of dinoflagellate cysts encountered in well MLD3, arranged in order of first occurrences.

CRETACICO TEMPRANO				PERÍODO
BARREMIANO TARDIO				EDAD
Muderongia testudinaria	Muderongia australis	1439 6299	1476 6300	BIOZONAS Helby et al. (1987; 2004), Oosting et al. (2006)
				PROFUNDIDAD (mbbp)
1603 6309	1609 6310	1610 6311	MUESTRAS BA Pb Pal	
2	5	2	1	<i>Sepispinula ambigua</i>
5	3	1	1	<i>Meiourogoniaaulax</i> sp.
3	1	1	1	<i>Oligosphaeridium</i> spp.
1	1	1	1	<i>Achomosphaera neptunii</i>
1	1	1	1	<i>Batiacasphaera</i> spp.
1	1	1	1	<i>Cassiculosphaeridia magna</i>
1	1	1	1	<i>Cassiculosphaeridia</i> sp.
1	1	1	1	<i>Circulodinium distinctum</i>
1	1	1	1	<i>Cometodinium</i> sp.
1	1	1	1	<i>Cribroperidinium muderongense</i>
1	1	1	1	<i>Cribroperidinium</i> spp.
1	1	1	1	<i>Exochosphaeridium</i> spp.
1	1	1	1	<i>Gonyaulacysta</i> spp.
1	1	1	1	<i>Impletosphaeridium</i> sp.
1	1	1	1	<i>Kaiwaradinium scrutillinum</i>
1	1	1	1	<i>Kleithriasphaeridium fasciatum</i>
1	1	1	1	<i>Lithodinia pertusa</i>
1	1	1	1	<i>Muderongia</i> spp.
1	1	1	1	<i>Oligosphaeridium complex</i>
1	1	1	1	<i>Oligosphaeridium</i> sp. cf. <i>O. pulcherrimum</i>
1	1	1	1	<i>Pareodinia</i> spp.
1	1	1	1	<i>Phoberocysta neocomica</i>
1	1	1	1	<i>Phoberocysta</i> sp.
1	1	1	1	<i>Protoellipsoidinium</i> sp.
1	1	1	1	<i>Spiniferites</i> sp.
1	1	1	1	<i>Systematophora areolata</i>
1	1	1	1	<i>Florentinia</i> spp.
1	1	1	1	<i>Oligosphaeridium poculum</i>
1	1	1	1	<i>Prolixosphaeridium parvispinum</i>
1	1	1	1	<i>Tehamadinium</i> spp.
1	1	1	1	<i>Batioladinium micropodium</i>
1	1	1	1	<i>Hystichodinium pulchrum</i>
1	1	1	1	<i>Senoniasphaera tabulata</i>
1	1	1	1	<i>Batiacasphaera asperata</i>
1	1	1	1	<i>Batiacasphaera reticulata</i>
1	1	1	1	<i>Dingodinium cerviculum</i>
1	1	1	1	<i>Exochosphaeridium phragmites</i>
1	1	1	1	<i>Impagidinium</i> spp.
1	1	1	1	<i>Meiourogoniaaulax stoveri</i>
1	1	1	1	<i>Muderongia australis</i>
1	1	1	1	<i>Tanyosphaeridium</i> spp.
1	1	1	1	<i>Tenua</i> cf. <i>hystrix</i>
1	1	1	1	<i>Aprobolocysta</i> sp.
1	1	1	1	<i>Aprobolocysta</i> sp. cf. <i>alata</i>
1	1	1	1	<i>Canninginopsis</i> sp.
1	1	1	1	<i>Cassiculosphaeridia pygmaea</i>
1	1	1	1	<i>Cernicysta helbyi</i>
1	1	1	1	<i>Coronifera oceanica</i>
1	1	1	1	<i>Dapsillidinium warrenii</i>
1	1	1	1	<i>Apteodinium granulatatum</i>
1	1	1	1	<i>Apteodinium maculatum</i>
1	1	1	1	<i>Apteodinium</i> sp. cf. <i>A. sp. A</i> Helby (1987)
1	1	1	1	<i>Apteodinium</i> spp.
1	1	1	1	<i>Cerbia</i> cf. <i>C. tabulata</i>
1	1	1	1	<i>Kiokansum unituberculatum</i>
1	1	1	1	<i>Muderongia imparilis</i>
1	1	1	1	<i>Tanyosphaeridium</i> cf. <i>salpnix</i>
1	1	1	1	<i>Batiacasphaera</i> sp. cf. <i>B. subtilis</i>
1	1	1	1	<i>Muderongia tetracantha</i>
1	1	1	1	<i>Tanyosphaeridium variecalamus</i>
1	1	1	1	<i>Cerbia tabulata</i>
1	1	1	1	<i>Exochosphaeridium robustum</i>
1	1	1	1	<i>Oligosphaeridium pulcherrimum</i>
1	1	1	1	<i>Batioladinium jaegeri</i>
1	1	1	1	<i>Belodinium dysculum</i>
1	1	1	1	<i>Herendeenia postprojecta</i>
1	1	1	1	cf. <i>Ovoidinium</i> sp.
1	1	1	1	<i>Odontochitina operculata</i>
1	1	1	1	<i>Indeterminate</i>
1	1	1	1	<i>Cymatiosphaera</i> sp.
1	1	1	1	<i>Pterospermella</i>

general, solo unos pocos taxones dominan las asociaciones, especies de *Oligosphaeridium*, principalmente *O. complex*, y *Kleithriasphaeridium fasciatum* dominan la muestra BA Pb Pal 6310, *Cassiculosphaeridia magna* y *Dingodinium cerviculum* presentan las proporciones más altas en la muestra BA Pb Pal 6308. Especies de *Cribroperidinium*, *Aptedinium* y *Muderongia*, particularmente *M. australis* dominan las muestras BA Pb Pal 6307, 6306 y 6305, mientras que las muestras BA Pb Pal 6304 y 6303 están dominadas por especies de *Oligosphaeridium* y *Muderongia*. En el intervalo superior, la muestra BA Pb Pal 6302, que marca un quiebre en la secuencia palinológica, predomina el material orgánico amorfo y quistes de dinoflagelados. La mayoría de los quistes de dinoflagelados no pudieron ser determinados debido al pobre estado de preservación. En esta muestra se observa además, la primera ocurrencia de varios taxa, incluyendo especies diagnósticas para la interpretación bioestratigráfica, como es el caso de especímenes palaeoperidinioideos (agrupados aquí como cf. *Ovoidinium* sp.), que marcan un máximo de frecuencias en la muestra BA Pb Pal 6301.

Pozo MLD4

Los componentes marinos en el pozo MLD4, mayoritariamente quistes de dinoflagelados, están presentes en los 15 m superiores, entre los 1575 y 1559 mbbp, con proporciones que alcanzan el 50% del total de palinomorfos (Figura 2). Un total de 40 especies fueron identificadas en las cinco muestras del tramo superior de la sección; la distribución estratigráfica de los taxones reconocidos en el pozo MLD4 se presenta en la Tabla 2 y la lista taxonómica por orden alfabético en el Apéndice 1. Las dos muestras inferiores (BA Pb Pal 6314 y 6315) son muy poco diversas y los quistes de dinoflagelados están muy mal preservados. Las asociaciones de las dos muestras superiores (BA Pb Pal 6312 y 6313) presentan una diversidad moderada y están muy bien preservadas. La muestra BA Pb Pal 6312 está dominada por *Cassiculosphaeridia magna*, *Circulodinium distinctum*, *Systematophora areolata* y especies de *Oligosphaeridium*.

Granos de polen y esporas

La asociación palinológica de origen continental es muy variada y en ella están representados los principales grupos terrestres: algas, briófitas, pteridófitas, gimnospermas y angiospermas. Los componentes de origen continental se listan por orden alfabético en el Apéndice 2.

Con el fin de hallar eventuales cambios florísticos se ha elegido estudiar la distribución de algunos taxones característicos que hayan mostrado variación estratigráfica en la columna. La misma parece estar influida, en buena medida, por la aparición de los elementos marinos (quistes de dinoflagelados), los que definen el inicio de una ingresión marina que persiste hasta los niveles superiores.

