

ESTUDIO PALINOLÓGICO DE LA FORMACIÓN PUNTA DEL BARCO (APTIANO) DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ, ARGENTINA: GRANOS DE POLEN DE GIMNOSPERMAS Y CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA



MAGDALENA LLORENS

Comisión Nacional de Energía Atómica, Regional Patagonia, 26 de Noviembre s/nº, 9100 Trelew, Argentina. mllorens@conicet.gov.ar

Resumen: Esta contribución completa la investigación palinológica de la Formación Punta del Barco (Grupo Baqueró) con el análisis del polen de gimnospermas, incluyendo una nueva especie *-Microcachryidites cesariae-*, y aporta un análisis integral de su flora. Esta tafocenosis constituye un interesante ejemplo de los disturbios provocados en las biotas por los eventos volcánicos imperantes en Patagonia durante el Aptiano. Mediante la integración de datos megafiorísticos, litológicos y palinológicos se interpreta como un bosque abierto, que perdió paulatinamente su estrato arbóreo luego de los sucesivos episodios de caída de ceniza volcánica, con la consecuente disminución progresiva de la diversidad taxonómica. Las asociaciones polínicas permiten reconocer a los helechos de la Familia Gleicheniaceae como un componente dominante de esta flora aptiana, por ser altamente resistentes al fuerte estrés ambiental. Las angiospermas primitivas y licofitas también se desarrollaron de manera exitosa en ese contexto, por estar vinculadas a cuerpos de agua dulce. En cambio, las gimnospermas fueron el grupo vegetal más vulnerable al estrés ambiental provocado por las erupciones volcánicas. Entre ellas, las familias Araucariaceae y Podocarpaceae son los elementos más resistentes, y únicas coníferas -junto con Cupressaceae- que habitan los bosques andino-patagónicos en la actualidad. Por el contrario, las Cheirolepidiaceae, Pteridospermales y Bennettitales fueron las más afectadas, y aunque se restablecieron a partir del Albiano, desaparecen más tarde de manera definitiva.

Palabras clave. Palinología. Estrés ambiental. Grupo Baqueró. Cretácico Inferior. Provincia de Santa Cruz. Argentina

Abstract. PALYNOLOGICAL STUDY OF THE PUNTA DEL BARCO FORMATION (APTIAN), SANTA CRUZ PROVINCE, ARGENTINA: GYMNOSPERM POLLEN GRAINS AND CHARACTERIZATION OF THE FLORA. This contribution completes the palynological investigation of the Punta del Barco Formation (Baqueró Group) with gymnosperm pollen analysis, including a new species- *Microcachryidites cesariae*-, and provides a comprehensive analysis of the flora. This taphocenosis is an interesting example of the biota disturbances by volcanic events prevailing in Patagonia during the Aptian. Through the integration of megafioristic, lithological and palynological data an open forest is interpreted, which gradually lost its tree layer after successive episodes of volcanic ash fall, with the consequent progressive decrease in taxonomic diversity. The palynological assemblage allows recognizing the fern family Gleicheniaceae as a dominant component of this Aptian flora, being highly resistant to strong environmental stress. Primitive angiosperms and lycophytes also developed successfully in this context, being linked to freshwater bodies. In contrast, gymnosperms were the most vulnerable group to environmental stress caused by volcanic eruptions. Among them, the Araucariaceae and Podocarpaceae families are the most resistant and the only conifers -with Cupressaceae- inhabiting Andean-Patagonian forests today. In contrast, Cheirolepidiaceae, Pteridospermales and Bennettitales were most affected, and although restored from Albian, they became extinct later.

Key words. Palynology. Environmental stress. Baqueró Group. Lower Cretaceous. Santa Cruz Province. Argentina

LAS gimnospermas fueron el componente más importante de las floras gondwánicas mesozoicas y en particular, la porción austral de ese paleocontinente, ha sido el escenario de un cambio en la composición florística entre las comunidades jurásicas y cretácicas. Durante el Jurásico las coníferas eran el grupo dominante y en algunos casos componentes casi exclusivos del dosel arbóreo de los bosques. Dentro de este grupo, las familias Araucariaceae, Podocarpaceae y Cheirolepidiaceae, fueron las mejor representadas (Hill *et al.*, 1999; Quattrocchio *et al.*, 2007) y esta situación se mantuvo en Patagonia hasta comienzos del Cretácico (Del

Fueyo *et al.*, 2007). En ese contexto, la Familia Cheirolepidiaceae ha sido muy abundante desde el Jurásico, pero hacia fines del Cretácico se extingue por completo. Las Podocarpaceae y Araucariaceae, en cambio, persisten hasta el presente tanto en los bosques subantárticos como en las selvas de las provincias fitogeográficas Paranaense y Yungas, del Dominio Amazónico. Otros taxones gimnospermicos que hasta ese momento habían sido componentes comunes de las floras, como el caso de las Pteridospermales y Bennettitales, declinan concomitantemente con la aparición de las angiospermas (Crane y Lidgard, 1990) y se extinguen hacia

fin del Cretácico. No obstante, en los últimos años se ha planteado la posibilidad de que estos grupos hayan sobrevivido en refugios hasta el Eoceno temprano, en el caso de las Pteridospermales (McLoughlin *et al.*, 2008), y hasta el Oligoceno las Bennettitales (McLoughlin *et al.*, 2011). Las Ginkgoales, por su parte, tuvieron un comportamiento semejante, pero en este caso se mantuvieron como un relicto hasta nuestros días.

De manera simultánea a estos cambios, en la composición de las asociaciones gimnospermas, se originan las angiospermas durante el Barremiano-Aptiano. Su rápida diversificación las convirtió en elementos dominantes de las floras de fines del Cretácico, estableciéndose así una nueva fisonomía en las comunidades vegetales.

El Grupo Baqueró (ex Formación Baqueró, Archangelsky, 1967) constituye una interesante fuente de información acerca de los cambios en la vegetación del Cretácico Inferior en el sector austral de Sudamérica, ya que el conocimiento de su flora es amplio e incluye una de las asociaciones vegetales eocretácicas más completas y mejor preservadas conocidas del mundo.