Pozo MLD3

En el sector inferior del pozo MLD3 entre los 1656 y 1603 mbbp se producen las últimas ocurrencias (UOs) de *Coronatispora* cf. *C. margosa* y *Couperisporites* sp. A,

así como las primeras ocurrencias (POs) de *Cyclusphaera psilata*, *Aciculites* sp., *Ticoites gamerroi*, *Ruffordiaspora ticoensis* y las angiospermas *Foveomonocolpites* sp., *Arecipites* sp. y *Asteropollis* sp. Además, son exclusivas de este sector *Antulsporites baculatus*, *Concavissimisporites penolaensis*, *Aequitriradites plicatus*, *Foveosporites canalis* y *Pilunsporites verrucatus*.

Entre los 1571 y 1531 mbbp se produce la PO de *Pilunsporites muratus*, *Cicatricosisporites annulatus*, *Cyatheacidites tectifera*, y *Cyclusphaera radiata* y las UO de *Ginkgocycadophytus* sp. y *Aequitriradites longispinosus*. En la parte superior de la sección, entre los 1519 y 1439 mbbp, se registra la PO de *Cicatricosisporites* sp. 2. También se reconoce la UO de *Sotaspores triangularis*, *Cyclusphaera* sp. (probablemente una especie nueva) y la aparición única de *Appendicisporites* sp.1 y *Plicatella degenerata*. Cabe destacar que se han hallado ocasionalmente en este pozo (1531 mbbp, Figura 6L) granos de polen tricolpados de dimensiones muy reducidas.

Pozo MLD4

En el pozo MLD-4, de menor extensión estratigráfica, se reconocen dos secciones, claramente delimitadas por la ingresión marina. Entre los elementos más característicos, la sección inferior, que se extiende entre los 1625-1584 mbbp, muestra la PO de *Interulobites triangularis*, *Aequitriradites plicatus*, *Cyclusphaera* sp. (probablemente una nueva especie), *Ruffordiaspora ticoensis*, *Muricingulisporites annulatus*, *Pilunsporites verrucatus* y *Cicatricosisporites annulatus*, entre las especies más importantes. Además, se destacan las apariciones únicas de *Aequitriradites verrucosus* y *Plicatella* sp.1. El sector superior se extiende entre 1584-1559 mbbp destacándose la PO de *Sotaspores triangularis*, *Cyclusphaera psilata*, *Pilunsporites muratus*, *Cyclusphaera radiata*, *Cyatheacidites tectifera*, *Arecipites* sp., *Spinizonocolpites* sp. y cf. *Clavatipollenites* sp., la UO de *Aequitriradites plicatus* y *Cyclusphaera* sp. así como la aparición única de *Aequitriradites longispinulosus*. A igual que en el pozo MLD-3, se destaca la presencia de escasos granos de polen tricolpados muy pequeños (1584 y 1579 mbbp).

EDAD EN LOS POZOS MLD3 Y MLD4

La edad relativa de los pozos MLD3 y MLD4 está basada en las especies de quistes de dinoflagelados cuyos rangos estratigráficos son diagnósticos. Las primeras (PO) o últimas ocurrencias (UO) de taxones bioestratigráficamente significativos se discuten a continuación, siguiendo el orden de estos bioeventos en las secuencias. La interrupción del muestreo en la parte superior del intervalo marino en el pozo MLD4, no permite considerar la UO de las especies; en este último pozo se reconocen solo las presencias. De abajo hacia arriba se identificaron siete eventos bioestratigráficos: la UO de *Kleithriasphaeridium fasciatum*, la PO de *Prolixosphaeridium parvispinum*, la UO de *Phoberocysta neocomica*, la PO de *Herendeenia postprojecta*, la PO de *Odontochitina operculata*, la UO de *Cassiculosphaeridia*

Tabla 2. Cuadro de distribución cuantitativo de los quistes de dinoflagelados recuperados en los pozos MLD4, ordenados por las primeras ocurrencias.

Table 2. Quantitative distribution chart of dinoflagellate cysts encountered in well MLD4, arranged in order of first occurrences.

CRETACICO TEMPRANO	PERÍODO
BARREMIANO TARDIO	EDAD
	BIOZONAS Helby et al. (1987; 2004)
	PROFUNDIDAD (mbbp)
	MUESTRAS BA Pb Pal
	<i>Circulodinium</i> spp.
	<i>Exochosphaeridium</i> spp.
	<i>Hystriodinium pulchrum</i>
	<i>Systematophora areolata</i>
	<i>Cassiculosphaeridia</i> sp.
	<i>Sepispinula ambigua</i>
	<i>Cribrerodinium muderongense</i>
	<i>Cribrerodinium</i> spp.
	<i>Florentinia</i> spp.
	<i>Impagidinium</i> spp.
	<i>Oligosphaeridium</i> spp.
	<i>Pareodinia</i> spp.
	<i>Kleithrasphaeridium fasciatum</i>
	<i>Tehamadinium</i> spp.
	<i>Spiniferites</i> spp.
	<i>Achomosphaera neptunii</i>
	<i>Apteodinium granulatum</i>
	<i>Apteodinium</i> spp.
	<i>Circulodinium distinctum</i>
	<i>Exochosphaeridium robustum</i>
	<i>Gonyaulacysta</i> spp.
	<i>Kaiwaradinium scrutillinum</i>
	<i>Meiourugonyaulax</i> sp.
	<i>Oligosphaeridium poculum</i>
	<i>Phoberocysta neocomica</i>
	<i>Prolixosphaeridium parvispinum</i>
	<i>Batiacasphaera</i> spp.
	<i>Cassiculosphaeridia magna</i>
	<i>Cassiculosphaeridia pygmaea</i>
	<i>Circulodinium brevispinosum</i>
	<i>Cometodinium</i> sp.
	<i>Exochosphaeridium phragmites</i>
	<i>Impletosphaeridium</i> sp.
	<i>Meiourugonyaulax stoveri</i>
	<i>Muderongia</i> sp. cf. <i>M. staurota</i>
	<i>Muderongia</i> spp.
	<i>Oligosphaeridium complex</i>
	<i>Oligosphaeridium</i> sp. cf. <i>O. dividuum</i>
	<i>Phoberocysta</i> sp.
	<i>Tenua</i> cf. <i>hystrix</i>
	<i>Dingodinium cerviculum</i>
	<i>Kiokansum unituberculatum</i>
	<i>Indeterminate</i>
	<i>Pterospermella</i>
1560	10 17 4 39 6 8 12 2 2 22 3 15 7 5 7 5 4 4 24 2 7 5 1 2 2 6 38 2 4 1 7 2 2 2 6 13 17 1 5 9 1 16
1566	2 1 3 2 1 1 1 1 1 1 1 4 1 3 2 2 1 4 3 3 8 1 2 2 1 1
1568	1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 8 2
1576	1 1
1579	1
1584	1 2
	2

Figura 4. A-C, cf. *Ovoidinium* sp.: **A**, BA Pb Pal 6301 32.5/104.5 EF V33; vista ventral, foco baixo; **B**, BA Pb Pal 6301 48/107.5 EF H48/2; vista dorsal, foco intermedio; **C**, BA Pb Pal 6301 28/102.5 EF S23; vista ventral, foco baixo. **D**, *Muderongia australis* Helby, BA Pb Pal 6306 31/99.5 EF Z314; vista dorsal, foco baixo. **E-F**, *Prolixosphaeridium parvispinum* (Deflandre) Davey *et al.*, BA Pb Pal 6312 22.5/100 EF Z22/4; vista ventral; **E**, foco alto; **F**, foco intermedio. **G-H**, *Herendeenia postprojecta* Stover & Helby, BA Pb Pal 6301 23.5/112.5 EF N23; vista ventral oblicua; **G**, foco alto; **H**, foco baixo. **I**, *Phoberocysta neocomica* (Gocht) Millioud, BA Pb Pal 6308 51/110 EF Q51/2; vista ventral, foco alto. Escalas = 10 μ m.

Figure 4. A-C, cf. *Ovoidinium* sp.: **A**, BA Pb Pal 6301 32.5/104.5 EF V33; ventral view, low focus; **B**, BA Pb Pal 6301 48/107.5 EF H48/2; **B**, dorsal view, intermediate focus; **C**, BA Pb Pal 6301 28/102.5 EF S23; ventral view, low focus. **D**, *Muderongia australis* Helby, BA Pb Pal 6306 31/99.5 EF Z314; dorsal view, low focus. **E-F**, *Prolixosphaeridium parvispinum* (Deflandre) Davey *et al.*, BA Pb Pal 6312 22.5/100 EF Z22/4; ventral view; **E**, high focus; **F**, intermediate focus. **G-H**, *Herendeenia postprojecta* Stover & Helby, BA Pb Pal 6301 23.5/112.5 EF N23; oblique ventral view; **G**, high focus; **H**, low focus. **I**, *Phoberocysta neocomica* (Gocht) Millioud, BA Pb Pal 6308 51/110 EF Q51/2; ventral view, high focus. Scale bars = 10 μ m.

Figura 5. A-B, *Cribroperidinium muderongense* (Cookson & Eisenack) Davey, BA Pb Pal 6306 27/101 EF Z27/1; vista ventral; A, foco alto; B, foco bajo. C, *Kaiwaradinium scrutillinum* Backhouse, BA Pb Pal 6313 27/114 EF L27; vista dorsal, foco bajo. D, *Aprobolocysta* sp. cf. *A. alata* Backhouse; BA Pb Pal 6307 29.5/105 EF V29/2; vista lateral izquierda, foco intermedio. E, *Apteodinium granulatum* (Eisenack) Lucas-Clark, BA Pb Pal 6306 43/104.5 EF V43/4; vista ventral, corte óptico. F, *Hystrichodinium pulchrum* Deflandre, BA Pb Pal 6301 21.5/120.5 EF E21/4; vista ventral, foco alto. G, *Odontochitina operculata* (Wetzel) Deflandre & Cookson, BA Pb Pal 6308 17/123 EF B16/4; vista ventral, corte óptico. H, *Odontochitina imparilis* (Duxbury) Bint, BA Pb Pal 6306 47/104 EF W47/4; vista dorsal, foco alto. I, *Batioladinium micropodum* (Eisenack & Cookson) Brideaux, BA Pb Pal 6306 39/106 EF W30, vista ventral, foco bajo. Escalas = 10 μ m.

Figure 5. A-B, *Cribroperidinium muderongense* (Cookson & Eisenack) Davey, BA Pb Pal 6306 27/101 EF Z27/1; ventral view; A, high focus; B, low focus. C, *Kaiwaradinium scrutillinum* Backhouse, BA Pb Pal 6313 27/114 EF L27; dorsal view, low focus. D, *Aprobolocysta* sp. cf. *A. alata* Backhouse; BA Pb Pal 6307 29.5/105 EF V29/2; left lateral view, intermediate focus. E, *Apteodinium granulatum* (Eisenack) Lucas-Clark, BA Pb Pal 6306 43/104.5 EF V43/4; ventral view, cross section. F, *Hystrichodinium pulchrum* Deflandre, BA Pb Pal 6301 21.5/120.5 EF E21/4; ventral view, high focus. G, *Odontochitina operculata* (Wetzel) Deflandre & Cookson, BA Pb Pal 6308 17/123 EF B16/4; ventral view, cross section. H, *Odontochitina imparilis* (Duxbury) Bint, BA Pb Pal 6306 47/104 EF W47/4; dorsal view, high focus. I, *Batioladinium micropodum* (Eisenack & Cookson) Brideaux, BA Pb Pal 6306 39/106 EF W30, ventral view, low focus. Scale bars = 10 μ m.

Figura/Figure 6. **A,** *Pilunsporites muratus* Archangelsky & Archangelsky BA Pb Pal 5686 EF W23. **B,** *Foveosporites canalis* Balme BA Pb Pal 6293 EF E30/1. **C,** *Aequitriradites superspinulosus* Archangelsky & Archangelsky BA Pb Pal 6293 EF H25/1. **D,** *Dilwynites* sp. BA Pb Pal 5648 EF G100/3. **E,** *Cyclusphaera* sp. BA Pb Pal 5662 EF K35/2. **F,** *Spinizonocolpites* sp. BA Pb Pal 6292 EF C34/0. **G,** *Foveomonocolpites* sp. BA Pb Pal 6295 EF U33/3. **H,** *Aciculites* sp. BA Pb Pal 6296 EF D36/1. **I,** *Arecipites* sp. BA Pb Pal 6293 EF Q20. **J,** *Asteropollis* sp. BA Pb Pal 6085 EF S45/4. **K,** cf. *Clavatipollenites* sp. BA Pb Pal 6295 EF D22/2. **L,** *Tricolpites* sp. BA Pb Pal 6297 EF D24. Escalas/Scale bars = 10 μ m.

magna y la UO de *Kaiwaradinium scrutillinum*. La UO de *Kleithriasphaeridium fasciatum* fue registrada en el nivel 1603 mbbp (BA Pb Pal 6309) del pozo MLD3 y esta especie está presente en la parte superior del intervalo marino del pozo MLD4, entre los 1568 y 1560 mbbp. De acuerdo a Oosting *et al.* (2006), la UO de *Kleithriasphaeridium fasciatum* fue registrada en Angles, sudeste de Francia (estrato tipo del Barremiano) y en el Deep Sea Drilling Project (DSDP) Testigo 263, en la costa del noroeste de Australia en el Barremiano “medio”, en la Cronozona (amonites) *A. vandenheckii*. Dataciones independientes proporcionadas por la curva de isótopos de carbono orgánico ($^{13}\text{C}_{\text{org}}$) en el Testigo 263 y con una zonación de amonoideos en Angles, estos autores sugieren el isocronismo del evento estratigráfico en ambas secciones estratigráficas. De acuerdo a Gradstein *et al.* (2012), la zona tetiana *Ancyloceras vandenheckii* se ubica en la parte superior del Chron M3r, en la base del Barremiano superior. *Prolixosphaeridium parvispinum* presenta su PO en los niveles 1609 y 1566 en los pozos MLD3 y MLD4, respectivamente. De acuerdo a Oosting *et al.* (2006), en Angles, la especie tiene su PO en la parte media de la Cronozona *A. vandenheckii* y en el nivel 263-19 del Testigo 263, basado en De Renéville & Raynaud, 1981 y Wiseman & Williams, 1974, respectivamente. En el Mediterráneo occidental, en la sucesión de Río Argos al sudeste de España, Leereveld (1997) ubica la UO de *K. fasciatum* y la PO de *Prolixosphaeridium parvispinum* en la base de la Zona de *Odontochitina operculata*, en correlación con la Cronozona *A. vandenheckii* y con la cronozona inmediata superior *Gerhardtia sartousiana* d’Orbigny, respectivamente; ambas en la parte basal del Barremiano superior (129.4 y 128.6 Ma, según Gradstein *et al.*, 2012). Mientras que en Angles, ambos eventos, la UO de *K. fasciatum* y la PO de *P. parvispinum*, ocurren en la Cronozona *A. vandenheckii* del Barremiano “medio” (Oosting *et al.*, 2006). La UO consistente de *Phoberocysta neocomica* en el pozo MLD3 se registra a los 1551 mbbp (BA Pb Pal 6311), con un único ejemplar de esta especie hallado en cada uno de los niveles 1531 y 1519 mbbp. No obstante, no habría incompatibilidad bioestratigráfica para considerar estos especímenes aislados como material retrabajado. *P. neocomica* se registra por última vez en el nivel 263-19 del Testigo 263, coincidente con la PO de *P. parvispinum*, próximas al techo de la Zona *Muderongia testudinaria* (Oosting *et al.*, 2006). Sin embargo, el rango de *P. neocomica* tanto en el ámbito Boreal y Tetiano (e.g. Leereveld, 1997) como Austral (e.g. Helby *et al.*, 1987, 2004), se extiende hasta el Aptiano y Barremiano, respectivamente. La PO de *Herendeenia postprojecta* se registra en el nivel 1508 mbbp en el pozo MLD3 y no está presente en el pozo MLD4. Esta especie se registra únicamente en el Hemisferio Sur, formando parte de las asociaciones australianas del Barremiano-Aptiano (Helby *et al.*, 1987; Stover & Helby, 1987a,b; Helby & McMinn, 1992). La especie tiene su PO en la parte superior de la Zona *Muderongia australis* de Helby *et al.* (1987). *Odontochitina operculata* tiene su PO en el nivel 1508 mbbp, en el mismo nivel en el que *H. postprojecta*, se registra por primera vez con muy pocos especímenes y, al igual que esta

última no está presente en el pozo MLD4. *O. operculata* tiene su PO en la Zona *Muderongia australis* en el Barremiano tardío de acuerdo a Helby *et al.* (1987, 2004). La presencia consistente de la especie se manifiesta en el Aptiano inferior y marca la base de la zona homónima (Helby *et al.*, 1987). No obstante, Helby *et al.* (2004) consideran la base de la zona *O. operculata* indicada por la PO de *Muderongia mcwhaei*. *Kaiwaradinium scrutillinum* tiene su UO a los 1503 mbbp, la UO de la especie es registrada en Australia, en la parte superior de la Zona *Muderongia australis* (Helby *et al.*, 1987; Stover & Helby, 1987a; Oosting *et al.*, 2006). Particularmente, Oosting *et al.* (2006) hallaron el UO de *K. scrutillinum* en el nivel Testigo 263-15, asignado por los autores al Barremiano cuspidal. *Cassiculosphaeridia magna* presenta su UO, al igual que *K. scrutillinum* a los 1503 mbbp, en el mismo nivel que se registra la PO de *Herendeenia postprojecta*. Sin embargo, la UO de *K. scrutillinum* y *C. magna* se sitúan generalmente por encima de la PO de *H. postprojecta*; *C. magna* en la parte más alta de la Zona *Muderongia australis* (Helby *et al.*, 1987, 2004; Oosting *et al.*, 2006) y *K. scrutillinum* en el techo de la Zona *Odontochitina operculata* (Helby *et al.*, 1987).