Los numerosos estudios florísticos del grupo fueron realizados desde principios del siglo XX, y en su gran mayoría se refieren a los estratos basales (actual Formación Anfiteatro de Ticó), siendo sus palinofloras ampliamente conocidas (ver síntesis en Archangelsky, 2003). Por el contrario, el estudio palinológico de la Formación Punta del Barco (unidad cuspidal del Grupo Baqueró) es más reciente y cuenta con contribuciones iniciales sobre los granos de polen con afinidad angiospérmica y los restos de algas continentales (Llorens, 2003, 2005; Llorens *et al.*, 2003). Más recientemente, Llorens y Morbelli (2006) reportaron la presencia de megasporas. Finalmente, Llorens (2008 a, b) describió las especies de esporas monoletes y triletes, con inferencias paleoecológicas para esa asociación (Llorens, 2008b). Por lo tanto, las asociaciones palinológicas recuperadas de la Formación Punta del Barco son importantes por brindar la posibilidad de completar un análisis integral de la flora baqueroense.

En cuanto a la edad de esta taoflora, la Formación Punta del Barco ha sido asignada al Aptiano inferior, en base a dataciones absolutas realizadas por Corbella (2001, 2006), aunque con cierto grado de incertidumbre en los resultados obtenidos. Archangelsky (2001) en cambio, consideró la posibilidad de una edad aptiana tardía o albiana temprana, basado en las diferencias existentes con las asociaciones florísticas de la unidad basal del grupo. Una reciente datación de 114.67 ± 0.18 Ma, obtenida con el método $^{206}\text{Pb}/\text{U}^{238}$,

confirma una edad aptiana tardía para los depósitos de la Formación Punta del Barco (Césari *et al.*, 2011).

El objetivo de la presente contribución es completar el estudio sistemático de las especies palinológicas halladas en la Formación Punta del Barco, abordando el tratamiento de los granos de polen de afinidad gimnospérmica y comparar su registro polínico con el megafiorístico, con el fin de describir de manera completa la asociación de gimnospermas de la formación. Se presenta además una integración de todos los datos de micro y megafiora de la unidad, para lograr una caracterización de esta comunidad vegetal aptiana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras estudiadas proceden del extremo sureste de la Meseta de Baqueró, conocido como Punta del Barco, en el Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz (ver mapa de ubicación en Llorens, 2008a). En el área se levantaron dos perfiles en ambos flancos del afloramiento que se refieren como **PBN**, Punta del Barco Norte y **PBS**, Punta del Barco Sur (Fig. 1). La ubicación de los niveles fosilíferos (**NF**) resulta de la correlación de los perfiles estratigráficos sobre la base, en primer lugar, del contacto erosivo de la unidad con las infrayacentes formaciones Anfiteatro de Ticó y Bajo Tigre. La disposición prácticamente horizontal de los estratos de la Formación Punta del Barco favorece utilizar, como uno de los niveles guía de correlación, un banco de toba de aproximadamente 80 cm de espesor. Ese estrato tobáceo es portador de abundantes restos megafiorísticos que incluyen frondes de *Gleichenites*, ramas de *Araucaria* y hojas de *Taeniopteris* que fueran analizados en detalle por Archangelsky *et al.* (1995), Cladera y Cúneo (2002) y Del Fueyo y Archangelsky (2002).

Las 19 muestras colectadas que brindaron material palinológico fueron procesadas de acuerdo a las técnicas detalladas en Llorens (2008a) para la extracción de palinomorfos. Para las medidas se utilizaron los parámetros establecidos por Romero (1977). Las observaciones del material palinológico se realizaron con un microscopio Nikon Eclipse E200, ubicado en la Regional Patagonia de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Las fotomicrografías se tomaron con el microscopio Zeiss Axioskop 2, propiedad de la Dra. A. Archangelsky y las coordenadas de los ejemplares aquí ilustrados corresponden a la reglilla England Finder. Las ilustraciones de microscopio electrónico de barrido se obtuvieron en el Instituto Botánico Darwinion de Buenos Aires, con un microscopio ZEISS 940A.

Las características litológicas y el ambiente de deposición de esta unidad geológica no han favorecido la preservación de las asociaciones palinológicas, las que a su vez se caracterizan por una baja concentración de ejemplares. Por lo tanto, se realizó un recuento con fines estadísticos en las únicas dos muestras estudiadas que permitieron obtener un N significativo (300 y 323 ejemplares), con el propósito de sugerir la composición de la vegetación en dichos niveles estratigráficos sobre la base de la afinidad botánica de las especies identificadas.

El repositorio del material palinológico se encuentra en la Colección Palinológica de la División Paleobotánica del MACN, Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, bajo la sigla BA Pal N° 5500 al 5504, 5550 al 5577 y BA Pb MEB 260 y en la colección del Museo Paleontológico Egidio Feruglio: MPEF PA 51a-g; 55a-b; 60 a-b; 62; 63 a-b; 65 a-b, 66 a-b y 69.

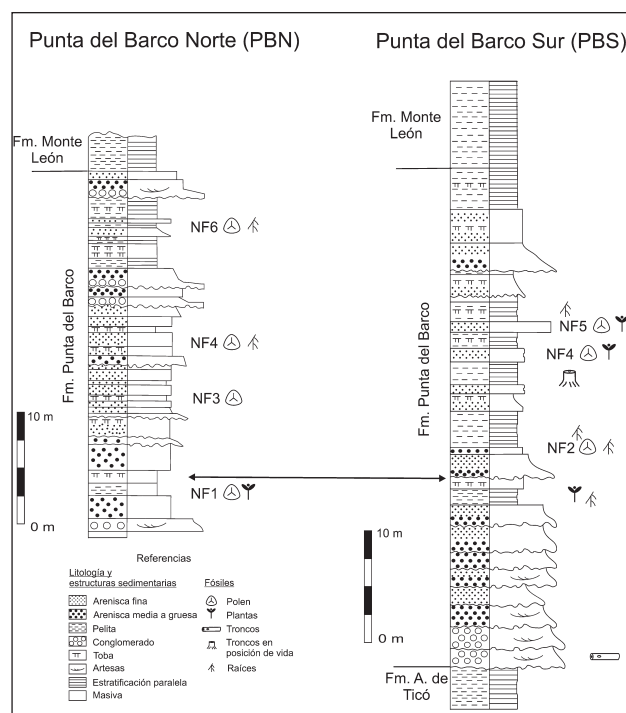


Figura 1. Perfil estratigráfico de las localidades PBN y PBS, con la ubicación de los niveles fosilíferos/ *Stratigraphic section at PBN and PBS, with the location of the fossiliferous levels.* Modificado de Llorens (2008a)/ *Modified from Llorens (2008a).*

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Se reportan por primera vez, para la Formación Punta del Barco, las especies de granos de polen con afinidad gimnospérmica, evitando descripciones en aquellas ya muy conocidas en la literatura. Estas últimas se presentan en forma de nómima al inicio, seguidas por aquellas a las que se ha introducido algún comentario y/o descripción.