De esta manera, la edad relativa de la parte inferior marina del pozo MLD3, entre los 1656 y 1603 mbbp y la parte superior del intervalo marino del pozo MLD4, entre los 1575.6 y los 1559.5 mbbp, basada principalmente en la UO de *Kleithriasphaeridium fasciatum* y la PO de *Prolixosphaeridium parvispinum*, estaría restringida al inicio del Barremiano tardío o al Barremiano “medio” según Oosting *et al.* (2006). Tanto en la parte inferior del intervalo marino del pozo MLD3 como en el pozo MLD4, podría estar representada la parte superior de la Zona *Muderongia testudinaria* según el esquema de zonación de Helby *et al.* (1987, 2004). La UO de *M. testudinaria* marca el techo de la biozona homónima y si bien este taxón diagnóstico no se ha registrado en ninguna de las dos secciones, las UOs de *K. fasciatum* y *Senoniasphaera tabulata*, así como la PO de *P. parvispinum*, permitirían reconocer de manera indirecta parte de esta biozona. En Australia, la UO de *K. fasciatum* en el DSDP Testigo 263 (Oosting *et al.*, 2006), así como la PO de *P. parvispinum* (Brenner, 1992; Oosting *et al.*, 2006) y la UO de *Senoniasphaera tabulata* (Helby *et al.*, 1987) se ubican próximas al techo de la zona *M. testudinaria*. Oosting *et al.* (2006) re-interpretaron la edad de parte del esquema de zonación de Australia (Helby *et al.*, 1987, 2004) y determinaron que el techo de la zona *M. testudinaria* se extendería hasta el inicio del Barremiano tardío; originalmente se consideraba que el techo de la zona *M. testudinaria* estaba dentro del Hauteriviano (Helby *et al.*, 1987, 2004).

Por encima del nivel MLD3-1603 mbbp los depósitos serían más jóvenes que el Barremiano tardío inicial y a partir de los 1508 mbbp, las POs de *Herendeenia postprojecta* y *Odontochitina operculata* indicarían una edad Barremiana tardía. En este intervalo estaría representada la parte superior de la zona *Muderongia australis* asignada originalmente por Helby *et al.* (1987) al Hauteriviano tardío a Barremiano. En el Testigo 263-18, Oosting *et al.* (2006) documentan la PO de *H. postprojecta* en la parte inferior a media de la

Tabla 3. Cuadro de distribución de las esporas y polen más conspicuos en los pozos MLD3, ordenados por las primeras ocurrencias**Table 3.** Qualitative distribution chart of the most conspicuous spores and pollen recovered in well MLD3.

PERÍODO	CRETACICO TEMPRANO		PROFUNDIDAD (mbbp)	MUESTRAS BA Pb Pal	
	EDAD	BARREMIANO TARDIO			
BIOZONAS Helby <i>et al.</i> (1987; 2004), Oosting <i>et al.</i> (2006)	<i>Muderongia australis</i>	1439	6299		<i>Aequitriradites longispinosus</i>
		1476	6300		<i>Annulsporites baculatus</i>
		1503	6301		cf. <i>Clavatipollenites</i> spp.
		1508	6302		<i>Coronatipora</i> cf. <i>C. margosa</i>
		1511	6303		<i>Couperisporites</i> sp. A
		1519	6304		<i>Cyclusphaera</i> sp.
		1531	6305		<i>Dilwynites</i> sp.
		1541	6306		<i>Ginkgocycadophytus</i> sp.
		1551	6307		<i>Kluksporites variegatus</i>
		1571	6308		<i>Muricigulisporis annulatus</i>
	1603	6309		<i>Ruffordiaspora australiensis</i>	
	1609	6310		<i>Ruffordiaspora ludbrookiae</i>	
	1610	6311		<i>Sotasporites elegans</i>	
	<i>Muderongia testudinaria</i>				<i>Sotasporites triangularis</i>
					<i>Aequitriradites plicatus</i>
					<i>Concavissimisporites penolaensis</i>
				<i>Foveosporites canalis</i>	
				<i>Interlobites triangularis</i>	
				<i>Microfoveolatisporis</i> sp.	
?	?				<i>Ruffordiaspora ticoensis</i>
					<i>Trilobosporites apiverrucatus</i>
					<i>Aciculites</i> sp.
					<i>Cyclusphaera psilata</i>
					<i>Pilunsporites verrucatus</i>
					<i>Foveomonocolpites</i> sp.
					<i>Arecipites</i> sp.
					<i>Asteropollis</i> sp.
					<i>Ticoites gamerroi</i>
					<i>Pilunsporites muratus</i>
					<i>Cicatricosporites annulatus</i>
					<i>Cyatheacidites tectifera</i>
					<i>Cyclusphaera radiata</i>
					<i>Cicatricosporites</i> sp.2
					<i>Appendicisporites</i> sp.1
					<i>Plicatella degenerata</i>

Tabla 4. Cuadro de distribución de las esporas y polen más conspicuos en los pozos MLD4, ordenados por las primeras ocurrencias**Table 4.** Qualitative distribution chart of the most conspicuous spores and pollen recovered in well MLD4.

CRETACICO TEMPRANO			PERÍODO	
	BARREMIANO TARDIO	EDAD	BIOZONAS Helby <i>et al.</i> (1987; 2004)	
			PROFUNDIDAD (mbbp)	
			MUESTRAS BA Pb Pal	
				<i>Aequitriradites plicatus</i>
				<i>Aequitriradites spinulosus</i>
				<i>Aequitriradites verrucosus</i>
				<i>Balmeiopsis limbatus</i>
				<i>Concavissimisporites</i> spp.
				<i>Contignisporites burgueri</i>
				<i>Coronatiporites</i> sp.
				<i>Cyclusphaera</i> sp.
				<i>Interlobulites triangularis</i>
				<i>Klukisporites</i> spp.
				<i>Plicatella</i> sp.1
				<i>Ruffordiaspora ludbrookiae</i>
				<i>Trilobosporites</i> spp.
				<i>Cicatricosporites annulatus</i>
				<i>Contignisporites cooksoniae</i>
				<i>Contignisporites glebulentus</i>
				<i>Muricigulisporis annulatus</i>
				<i>Pilunsporites verrucatus</i>
				<i>Ruffordiaspora ticoensis</i>
				<i>Aciculites</i> sp.
				<i>Aequitriradites longispinulosus</i>
				<i>Aequitriradites superspinulosus</i>
				<i>Arecipites</i> sp.
				<i>Cicatricosporites cuneiformes</i>
				cf. <i>Clavatipollenites</i>
				<i>Cyclusphaera psilata</i>
				<i>Cyclusphaera radiata</i>
				<i>Foveosporites canalis</i>
				<i>Pilunsporites muratus</i>
				<i>Sotasporites triangularis</i>
				<i>Sotasporites elegans</i>
				<i>Spinizonocolpites</i> sp.
				<i>Antulsporites</i> sp.
				<i>Plicatella baqueroensis</i>
				<i>Cyatheacidites tectifera</i>

Zona *M. australis* y re-interpretan la edad de esta biozona como Barremiano tardío, extendiéndose hasta el Aptiano y conteniendo el límite Barremiano/Aptiano. Un acmé de *Ovoidinium cinctum* marca la Zona *O.* (como *Ascodinium*) *cinctum* (Helby *et al.*, 1987), cuando está presente, en la parte más alta de la Zona *M. australis*. La especie *O. cinctum* no ha sido hallada en el pozo MLD3, sin embargo, se registra la presencia de cf. *Ovoidinium* sp., probablemente morfotipos endémicos del Atlántico Sudoccidental, con su PO en el nivel 1503 mbbp (BA Pb Pal 6301). Si bien no se puede confirmar un verdadero acmé de cf. *Ovoidinium* sp., esta especie domina la asociación de quistes de dinoflagelados. Oosting *et al.* (2006) documentan la presencia en bajas proporciones, pero consistente, que marca la Subzona *O. cinctum* en el límite de las zonas *M. australis* y *O. operculata*, que habría ocurrido próximo al evento Selli, un momento de cambios biogeoquímicos importantes en el Barremiano terminal (*e.g.* Erba *et al.*, 1999; Heimhofer *et al.*, 2004).

El registro de la PO de *Herendeenia postprojecta*, la UO de *Kaiwaradinium scrutillinum* y la UO de *Cassiculosphaeridia magna* en el mismo nivel estratigráfico, en la muestra BA Pb Pal 6301, revela una limitación en la definición bioestratigráfica, según el orden estratigráfico esperable de estas especies diagnósticas. Por lo tanto, un espaciamiento suficientemente grande permite suponer que las verdaderas

UO de *K. scrutillinum* y *C. magna* podrían estar en niveles superiores, considerando que la muestra siguiente superior corresponde a los 1476 mbbp, 27 m por encima del horizonte que contiene las UO de estas dos especies diagnósticas. Por otra parte, si bien el rango estratigráfico de la mayoría de las especies halladas se extiende hasta el Aptiano, no se hallaron especies diagnósticas que indiquen el inicio del Aptiano.

Aun considerando un intervalo de tiempo no muy extendido en los pozos MLD3 y MLD4, el orden de los eventos de quistes de dinoflagelados registrado en los pozos de la plataforma argentina es similar, en términos generales, al registrado en las secuencias del oeste australiano (Helby *et al.*, 1987) y en la sección calibrada del DSDP Site 263 (Oosting *et al.*, 2006), en la costa noroeste de Australia. No obstante, *Prolixosphaeridium parvispinum* co-existe con *Kleithrisphaeridium fasciatum* en las muestras BA Pb Pal 6310 y 6309 del pozo MLD3 y BA Pb Pal 6312 del pozo MLD4, si bien con la presencia de 1 y 2 especímenes respectivamente, denotando una aparición coetánea o anterior de *P. parvispinum* con respecto a la UO de *K. fasciatum*; como ocurre por ejemplo en la sección calibrada francesa de Angles (Oosting *et al.*, 2006), donde la PO de *P. parvispinum* es anterior al UO de *K. fasciatum*. En Australia, la PO de *P. parvispinum* es posterior al UO de *K. fasciatum* y por lo tanto, los rangos no se superponen.

Figura/Figure 7. A, *Concavissimisporites* sp. BA Pb MEB 223. B, *Aequitiradites plicatus* (Archangelsky & Archangelsky). BA Pb MEB 223. C, *Klukisporites* sp. BA Pb MEB 224. D, *Pilunsporites rugulatus* Archangelsky & Archangelsky, BA Pb MEB 224. E, *Ruffordiospora ludbrookiae* (Dettmann) Dettmann & Clifford BA Pb MEB 224. F, *Cyatheacidites tectifera* Archangelsky & Gamero BA Pb MEB 211. Escalas/ Scale bars = 10 µm.

DISCUSIÓN

Hay consenso en considerar una edad Berriasiano-Valanginiano temprano para los depósitos fluviales y marinos marginales de la Formación Springhill, vinculados a una etapa extensional inicial de la Cuenca Austral, así como una edad Valanginiano tardío-Barremiano para las sucesivas secuencias marinas subsiguientes, que exhiben un marcado diacronismo, con secuencias más jóvenes hacia el borde Este de la cuenca (*e.g.* Robbiano *et al.*, 1996; Pittion & Arbe, 1999; Arbe, 2002; Schwarz *et al.*, 2011). Efectivamente, la edad barremiana tardía aquí indicada por los quistes de dinoflagelados para los depósitos marinos del pozo MLD3 y MLD4, ubicados en el borde oriental de la cuenca y acorde con este diacronismo, constituye una de las edades más modernas para la Formación Springhill, confirmada además por la presencia de angiospermas. Este hecho, marca una clara diferencia con estratos más antiguos de la misma formación, donde las angiospermas están ausentes, y puede por lo tanto llegar a tener un valor bioestratigráfico en el ámbito de la Cuenca Austral.

De acuerdo a las asociaciones de quistes de dinoflagelados, la parte marina inferior del pozo MLD3, particularmente entre los 1618 y los 1603 mbbp, correlaciona con el intervalo marino analizado en el pozo MLD4, comprendido entre los 1559 y 1575 mbbp; en los dos niveles inferiores del intervalo marino en el pozo MLD4 y por debajo de los 1618 mbbp en el pozo MLD3 se registran muy pocos quistes de dinoflagelados mal preservados o están ausentes. Estos intervalos se asignaron a una edad próxima al límite Barremiano temprano/tardío, con una antigüedad no menor al inicio del Barremiano tardío. Cabe destacar, que si bien son depósitos modernos de la Formación Springhill, estos intervalos constituyen hasta el momento, el registro más antiguo de los episodios marinos ocurridos en este sector de la Cuenca Austral.

Por encima de los 1603 mbbp en el pozo MLD3 se indica una edad barremiana tardía y en la parte superior de la sección, a partir de los 1508 mbbp, las POs de *Herendeenia postprojecta* y *Odontochitina operculata* junto al registro de un pico de cf. *Ovoidinium* sp., marcan una antigüedad no mayor al Barremiano tardío. Las asociaciones de dinoquistes en este último tramo superior del pozo MLD3 son comparables con aquellas documentadas en los pozos GIA5, GOC5 y GSJ2 (Guler *et al.*, 2002) realizados por Shell en la plataforma continental, ubicados a la altura de la ciudad de Río Gallegos, al norte de los pozos MLD3 y MLD4. Las asociaciones de quistes de dinoflagelados recuperadas en estos pozos, asignadas al intervalo Barremiano tardío-Aptiano temprano, se diferencian de las asociaciones del pozo MLD3 en que no contienen especímenes de *Cassiculosphaera magna* ni *Kaiwaradinium scrutillinum*, lo que hace suponer que podrían ser aún más jóvenes que aquellas del MLD3, posteriores a la UO de estas dos especies.

Las asociaciones de polen y esporas aquí halladas poseen muchos elementos en común con otras descriptas

para la Formación Springhill en diferentes localidades de la Cuenca Austral (Baldoni & Archangelsky, 1983; Ottone & Aguirre Urreta, 2000; Cranwell & Srivastava, 2009; Hollis *et al.*, 2009). Solamente se ha citado granos de polen de angiospermas en el estudio de Quattrocchio *et al.* (2006). La mayor parte de las especies granos de polen y esporas de la Formación Springhill se conocen también en estratos patagónicos más jóvenes, de edad aptiana (Grupo Baqueró, Llorens, 2003; Archangelsky & Archangelsky, 2013), aptiano/albiana (Medina *et al.*, 2008) o albiana (formaciones Kachaike/Piedra Clavada, Del Fuego *et al.*, 2007; Pérez Loinaze *et al.*, 2012). Otras especies, en cambio, tienen representación en unidades más antiguas, aunque no de esta cuenca, dado que la base de los perfiles está trunca, apoyando directamente en el basamento volcánico jurásico (Complejo el Quemado).

Los granos de polen de angiospermas hallado en los pozos MLD3 y MLD4 (ver Tablas 3 y 4, columnas verticales grisadas), entre los que se destacan *Asteropollis*, cf. *Clavatipollenites*, *Arecipites*, *Spinizonocolpites* y *Foveomonocolpites*, constituye la aparición más antigua en este sector de la Cuenca Austral. De acuerdo a nuestros estudios y considerando la bioestratigrafía propuesta sobre la base de los quistes de dinoflagelados, las primeras ocurrencias de angiospermas en este sector de la cuenca se registran en niveles no más jóvenes que la base del Barremiano superior. La presencia de granos de polen tricolpados ha sido reportada previamente en la misma unidad formacional, en perforaciones ubicadas hacia el sur, en Tierra del Fuego (Quattrocchio *et al.*, 2006). En estas perforaciones dichos autores mencionan la presencia de granos de cf. *Clavatipollenites*, *Asteropollis*, *Retiacolpites* y también de granos tricolpados (citados aunque no ilustrados). En la biozona *Antulsporites/Clavatipollenites* establecida por Archangelsky *et al.* (1984) para pozos del SW de Chubut y NW de Santa Cruz (Cuenca Golfo San Jorge), datada en el Barremiano y/o Aptiano temprano se hallaron granos de polen de angiospermas, aunque no tricolpados. Esta ausencia merece un estudio más detallado dado que en general, la aparición de granos de polen tricolpados se habría producido en el límite Barremiano/Aptiano o Aptiano temprano (Doyle, 1992; Hughes, 1994; Friis *et al.*, 2011; entre otros).