Araucariacites australis Cookson ex Couper 1953 (Fig. 2.4)
Podocarpidites ellipticus Cookson 1947 (Fig. 2.7)
Podocarpidites marwickii Couper 1953 (Fig. 2.8)
Microcachrydites antarcticus Cookson ex Couper 1953 (Fig. 2.9)

Género **Cyclusphaera** Elsik 1966

Especie tipo. *Cyclusphaera eurihei* Elsik 1966.

Cyclusphaera sp. A

Figura 2.2

Descripción. Grano biaperturado de contorno ecuatorial circular-subcircular. Aberturas grandes, de forma poligonal e irregular. Exina lisa con un engrosamiento ecuatorial delgado y uniforme.

Dimensiones. (6 ejemplares) contorno ecuatorial, 38–46µm; espesor del engrosamiento ecuatorial, 1,5–2,5µm.

Discusión y comparaciones. Esta forma es muy similar a *Cyclusphaera psilata* Volkheimer y Sepúlveda, aunque su apertura es mayor y de bordes menos definidos, tendiendo a ser rectos, sumado a que el engrosamiento ecuatorial es menor en relación con su diámetro. Esta última característica también está presente en *Balmeiopsis limbatus* (Balme) Archangelsky, pero en ese caso la apertura es única. *Cyclusphaera* Morfotipo 2 descrita para la Formación Albornoz (Vallati, 1993) es la forma más semejante a la aquí descrita, y sólo difiere de ésta por poseer tamaños sensiblemente mayores (66,5–82,5µm).

Material estudiado. PBN NF3 MPEF PA 60b.

Cyclusphaera psilata Volkheimer y Sepúlveda 1976

Figura 2.1

Comentarios. Esta forma es la más abundante y frecuente de las representantes gimnospérmicas. Las dimensiones de los ejemplares estudiados rondan entre los 34 y 62 µm de diámetro con un espesor del engrosamiento ecuatorial de 1,9–6,5µm, considerablemente menor al usualmente establecido de 3–10µm, manteniendo la proporción diámetro/ espesor del anillo ecuatorial. Del Fueyo y Archangelsky (2005) establecieron la afinidad de esta especie con la Familia Araucariaceae.

Género **Balmeiopsis** Archangelsky 1977

Especie tipo. *Balmeiopsis limbatus* (Balme) Archangelsky 1977.

Balmeiopsis limbatus (Balme) Archangelsky 1977

Figura 2.3

Comentarios. Los ejemplares analizados poseen un diámetro

ecuatorial de 39,7 (48) 66,3µm, considerablemente menor al originalmente atribuido para la especie por Balme (1957) y para ejemplares procedentes del Grupo Baqueró (60–75µm) Archangelsky y Gamero (1967a).

Género **Classopollis** (Pflug) Pocock y Jansonius 1961

Especie tipo. *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock y Jansonius 1961.

Classopollis sp.

Figura 2.5

Comentarios. En el material estudiado, no se observa en ocasiones con claridad el pseudoporo distal. La asignación genérica se basa entonces en la estructura de la pared y en algunos casos la presencia de rímula. Los ejemplares hallados son escasos y poseen un estado de preservación pobre, por lo que no es posible asignarlos a ninguna especie en particular. Este hecho es llamativo dado que el género *Classopollis* es muy común y abundante en las microfloras cretácicas, mientras que en la presente microflora se ha registrado sólo en dos niveles como un elemento raro (7 ejemplares observados), que constituye el 1% del total de polen con afinidad gimnospérmica. En uno de los niveles portadores (PBS NF4), los ejemplares observados presentan alteración térmica de su exina, mientras que el resto del material está muy bien preservado, por lo que podría tratarse de ejemplares retrabajados.

Dimensiones. (7 ejemplares) diámetro ecuatorial, 23–32µm.

Afinidad botánica. Familia Cheirolepidiaceae.

Material estudiado. PBN NF1 BA Pal 5566 y 5575; PBS NF4, MPEF PA 51a y b

Género **Microcachrydites** Cookson ex Couper 1953

Especie tipo. *Microcachrydites antarcticus* Cookson 1947.

Microcachrydites cesariae sp. nov.

Figura 2.12–16

Derivación del nombre. Dedicada a la Dra. Silvia Césari.

Diagnosis. Grano de polen trisacado, con cuerpo de contorno circular en vista polar y ligeramente oval en vista ecuatorial. Exina del cuerpo robusta, cappa tectada, ornamentada con gránulos, verrugas y rúgulas. El tamaño de los elementos ornamentales es menor en el polo proximal, donde predomina la presencia de gránulos y aumenta hacia la faja ecuatorial, donde los elementos predominantes son las rúgulas de forma alargada. Sacos péndulos, insertados distalmente rodeando un amplio leptoma, con raíces de bordes rectos a levemente cóncavos. Reticulo de los sacos bien definido de areolas poligonales amplias.

Diagnosis. *Trisaccate pollen grain with circular corpus outline in polar view and slightly oval in equatorial view. Strong corpus exine, with tectate cappa, ornamented by granulae, verrucae and rugulae. The proximal sculpture size is smaller, with prevalence of granules, and increasing towards the equatorial belt, where the predominant elements are the elongated rugulae. Pendant and distally inserted sacci surrounding a large leptome with slightly concave roots borders. Sacci with well defined reticulum and polygonal areolae.*

Material tipo. Holotipo: BA Pal 5569, N50/4. Fig 2.13–14.

Dimensiones: diámetro ecuatorial, 30 µm; diámetro mayor del saco, 13 µm; espesor de la exina, 2,5 µm. Paratipo: BA Pb MEB 260. Fig 2.15.

Material adicional. PBN NF1 BA Pal 5500, 5501, 5550, 5552, 5566, 5569, 5574, 5577, BA Pb MEB 260; PBS NF4 MPEF PA 51a y NF2 MPEF PA 63b.

Procedencia geográfica. Meseta Baqueró, provincia de Santa Cruz, Argentina.

Procedencia estratigráfica. Formación Punta del Barco, Grupo Baqueró (Aptiano).