Por otra parte, es evidente que las oscilaciones de los avances y retrocesos del mar en este sector de la cuenca (Robbiano *et al.*, 1996; Arbe, 2002; Archangelsky & Archangelsky, 2002, entre otros) habrían facilitado el establecimiento de una amplia gama de paleoambientes costeros, propicios para el desarrollo de comunidades vegetales, entre las cuales ya estaban presentes las Monocotiledóneas y Eudicotiledóneas. La presencia de palmeras (*Spinizonocolpites*, *Arecipites* spp.) agrega información adicional sobre las condiciones climáticas cálidas y húmedas que imperaron a la sazón en Patagonia (Martínez *et al.*, 2013). En estos paleoambientes aparecieron las primeras eudicotiledóneas australes (*Tricolpites* sp.), hecho que se produjo durante una etapa crítica de la configuración inicial del continente sudamericano.

CONCLUSIONES

Los quistes de dinoflagelados de pared orgánica mostraron muy buena resolución bioestratigráfica en los pozos MLD3 y MLD4 ubicados en la plataforma continental, en el borde oriental de la cuenca Austral. Las POs de *Prolixosphaeridium parvispinum*, *Herendeenia posprojecta*, *Odontochitina operculata* y *Phoberocysta neocomica* así como las UOs de *Kleithriasphaeridium fasciatum*, *Phoberocysta neocomia*, *Kaiwaradinium scrutillinum* y *Cassiculosphaeridia magna* constituyen los eventos bioestratigráficos de quistes de dinoflagelados más relevantes en los pozos analizados.

Se estableció un intervalo Barremiano superior para los depósitos marinos de la Formación Springhill, con una parte basal en el pozo MLD3 y todo el intervalo marino del pozo MLD4 restringidos al entorno del límite Barremiano inferior/superior, que no se extenderían por encima de la base del Barremiano superior. En este intervalo basal se determinó la presencia las primeras angiospermas en este sector de la Cuenca Austral. La parte superior del pozo MLD3 es portadora de asociaciones de quistes de dinoflagelados típicas del Barremiano superior alto y, si bien podría extenderse al Aptiano inferior, no hay indicadores que lo confirmen.

Tanto en las asociaciones de origen marino como en las de origen terrestre se puede establecer una correlación entre los pozos MLD-3 y MLD-4, estableciendo el nivel donde se inicia la ingresión marina como capa sincrónica.

El avance del mar habría creado condiciones especiales para el desarrollo de comunidades vegetales específicas. La presencia de palmeras y otras angiospermas sugiere paleoambientes mixtos y oscilantes que potenciaron el desarrollo de las primitivas plantas con flor. Estas condiciones favorables persistieron en la Cuenca Austral durante el Aptiano y Albiano, tal como lo atestiguan recientes estudios palinológicos del Grupo Baqueró y de las formaciones Río Mayer y Piedra Clavada/Kachaike.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a O. Cárdenas por la preparación del material estudiado y a F. Tricárico por las fotografías efectuadas con MEB. A R. Guerstein y M. Arai cuyos comentarios mejoraron considerablemente este trabajo. El presente trabajo es una contribución a los proyectos BID-CONICET, PICT 433/2007, 2012/528 y PIP-CONICET 02047. A Shell Hydrocarbons agradecemos por las muestras cedidas oportunamente para su estudio.

REFERENCIAS

- Arbe, H. A. 2002. Análisis estratigráfico del Cretácico de la cuenca Austral. In: CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO, 15, 2002. *Relatorio*, Calafate, p. 103-128.
- Archangelsky, S. & Archangelsky, A. 2002. Palinología estadística en el Cretácico de la Cuenca Austral, Plataforma Continental Argentina. I. Seis perforaciones del área de Magallanes. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia*, **4**:25-34.
- Archangelsky, S. & Archangelsky, A. 2013. Aptian Angiosperm pollen from the Tico Flora, Patagonia, Argentina. *International Journal of Plant Sciences*, **174**:559-571. doi: 10.1086/668693
- Archangelsky, S.; Baldoni, A.; Gamero, J.C. & Seiler, J. 1984. Palinología estratigráfica del Cretácico de Argentina Austral. III. Distribución de las especies y conclusiones. *Ameghiniana*, **21**:15-33.
- Baldoni, A.M. & Archangelsky, S. 1983. Palinología de la Formación Springhill (Cretácico Inferior), subsuelo de Argentina y Chile Austral. *Revista Española de Micropaleontología*, **15**:47-101.
- Biddle, K.; Uliana, M.; Mitchum Jr., R.; Fitzgerald, M. & Wright, R. 1986. The stratigraphic and structural evolution of central and eastern Magallanes Basin, Southern America. In: P. Allen & P. Homewood (eds.) *Foreland Basins*, Blackwell, p. 41-61.
- Brenner, W. 1992. Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Lower Cretaceous sequences at Sites 762 and 763, Exmouth Plateau, northwest Australia. *Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results*, **122**:511-228.
- Cornú, P. 1986. *Étude palynologique de la Formation Springhill (Crétacé Inférieur d'Argentine Australe)*. *Palynostratigraphie, paléogéographie et paléoécologie*. Université de Bordeaux I, Thèse 3^e cycle, 127 p.
- Cranwell, L.M. & Srivastava, S.K. 2009. An Early Cretaceous (Hauterivian) spore-pollen assemblage from Southern Chile. *Palynology*, **33**:241-280. doi: 10.2113/gspalynol.33.1.241
- De Renéville, P. & Raynaud, J.F. 1981. Palynologie du stratotype du Barrémien. *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf Aquitaine*, **5**:1-29.
- Del Fueyo, G.M.; Villar de Seoane, L.; Archangelsky, A.; Guler, V.; Llorens, M.; Archangelsky, S.; Gamero, J.C.; Musacchio, J.C.; Passalía, M. & Barreda, V.D. 2007. *Biodiversidad de las paleofloras de Patagonia Austral durante el Cretácico Inferior*. Buenos Aires, Asociación Paleontológica Argentina, Ameghiniana 50th Aniversario, p. 101-122 (Publicación Especial 11).
- Doyle, J.A. 1992. Revised palynological correlations of the lower Potomac Group (USA) and the Cocobeach sequence of Gabon (Barremian-Aptian). *Cretaceous Research*, **13**:337-349. doi: 10.1016/0195-6671(92)90039-S
- Erba, E.; Channell, J.E.T.; Claps, M.; Jones, C.; Larson, R.; Opdyke, B.; Premoli Silva, I.; Riva, A.; Salvini, G. & Toricelli, S. 1999. Integrated stratigraphy of the Cismon Apticore (Southern Alps, Italy): a "reference section" for the Barremian-Aptian interval at low latitudes. *Journal of Foraminiferal Research*, **29**:371-391.
- Fensome, R.A. & Williams, G.L. 2004. *The Lentin and Williams Index of fossil dinoflagellates*. Pittsburgh, American Association of Stratigraphic Palynologists, 909 p. (Contributions Series 42).
- Friis, E.M.; Crane, P.R. & Pedersen, K.R. 2011. *Early flowers and angiosperm evolution*. Cambridge, Cambridge University Press, 585 p.
- Gradstein, F.M.; Ogg, J.G.; Schmitz, M.D. & Ogg, G.M. 2012. *The Geologic Time Scale 2012*. Boston, Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-444-59425-9.00004-4.
- Guler, M.V.; Guerstein, G.R. & Archangelsky, S. 2002. Quistes de dinoflagelados del Cretácico inferior de la plataforma continental argentina: resultados bioestratigráficos. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, **5**:225-233.
- Heimhofer, U.; Weissert, H.; Hochuli, P.A.; Herrle, J.O. & Andersen, N. 2004. Absence of major vegetation and palaeoatmospheric pCO₂ changes associated with oceanic event 1a (Early Aptian, SE France). *Earth and Planetary Science Letters*, **223**:303-318. doi: 10.1016/j.epsl.2004.04.037

- Helby, R. & McMinn, A. 1992. A preliminary report of Early Cretaceous dinocyst floras from Site 765, Argo Abyssal Plain, Northwest Australia. *Proceedings of the Ocean Drilling Program*, **123**:407-420.
- Helby, R.; Morgan, R. & Partridge, A. D. 1987. A palynological zonation of Australian Mesozoic. *Memoirs of the Association of Australian Palaeontologists*, **4**:1-94.
- Helby, R.; Morgan, R. & Partridge, A.D. 2004. *Updated Jurassic-Early Cretaceous dinocyst zonation NWS Australia*. Geoscience Australia Publication (Chart). Available at http://www.ga.gov.au/metadata-gateway/metadata/record/gcat_61127; accessed on 12/08/2015.
- Hollis, C.; Archangelsky, S. & Cárdenas, O. 2009. Early Cretaceous radiolarians from southernmost Patagonia, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, **11**:33-37.
- Hughes, N.F. 1994. *The enigma of Angiosperm origin*. Cambridge, Cambridge University Press, 303 p.
- Leereveld, H. 1997. Hauterivian-Barremian (Lower Cretaceous) dinoflagellate cyst stratigraphy of the western Mediterranean. *Cretaceous Research*, **18**:421-456. doi: 10.1006/cres.1997.0071
- Llorens, M. 2003. Granos de polen de angiospermas de la Formación Punta del Barco (Aptiano), provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, **5**:235-240.
- Martínez, L.C.A.; Archangelsky, S. & Prámparo, M.B. 2013. Granos de polen afines a palmeras en el Cretácico Inferior de la Cuenca Austral de Patagonia, Argentina. In: REUNIÓN ANNUAL DE COMUNICACIONES DE LA ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ARGENTINA, 25, 2011. *Resúmenes*, Buenos Aires, p.41.
- Medina, F.S.; Archangelsky, S.; Guler, V.; Archangelsky, A. & Cárdenas, O. 2008. Estudio bioestratigráfico integrado del perfil La Horqueta (límite Aptiano-Albiano), Lago Cardiel, Patagonia, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, **10**:273-289.
- Oosting, A.M.; Leereveld, H.; Dickens, G.R.; Henderson, R.A. & Brinkhuis, H. 2006. Correlation of Barremian-Aptian (mid-Cretaceous) dinoflagellate cyst assemblages between the Tethyan and Austral realms. *Cretaceous Research*, **27**:792-813. doi: 10.1016/j.cretres.2006.03.012
- Ottone, E.G. & Aguirre-Urreta, M.B. 2000. Palinomorfos cretácicos de la Formación Springhill en Estancia El Salitral, Patagonia Austral. *Ameghiniana*, **37**:379-382.
- Pérez Loinaze, V.S.; Archangelsky, S. & Cladera, G. 2011. Palynostratigraphic study of the Early Cretaceous Río Mayer and Kachaike formations at the Quebrada El Moro Section, Austral Basin, southwestern Argentina. *Cretaceous Research*, **34**:161-171. doi: 10.1016/j.cretres.2011.10.015
- Pittion, J.L. & Arbe, H.A. 1999. Sistema petrolero de la Cuenca Austral. In: CONGRESO DE EXPLORACION Y DESARROLLO DE HIDROCARBUROS, 4, 1999. *Relatorio*, Mar del Plata, p. 239-250.
- Quattrocchio, M.E.; Martínez, M.A.; Carpinelli Pavisich, A. & Volkheimer, W. 2006. Early Cretaceous palynostratigraphy, palynofacies and palaeoenvironments of well sections in northeastern Tierra del Fuego. *Cretaceous Research*, **27**:584-602. doi: 10.1016/j.cretres.2005.11.012
- Robbiano, J.A.; Arbe, H.A. & Gangui, A. 1996. Cuenca Austral marina. In: CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO, 3, 1996. *Relatorio*, Buenos Aires, p. 323-341.
- Schwarz, E.; Veiga, G.D.; Spalletti, L.A. & Massaferro, J.L. 2011. The transgressive infill of an inherited-valley system: the Springhill Formation (Lower Cretaceous) in southern Austral Basin, Argentina. *Marine and Petroleum Geology*, **28**:1218-1241. doi: 10.1016/j.marpetgeo.2010.11.003
- Stover, L.E. & Helby, R. 1987a. Early Cretaceous dinoflagellates from the Vick-1 well, offshore Western Australia. In: P.A. Jell (ed.) *Studies in Australian Mesozoic Palynology*, Association of Australian Palaeontologists, p. 227-260 (Memoirs 4).
- Stover, L.E. & Helby, R. 1987b. Some Early Cretaceous dinoflagellates from the Houtman-1 well, Western Australia. In: P.A. Jell (ed.) *Studies in Australian Mesozoic Palynology*, Association of Australian Palaeontologists, p. 261-295 (Memoirs 4).
- Wiseman, J.F. & Williams, A.J. 1974. Palynological investigations of samples from Sites 259, 261, and 263, Leg 27, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **27**:915-924.

Received in October, 2014; accepted in June, 2015.

Apéndice 1. Lista taxonómica de las especies de quistes de dinoflagelados identificadas en los pozos MLD-3 y MLD-4, las referencias corresponden a Fensome & Williams (2004). Entre paréntesis está indicada la ocurrencia correspondiente en los pozos MLD-3 (3) y MLD-4 (4).

Appendix 1. Taxonomic list of the dinoflagellate cyst species identified in the MLD-3 and MLD-4 wells, the references correspond to Fensome & Williams (2004). In brackets, it is indicated the occurrence of the species in the respective wells MLD-3 (3) and MLD-4 (4).

Achomosphaera neptunii, (Eisenack, 1958) Davey & Williams 1966 (3, 4)
Apteodinium granulatum (Eisenack, 1958) Lucas-Clark, 1987 (3, 4) (Figura 5E)
A. maculatum Eisenack & Cookson, 1960 (3)
A. spp. (3, 4)
Aprobolocysta sp. (3)
Aprobolocysta sp. cf. *A. alata* Backhouse, 1987 (3) (Figura 5D)
Batioladinium micropodum (Eisenack & Cookson, 1960) Brideaux, 1975 (3) (Figura 5I)
B. jaegeri (Alberti, 1961) Brideaux, 1975 (3)
Batiacasphaera asperata Backhouse, 1987 (3)
B. sp. cf. B. subtilis Stover & Helby, 1987 (3)
B. spp. (3, 4)
Belodinium dysculum Cookson & Eisenack, 1960 (3)
Canninginopsis sp. (3)
Cassiculosphaeridia magna Davey, 1974 (3, 4) (Figuras 3J-K)
C. pygmaea Stevens, 1987 (3, 4)
C. sp. (3, 4)
Cerbia tabulata (Davey & Verdier, 1974) Below, 1981 (3)
C. cf. C. tabulata (Davey & Verdier, 1974) Below, 1981 (3)
Cernicysta helby (Morgan, 1980) Stover & Helby, 1987 (3)
Coronifera oceanic Cookson & Eisenack, 1958 (3) (Figura 3L)
Circulodinium brevispinosum (Pocock, 1962) Jansonius, 1986 (3)
C. distinctum (Deflandre & Cookson, 1955) Jansonius, 1986 (3, 4)
Cometodinium sp. (3, 4)
Cribroperidinium ?muderongense (Cookson & Eisenack, 1958) Davey, 1969 (3, 4) (Figuras 5A,B)
C. spp. (3, 4)
Dapsilodinium wareni (Habib, 1976) Lentin & Williams, 1981 (3)
Dingodinium cerviculum Cookson & Eisenack, 1958 emend. Khowaja-Ateequzzaman, 1990 (3,4) (Figuras 3A,B)
Exochosphaeridium phragmites Davey *et al.*, 1966 (3, 4)
E. robustum Blackhouse, 1988 (3, 4)
E. spp. (3, 4)
Florentinia spp. (3, 4)
Gonyaulacysta spp. (3, 4)
Herendeenia postprojecta Stover & Helby, 1987 (3) (Figuras 4G,H)
Hystriodinium pulchrum Deflandre, 1935 (3, 4) (Figura 5F)
Impagidinium spp. (3, 4)
Impletosphaeridium sp. (3, 4)
Kaiwaradinium scrutillium Backhouse, 1987 (3, 4) (Figura 5C)
Kiokansum unituberculatum (Tasch, 1964) Stover & Evitt, 1978 (3, 4)
Kleithriasphaeridium fasciatum (Davey *et al.*, 1966) Davey, 1974 (3, 4) (Figuras 3D-F)
Meiourogonyaualax stoveri Millioud, 1969 (3, 4)
M. sp. (3, 4)
Muderongia australis Helby, 1987 (3) (Figura 4D)
M. tetracantha (Gocht) Alberti, 1961 (3)
M. spp. (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt, 1978 (3, 4)
M. sp. cf. M. staurota Sarjeant 1966 emend. Monteil 1991 (3)
Odontochitina imparilis (Duxbury, 1980) Bint, 1986 (3) (Figura 5H)
O. operculata (Wetzel, 1933) Deflandre & Cookson, 1955 (3) (Figura 5G)
Oligosphaeridium complex (White, 1842) Davey & Williams, 1966 (3, 4) (Figura 3C)
O. poculum Jain, 1977 (3, 4)
O. pulcherrimum (Deflandre & Cookson, 1955) Davey & Williams, 1966 (3)
O. sp. cf. O. pulcherrimum (Deflandre & Cookson, 1955) Davey & Williams, 1966 (3)
O. sp. cf. O. dividuum Williams, 1978 (3)
O. spp. (3, 4)
cf. Ovoidinium sp. (3) (Figuras 4A-C)
Pareodinia spp. (3, 4)
Phoberocysta neocomica (Gocht, 1957) Millioud, 1969 (3, 4) (Figura 4I)
P. sp. (3, 4)
Prolixosphaeridium parvispinum (Deflandre, 1937) Davey *et al.*, 1969 (3, 4) (Figuras 3E-F)
P. sp. (3)
Senoniasphaera tabulata Backhouse & Helby, in Helby, 1987 (3)
Sepispinula ?ambigua (Deflandre, 1937) Masure, in Fauconner & Masure, 2004 (3, 4)
Spiniferites spp. (3, 4)
Systematophora areolata Davey, 1979 (3, 4) (Figuras 3G,H)
Tanyosphaeridium variecalamus Davey & Williams, 1966 (3)
T. sp. cf. T. salpnix Norvick, 1976 (3)
T. spp. (3)
Tehamadinium spp. (3, 4)
Tenua hystrix Eisenack, 1958 emend. Sarjeant, 1985 (3, 4) (Figura 3I)