Descripción. Grano de polen trisacado, con el contorno ecuatorial del cuerpo circular en vista polar y oval en vista lateral. Los sacos péndulos e insertos en su totalidad sobre la cara distal, sobresalen poco del contorno. La exina es tectada y robusta, ornamentada por gránulos, verrugas y rúgulas dispuestas apretadamente. El tamaño de los elementos ornamentales es menor en el polo proximal, donde predomina la presencia de gránulos y aumenta hacia la faja ecuatorial, donde alcanzan su mayor magnitud y los elementos predominantes son las rúgulas de forma alargada. La base de los sacos tiene un diámetro igual o menor que el ancho máximo de los mismos y sus bordes son rectos a levemente cóncavos, rodeando un amplio leptoma de forma circular que ocupa casi la totalidad de la cara distal. La superficie externa de los sacos es lisa o con algunas perforaciones, mientras el intraretículo es muy conspicuo, con areolas poligonales amplias.

Dimensiones. (21 ejemplares) diámetro ecuatorial, 21 (27) 31 µm; diámetro mayor del saco, 9 (13) 16 µm; alto de los sacos, 11–13 µm; espesor de la exina, 1,7 (2,3) 2,8 µm.

Discusión y comparaciones. El hecho de que este grano posea tres sacos bien desarrollados y una forma circular, ha permitido incluirlo en el género *Microcachrydites*, pero no posee las características de ninguna especie conocida. Archangelsky (2003) ilustra a *M. sp.* de niveles de la Formación Anfiteatro de Ticó y los refiere a *M. antarcticus* Cookson, ilustrado en un trabajo previo para esa unidad (Archangelsky y Gamero, 1967b); esos ejemplares son muy semejantes a *M. cesariae*,

pero al no contar con una descripción del material, no pueden por el momento ser vinculados a este nuevo taxón. La especie más afín es *M. castellanosii*, descrita por Menéndez (1968) para el Jurásico medio de Neuquén, aunque en ese caso los ejemplares son de mayor tamaño (38–52 µm) y en el taxón jurásico las bases de los sacos presentan expansiones, mientras que en el aquí descrito tienden a ser levemente constrictas. Prámparo y Volkheimer (1999) describen e ilustran para el Miembro Avilé, de la Formación Agrio, un ejemplar asignado a *M.cf. castellanosii* y comentan que la diferencia que existe con esa especie son las constricciones de la base de los sacos, condición característica de *M. cesariae*; sin embargo, en el ejemplar descrito por estos autores, las dimensiones son mayores y el retículo del saco menos definido que en el presente material. Ha sido citado también un ejemplar referido a *Microcachryidites* sp. muy semejante a *M. cesariae* para el Cretácico Inferior de Santa Cruz, Formación Kachaiké (Archangelsky y Llorens, 2009), pero posee dimensiones mayores y las bases del saco más anchas.

Afinidad botánica. Familia Podocarpaceae.

Género ***Trichotomosulcites*** Couper 1953 emend.
Dettmann 1986

Especie tipo. *Trichotomosulcites subgranulatus* Couper (1953) (= *Trisaccites microsaccatus sensu* Couper 1960).

Trichotomosulcites microsaccatus
(Couper) Schrank 2010

Figura 2.11

1968. *Trisaccites micropterus* Cookson y Pike. Menéndez: 392, lám. 3, figs. O–P.
1986. *Trichotomosulcites subgranulatus* Couper. Dettmann: 102, figs. 8H–J.
2002. *Trichotomosulcites subgranulatus* Couper. Prámparo y Volkheimer, fig. 4E.

Dimensiones. (17 ejemplares) diámetro ecuatorial, 13,8 (25) 29,3 µm; espesor de la exina, 0,6–1,5 µm; base del saco, 9,7–19,8 µm; ancho del saco, 2,4–4,8 µm.

Discusión y comparaciones. Dettmann (1986) reconoció al género *Trisaccites* Cookson y Pike 1954 como sinónimo junior de *Trichotomosulcites* Couper 1953. Una nueva combinación fue propuesta recientemente por Schrank (2010), quien presentó una detallada discusión de los aspectos nomenclatoriales de esta forma polínica ampliamente difundida en el Hemisferio Sur. *Trichotomosulcites microsaccatus* es idéntico al polen recuperado de la conífera *Trisacocladus tigrensis*, un complejo en conexión orgánica de ramas foliosas y conos femeninos y masculinos, descrito para la Formación Anfiteatro de Ticó (ex Formación Baqueró). El

polen obtenido de estos conos fue analizado por Gamero (1965), quien mencionó una evidente semejanza con *Trisaccites microsaccatus* y señaló una importante variedad morfológica intraespecífica para este taxón. Ese material fue posteriormente estudiado a nivel de la ultraestructura de la exina por Baldoni y Taylor (1982), quienes lo asignan a *Trisaccites*. La variabilidad morfológica descrita por Gamero también se observa en el material disperso encontrado en la Formación Punta del Barco, donde algunos ejemplares presentan 2 sacos bien desarrollados y sólo el esbozo de un tercero. Para el Jurásico Medio de Neuquén, Menéndez (1968) cita *Trisaccites micropterus*, y en esa ocasión el autor reconoce que el material es muy semejante, sino idéntico, a *Trisaccites microsaccatus* (= *Trichotomosulcites microsaccatus*), criterio que se comparte en este trabajo. Por otra parte, Prámparo y Volkheimer (2002) reportan la presencia de *Trichotomosulcites subgranulatus* para la Formación La Amarga (Cuenca Neuquina), y el ejemplar ilustrado es idéntico a los aquí considerados.

Afinidad botánica. Gamero (1965) hace una detallada discusión sobre la asignación botánica de esta forma polínica y concluye que si bien no existe en la actualidad ningún grano semejante a *Trisaccites* (*Trichotomosulcites*), es evidente su vinculación con las podocarpaceas, única familia de coníferas que presenta formas polínicas multisacadas.

Distribución estratigráfica. En Argentina, esta especie ha sido citada para la Cuenca Neuquina en el Jurásico (Menéndez, 1968; Volkheimer y Quattrocchio, 1975; González Amicón y Volkheimer, 1982) y el Cretácico (Volkheimer y Salas, 1976; Volkheimer *et al.*, 1977; Prámparo y Volkheimer, 2002). En la Cuenca del Golfo San Jorge, se menciona en sedimentos asignados al Albiano tardío–Cenomaniano medio de la Formación Cañadón Seco–Miembro Caleta Olivia (Archangelsky *et al.*, 1994) y en otros del Daniano (Volkheimer *et al.*, 2007). Su presencia en sedimentos oligocenos fue reportada por Barreda (1997) para la Formación San Julián de la Cuenca Austral, y en esta cuenca Freile (1972) la cita también en la Formación Cerro Dorotea (Maastrichtiano–Paleoceno). Sajjadi y Playford (2002) describieron la distribución estratigráfica de la especie para el resto del mundo.

Material estudiado. PBN NF1 BA Pal 5570, 5574, 5575, 5551, 5552 y 5577.

Género ***Dacrydiumites*** Cookson ex Harris 1965

Especie tipo. *Dacrydiumites florinii* Cookson y Pike ex Harris 1965.

***Dacrydiumites* sp.**

Figura 2.10

Descripción. Grano de polen esférico con la exina del cuerpo tectada, ornamentada con gránulos y rúgulas alongadas, que se entrecruzan y le brindan un aspecto finamente reticulado. Sacos en número de 2 a 3, con límites poco definidos, que en ocasiones son imperceptibles tomando un aspecto de saco único. Estos desprendimientos de la ectexina pueden ser apenas insinuados hasta bien desarrollados y se encuentran dispuestos alrededor de la apertura de forma casi circular.

Dimensiones. (12 ejemplares) diámetro ecuatorial, 40–50 µm; diámetro polar, 33 µm; espesor de la exina, 2–3,5 µm.

Material estudiado. PBS NF4 MPEF PA 55b, 51e y f.

Afinidad botánica. Familia Podocarpaceae.

Género **Cycadopites** (Wodehouse, Wilson y Webster) Herbst 1965

Especie tipo. *Cycadopites follicularis* Wilson y Webster 1946.

Cycadopites nitidus (Balme) de Jersey 1964

Figura 2.6

Comentarios. Los ejemplares estudiados en la Formación Punta del Barco presentan una notable diferencia de tamaño, con los especímenes jurásicos descritos por Volkheimer y Quattrocchio (1975). Ejemplares del morfogénero *Ginkgo-cycadophytus* citados por Archangelsky y Gamero (1967b), para la Formación Baqueró (actual Formación Anfiteatro de Ticó), poseen diferencias en los extremos del sulco, que en este caso siempre son más agudos y los bordes nunca se solapan. Baldoni y Archangelsky (1983) refieren a esta especie ejemplares de la Formación Springhill, de mayor tamaño que los aquí descritos y brindan una completa lista de sinonimias y la distribución estratigráfica del taxón.

Material estudiado. PBN NF1 BA Pal 5551, 5552 y 5556.

Afinidad botánica. Órdenes Ginkgoales, Pteridospermales, Bennetitales o Cycadales.

RESULTADOS

Composición de las asociaciones palinológicas

En el Apéndice 1 se expone un listado completo de las especies palinológicas identificadas hasta el momento en la Formación Punta del Barco. El estudio comparativo de las microfloras del Grupo Baqueró ha brindado evidencia de que esta formación contiene asociaciones palinológicas menos diversas que las recuperadas de la unidad basal -Formación Anfiteatro de Ticó-, donde se han reportado 12 especies de esporas emparentadas con las Bryophyta, 31 con las Lycophyta, 1 con Sphenophyta (grupo ausente en la unidad superior) y 47 con Filicophyta. Además se han descripto 18

tipos polínicos gimnospermales y uno angiosperma, sumando un total de 110 especies. En cambio, las palinofloras de la Formación Punta del Barco incluyen sólo 3 especies de esporas que representan a las Bryophyta, 11 a las Lycophyta y 29 a las Filicophyta, acompañadas por 12 tipos polínicos de gimnospermas y 7 de angiospermas, que suman un total de 62 especies. Aunque la taoflora de Formación Punta del Barco está empobrecida en cantidad de especies, presenta un amplio espectro de grupos vegetales, ya que además de los previamente mencionados también son frecuentes restos de algas de agua dulce. Ellas constituyen uno de los grupos más conspicuos de esta palinoflora, presentes en todos los niveles fértiles y están representadas principalmente por zigosporas de Zygnemataceae. Las especies reconocidas hasta el momento son *Lecaniella foveata* Singh, *Schizosporis reticulatus* Cookson y Dettmann, *Ovoidites parvus* (Cookson y Dettmann) Zippi, *Chomotriletes minor* (Kedves) Pocock, *Retirotundia pseudoreticulata* (Kruttsch) Zippi y *Tetraporina* spp., junto a algunas formas inaperturadas indeterminadas (Llorens *et al.*, 2003; Llorens, 2005).

Las pteridofitas son el grupo con mayor diversidad taxonómica y, entre ellas, la más abundante y mejor representada es la Familia Gleicheniaceae, registrada en 5 de los 6 niveles fosilíferos y elemento exclusivo del NF5. Las esporas de licofitas, por su parte, están distribuidas en la mayor parte de la columna estratigráfica (4 de 6 niveles), y de manera similar, las briofitas, fueron registradas en los niveles 1, 3 y 4 (Fig. 3 y Tab. 1).

La asociación de polen gimnosperma constituye un elemento co-dominante de la microflora, presente en los NF1 a 4. Está integrada mayoritariamente por las familias Araucariaceae (46,1%) y Podocarpaceae (46,1%); la primera, representada por el complejo polínico *Cyclusphaera-Balmeiopsis-Araucariacites*; en tanto dentro de la última es llamativa la mayor participación de las formas trisacadas -*Trichotomosulcites*, *Microcachryidites* y *Dacrydiumites*- (41,9%) respecto de las bisacadas -*Podocarpidites*- (4,2%). La Familia Cheirolepidiaceae, representada por el género *Classopollis* y el tipo polínico *Cycadopites*, son elementos muy escasos, 4,2% y 3,6% respectivamente. Las plantas parentales de este último taxón pueden pertenecer a los órdenes Cycadales, Bennetitales, Pteridospermales o Ginkgoales.