Otras algas marinas de pared orgánica

Cymatiosphaera sp.

Pterospermella sp.

Apéndice 2. Taxones de granos de polen, esporas y algas de agua dulce reconocidos en las perforaciones MLD-3 y MLD-4. Entre paréntesis está indicada la ocurrencia correspondiente en los pozos MLD-3 (3) y MLD-4 (4).

Appendix 2. Taxonomic list of the pollen grains, spores and freshwater algae taxa recognized in the MLD-3 and MLD-4 wells. In brackets, it is indicated the occurrence of the taxa in the respective wells MLD-3 (3) and MLD-4 (4).

ALGAS

Schizosporis reticulatus Cookson & Dettmann, 1955 (3)

BRYOPHYTA/PTERIDOPHYTA

Aciculites sp. (3,4) (Figura 6H)

Aequitriradites longispinosus Archangelsky & Archangelsky, 2005 (3,4)

A. plicatus Archangelsky & Archangelsky, 2005 (3,4) (Figura 7B)

A. spinulosus (Cookson & Dettmann, 1958) Cookson & Dettmann, 1961 (3,4)

A. superspinulosus Archangelsky & Archangelsky, 2005 (3,4) (Figura 6C)

A. verrucosus (Cookson & Dettmann, 1958) Cookson & Dettmann, 1961 (3,4)

Antulsporites baculatus Archangelsky & Gamero, 1966 (3)

Auritulina sp. (3)

Appendicisporites sp.1 (in Archangelsky & Archangelsky, 2010) (3)

Baculatisporites comaensis (Cookson, 1953) Potonié, 1956 (3)

Biretisporites cf. *B. potoniei* Delcourt & Sprumont, 1955 (3)

Ceratisporites equalis Cookson & Dettmann, 1958 (3,4)

Cicatricosisporites annulatus Archangelsky & Gamero, 1965 (3,4)

C. cuneiformis Pocock, 1964 (3,4)

C. sp. 2 (in Archangelsky & Archangelsky, 2010) (3)

Concavissimisporites apiverrucatus (Figura 7D) (Couper, 1958) Döring, 1965 (3)

C. spp. (3,4) (Figura 7A)

Contignisporites burgeri Filatoff & Price, 1988 (4)

C. cooksonae (Balme, 1957) Dettmann, 1963 (4)

C. glebulentus Dettmann, 1963 (3,4)

Couperisporites sp. A (in Archangelsky & Archangelsky, 2005) (3)

Crybelosporites berberoides Burger, 1976 (3)

Cyatheacidites tectifera Archangelsky & Gamero, 1965 (3,4) (Figura 7F)

Densosporites velatus Weyland & Krieger, 1953 *emend* Krasnova, 1961(3)

Foveosporites canalis Balme, 1957 (3,4) (Figura 6B)

Gleicheniidites senonicus Ross, 1949 (3,4)

Interulobites triangularis (Brenner, 1963) Phillips & Felix, 1972 (3,4)

Klukisporites variegatus Couper, 1958 (3)

K. sp. (3,4) (Figura 7C)

Microfoveolatisporis sp. (3)

Muricingulisporis annulatus Archangelsky & Gamero, 1966 (3,4)

Ornamentifera cf. *O. minima* Burger (3)

O. sp. (3,4)

Osmundacidites wellmanii Couper, 1953 (3,4)

Pilunsporites muratus Archangelsky & Archangelsky, 2006 (3,4) (Figura 6A)

P. rugulatus Archangelsky & Archangelsky, 2006 (4) (Figura 7D)

P. verrucatus Archangelsky & Archangelsky, 2006 (3,4)

Plicatella baqueroensis (Archangelsky & Gamero, 1966) Davies, 1985 (4)

P. cf. P. degenerata (Thiergart, 1953) Davies, 1985 (3)

P. sp. 1 (in Archangelsky & Archangelsky, 2010) (4)

Ruffordiaspora australiensis (Cookson, 1953) Dettmann & Clifford, 1992 (3,4)

Ruffordiaspora ludbrookiae (Dettmann, 1963) Dettmann & Clifford, 1992 (3,4) (Figura 7E)

Ruffordiaspora ticoensis (Archangelsky & Gamero, 1966) Archangelsky *et al.*, 2008 (3,4)

Sotasporites elegans Archangelsky & Archangelsky, 2006 (3,4)

S. triangularis Archangelsky & Archangelsky, 2006 (3,4)

Staplinisporites caminus (Balme, 1957) Pocock, 1962 (3)

Trilobosporites apiverrucatus Couper, 1958 (3)

Trilobosporites sp. (4)

GYMNOSPERMAE

Arauciacites australis Cookson, 1947 (3,4)

Balmeiopsis limbatus (Balme, 1957) Archangelsky, 1971 (3,4)

Callialasporites spp. (3,4)

Classopollis sp. (3,4)

Cycadopites spp. (3,4)

Cyclusphaera psilata Volkheimer & Sepúlveda, 1976 (3,4)

Cyclusphaera radiata Archangelsky in Archangelsky *et al.*, 1983 (3,4)

Cyclusphaera sp. (3,4) (Figura 6E)

Dilwynites sp. (3) (Figura 6D)

Ginkgocycadophytus sp. (3)

Microcachrydites sp. (3,4)

Podocarpidites sp. (3,4)

Ticoites gameroi Villar de Seoane & Archangelsky, 2014 (*in press*)

Trichotomosulcites microsaccatus (Couper, 1953) Schrank, 2010 (3)

Vitreisporites pallidus (Reissinger) Nilsson, 1958 (3,4)

ANGIOSPERMAE

Arecipites sp. (3,4) (Figura 6I)

Asteropollis sp. (3) (Figura 6J)

cf. *Clavatipollenites* spp. (3,4) (Figura 6K)

Foveomonocolpites sp. (3) (Figura 6G)

Spinizonocolpites sp. (4) (Figura 6F)

Tricolpites sp. (3) (Figura 6L)