Los representantes de las familias Araucariaceae y Podocarpaceae habrían sido los únicos elementos arbóreos, habida cuenta que el resto de los palinomorfos corresponden a licofitas de pequeño porte, hepáticas, helechos y angiospermas. Cabe destacar que las angiospermas constituyen un elemento

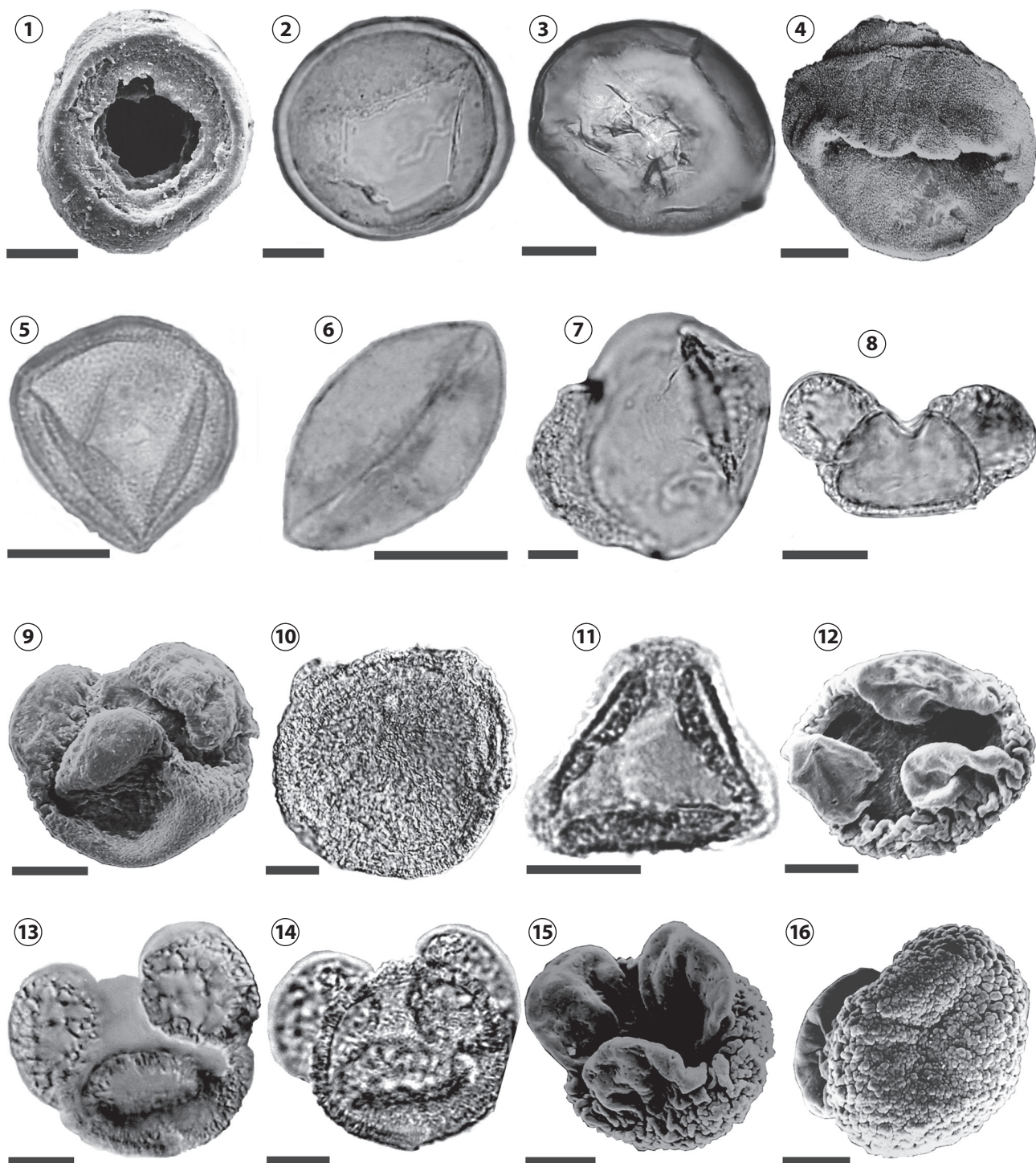


Figura 2. 1, *Cyclusphaera psilata* Volkheimer y Sepúlveda (BA Pb MEB 260); **2, *Cyclusphaera* sp. A** (MPEF PA 60b, M27/0); **3, *Balmeiopsis limbatus*** (Balme) Archangelsky (BA Pal 5568, J38/4); **4, *Araucariacites australis*** Cookson ex Couper (BA Pb MEB 260); **5, *Classopollis* sp.** (MPEF PA 51a, S43/2); **6, *Cycadopites nitidus*** (Balme) de Jersey (BA Pal 5566, J55/0); **7, *Podocarpidites ellipticus*** Cookson (BA Pal 5574, F25/3); **8, *Podocarpidites marwickii*** Couper (BA Pal 5566, J46/3); **9, *Microcachrydites antarcticus*** Cookson ex Couper (BA Pb MEB 260); **10, *Dacrydiumites* sp.** (MPEF PA 55b, U52/0); **11, *Trichotomosulcites microsaccatus*** (Couper) Schrank (BA Pal 5570, E45/4); **12–16, *Microcachrydites cesariae* sp. nov.**; **12**, vista distal con amplio leptoma/ distal view showing a wide leptome (BA Pb MEB 260); **13–14**, holotipo en vista general mostrando el retículo de los sacos y corte óptico, respectivamente/ holotype in general view showing the sacci reticulum and transverse section exine, respectively (BA Pal 5569, N50/4); **15**, paratipo/ paratype (BA Pb MEB 260); **16**, vista proximal en la que se observa la variación de los elementos ornamentales e inserción del saco / proximal view showing the ornamental elements variation and saccus insertion (BA Pb MEB 260). Escala / Scale bar: 10µm.

subordinado de la flora, registradas sólo en dos niveles fosilíferos y su porte habría sido herbáceo (Llorens, 2003, 2005).

Ambiente de depositación

El ambiente de depositación de la Formación Punta del Barco ha sido interpretado como un sistema fluvial entrelazado distal con orientación norte-noreste (Cladera *et al.*, 2002). La unidad se compone de depósitos epiclásticos que ocupan la parte basal a media de la columna y piroclásticos en la mitad superior. Los primeros están conformados principalmente por conglomerados en facies de canales de alta energía que portan troncos de grandes dimensiones. Ese hecho demuestra la gran capacidad de transporte del sistema fluvial inicial. En cambio, los depósitos piroclásticos se componen de tobas primarias y reelaboradas que derivan de un importante aporte de cenizas volcánicas, producto del progresivo aumento de la actividad volcánica en el área de la cordillera. De esta manera, el sistema fluvial existente fue colmatado y se produjo una disminución paulatina en la pendiente que derivó en la instalación de un sistema fluvial meandriforme, con una capacidad de transporte reducida (Cladera *et al.*, 2002). Esos autores plantean también la posibilidad de que este sistema se desarrollara en una llanura ondulada, donde las oscilaciones del nivel freático provocaron la formación simultánea de cuerpos de agua somera, con vegetación en sus sectores marginales. El desarrollo de paleosuelos se manifiesta con la existencia de tobas con una incipiente pedogénesis, la presencia de restos vegetales y las evidencias de desarrollo radicular dentro de estratos tabulares de pelitas, arcilitas y limolitas. De estos últimos niveles proceden las muestras palinológicas analizadas en este trabajo, constituyendo una evidencia de períodos intereruptivos de una duración considerable. La ciclicidad de los eventos eruptivos se revela por la alternancia de estas litofacies con niveles tobáceos, que a menudo contienen lapilli acrecionales.

En el paquete de tobas primarias que suprayace al paleosuelo, aquí denominado NF1, se realizó un estudio tafonómico en el que se consideró que las cenizas producto de las erupciones debieron ser arrastradas hasta allí por fuertes vientos provenientes del oeste, ya que los centros volcánicos se encontrarían ubicados a más de 100 km (Cladera y Cúneo, 2002).

El registro de elementos planctónicos en todos los niveles fértiles, muestra que la preservación polínica ha sido posible sólo en los cuerpos de agua que sirvieron de “refugio”, tanto para el desarrollo de ciertas comunidades como para los palinomorfos dispersos que allí se depositaron, en el marco de un ambiente altamente disturbado.

Abundancia relativa y diversidad taxonómica por niveles

A continuación se detalla el contenido palinológico de cada nivel fosilífero analizado en orden estratigráfico ascendente. En la Figura 3 se ilustra la presencia/ausencia de las especies en los diferentes niveles polínicos, y no se han incluido allí datos de abundancia relativa, dado que el número de ejemplares en cuatro de los seis niveles analizados es insuficiente para realizar estimaciones estadísticas, y la inclusión de ese tipo de información en esos casos generaría datos sesgados.

Nivel 1. El primer nivel fértil, localizado en la barda Norte de la Meseta Baqueró (PBN NF1), es el que aportó gran parte del material estudiado en este trabajo y presenta la mayor diversidad taxonómica. Está caracterizado por la abundancia de ejemplares del complejo *Cyclusphaera-Balmeiopsis-Araucariacites* (19%), de la Familia Araucariaceae. Los morfógenos *Cycadopites* y *Contignisporites* (Pteridaceae) son elementos exclusivos de este nivel. Las licofitas (15,7%) y las pteridofitas de la Familia Gleicheniaceae (29,7%) son las mejor representadas en el espectro polínico. Entre las angiospermas, aquí se reconoce el primer registro de *Asteropollis* para el Grupo Baqueró.

Nivel 2. El segundo nivel fértil proviene de la Barda Sur (PBS NF2), y contiene muy escasos palinomorfos, en su mayoría elementos planctónicos (*Ovoidites parvus* y formas inaperturadas indeterminadas) y algunas esporas, entre las que se encuentran representantes de las gleicheniáceas.

Nivel 3. El material procedente de este nivel (PBN NF3) presenta un alto grado de oxidación de la exina, y consta principalmente de esporas de licofitas y gleicheniáceas.

Nivel 4. Este nivel es el único que se encuentra representado en ambas localidades estudiadas y a continuación se describe el material del nivel PBS NF4, que ha brindado gran cantidad de información en cuanto a restos fósiles micro y megascópicos. Estos fueron hallados en cuerpos lenticulares con un espesor aproximado de 80 cm, correspondientes a meandros abandonados, con bajísimos niveles de oxidación y depositación del material por decantación. Estos factores han determinado la excelente preservación de los restos vegetales. En cuanto al contenido polínico de estas lentes, es evidente el amplio dominio de granos del complejo *Clavatipollenites* representado por dos formas diferentes. *Monocolpopollenites* lo acompaña en una medida mucho menor y los demás granos (*Retimonocolpites*, *Retiacolpites* y *Asteropollis*) tienen un registro esporádico, y si bien carecen de importancia numérica en la asociación, denotan interés en cuanto a la diversidad de las plantas con flores en el Aptiano (Llorens, 2003). Otros grupos vegetales representados en esta asociación son las po-

docarpáceas (*Dacrydiumites*) y las briofitas (*Foraminisporis*), ambos en baja frecuencia. Una asociación planctónica diversa y abundante (*Ovoidites*, *Schizosporis*, *Botryococcus*, *Retiro-tundia* y *Tetraporina*) (Llorens *et al.*, 2003, Llorens, 2005), demuestra que esta comunidad vegetal se desarrolló en un medio acuático.

Nivel 5. Del quinto nivel se ha rescatado una asociación polínica muy pobre que sólo contiene esporas de gleicheniáceas (PBS NF5).

Nivel 6. El sexto y último nivel (PBN NF6), contiene únicamente elementos planctónicos que corresponden a formas inaperturadas de afinidad incierta.

Con el fin de analizar la abundancia relativa de los distintos grupos polínicos se han realizado conteos en dos muestras que presentan la mayor abundancia de especímenes: una del nivel 1 de la Barda Norte (PBN NF1) y la otra del nivel 4 de la Barda Sur (PBS NF4). Ambos niveles se encuentran separados entre sí por aproximadamente 14 metros estratigráficos.

La baja concentración de palinomorfos, característica de esta palinoflora, determinó la imposibilidad de contar con un número de ejemplares estadísticamente representativo en el resto de los niveles polínicos. Se consideraron para este estudio a los grandes grupos botánicos y, en ocasiones, los grupos morfológicos o taxonómicos mejor representados dentro de ellos, ilustrados en la Figura 4. Este análisis determina que los dos niveles analizados son radicalmente diferentes, correspondiendo el PBN NF1 a una asociación con gran diversidad taxonómica, donde se encuentran representados todos los grupos botánicos citados para la flora de la Formación Punta del Barco, aunque las formas con frecuencias bajas (*e.g.*, *Classopollis*, *Cycadopites*) no fueron detectadas en el conteo. En cambio, en el nivel de PBS NF4 se preservó una comunidad particular, en cuanto a su composición y diversidad taxonómica, ya que no presenta la composición típica registrada en todos los otros niveles polínicos.

El análisis del PBN NF1 permite interpretar a este nivel basal de la sección estratigráfica como una comunidad de bosque, en la que los elementos arbóreos tuvieron una participación significativa, y formaron un dosel abierto, con un estrato herbáceo dominado por gleicheniáceas. Queda confirmada la presencia de cuerpos de agua dulce por el reporte de una alta proporción de licofitas y algas.

Por otro lado, la abundancia relativa de los grupos regis-

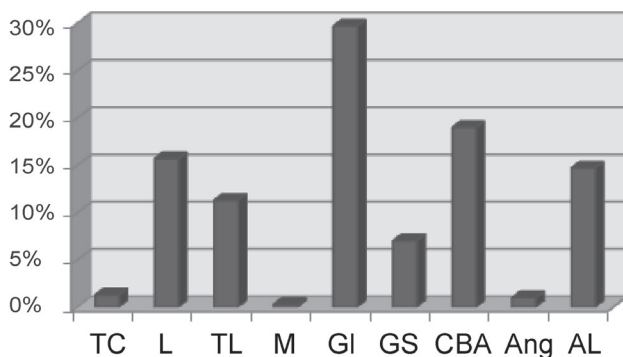
	Taxones / Nivel	1	2	3	4	5	6
Lycophyta	<i>Densoisporites velatus</i>	●		●			
	<i>Densoisporites corrugatus</i>	●		●	●		
	<i>Apiculatisporites</i> sp.	●					
	<i>Erlansonisporites</i> sp.	●					
	<i>Horstisporites</i> sp.	●					
	<i>Bacutritiles</i> sp.	●					
	<i>Hughesisporites</i> cf. <i>H.patagonicus</i>	●					
	<i>Retitritiles</i> sp.	●					
	<i>Retitritiles douglasii</i>	●	●				
	<i>Ceratosporites</i> spp.	●					
Bryophyta	<i>Foraminisporis dailyi</i>	●		●	●		
	<i>Foraminisporis</i> sp.	●					
	<i>Staplinisporites caminus</i>	●					
Filicophyta	<i>Cyathidites</i> sp. cf. <i>C. minor</i>	●	●				
	<i>Deltoidospora</i> sp. A	●					
	<i>Deltoidospora</i> sp. B			●			
	<i>Contignisporites</i> spp.	●					
	<i>Biretisporites</i> spp.	●					
	<i>Concavissimisporites</i> sp. A	●					
	<i>Concavissimisporites penolaensis</i>	●	●				
	<i>Gleicheniidites senonicus</i>	●		●	●	●	
	<i>Gleicheniidites</i> spp.	●					
	<i>Clavifera</i> cf. <i>C. triplex</i>	●					
	<i>Ornamentifera</i> sp.	●	●			●	
	<i>Lygodiidites</i> sp. 1	●					
	<i>Capsispora vulcanica</i>	●					
	<i>Todisporites</i> sp.	●		●	●		
	<i>Laevigatosporites ovatus</i>	●		●			
	<i>Laevigatosporites</i> sp.	●					
	<i>Reticulosporis</i> spp.	●					
Gymnospermophyta	<i>Araucariacites australis</i>	●					
	<i>Balmeiopsis limbatus</i>	●					
	<i>Cyclusphaera psilata</i>	●					
	<i>Cyclusphaera</i> sp. A			●			
	<i>Microcachrydites cesariae</i>	●	●		●		
	<i>Microcachrydites antarcticus</i>	●					
	<i>Dacrydiumites</i> sp.				●		
	<i>Podocarpidites</i> spp.	●		●			
	<i>Trichotomosulcites microsaccatus</i>	●					
	<i>Cycadopites nitidus</i>	●					
Magnoliophyta	<i>Classopollis</i> sp.	●			●		
	<i>Asteropollis</i> sp.	●			●		
	<i>Clavatipollenites</i> spp.				●		
	<i>Retimonocolpites</i> spp.				●		
	<i>Monocolpopollenites</i> sp.				●		
	<i>Retiacolpites</i> sp.				●		
	Algae	●	●	●	●	●	●

Figura 3. Distribución estratigráfica de los taxones reconocidos en las asociaciones palinológicas de la Formación Punta del Barco/ *Stratigraphic distribution of taxa recognized in the palynological assemblages of the Punta del Barco Formation.*

trados en el sector medio de la secuencia (PBS NF4) ilustra un ambiente de aguas lénticas, probablemente un meandro abandonado, en el que han quedado sobre-representadas las algas continentales -géneros *Botryococcus*, *Lecaniella*, *Ovoidites*, *Tetraporina*, *Chomotriletes* y *Retirotundia*- y las angiospermas, productoras de polen de los tipos *Monocolpopollenites*, *Retimonocolpites*, *Asteropollis* y *Clavatipollenites*, que habrían tenido un hábito acuático (Llorens, 2005).

Punta del Barco Norte, Nivel 1 (PBN NF1)

N=300



Punta del Barco Sur, Nivel 4 (PBS NF4)

N=323

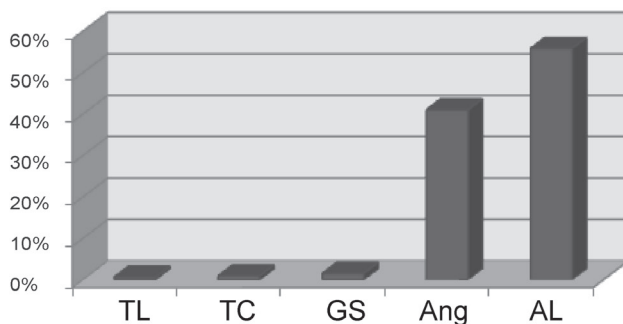


Figura 4. Abundancia relativa de los grupos vegetales representados en los niveles PBN NF1 y PBS NF4/ Relative abundance of the plant groups represented in the levels PBS NF4 and PBN NF1.

Grupos vegetales/ plant groups. **AL**, algas, incluye esporas y cuerpos vegetativos de algas dulciacuícolas/ *algae, including freshwater algae spores and vegetative bodies*; **TC**, esporas trilete cinguladas de Bryophyta/ *Bryophyta trilete cingulated spores*; **L**, Lycophyta: esporas de *Densosporites* spp./ *Densosporites* spp. spores; Filicophyta: **TL**, esporas trilete lisas/ *trilete smooth spores*, **M**, monoletes/ *monolete* y **GI**, Familia Gleicheniaceae/ *Family Gleicheniaceae*; Gymnospermophyta: **CBA**, granos de polen de Araucariaceae (grupo *Cyclusphaera*-*Balmeiopsis*-*Araucariacites*)/ *Araucariaceae pollen grains (Cyclusphaera-Balmeiopsis-Araucariacites group)* y **GS**, granos de polen sacados/ *saccate pollen grains*; **Ang**, granos de polen afines a Magnoliophyta / *pollen grains related to Magnoliophyta*.

Composición de la megafloora

La flora de la Formación Punta del Barco ha sido motivo de estudio desde principios del siglo pasado, debido a la

abundancia y preservación excepcional de sus restos fósiles, que corresponden en muchos casos a improntas dispuestas en diferentes planos dentro de niveles de tobas primarias. Esto se debe a un enterramiento rápido y caótico producido por la caída de una gran cantidad de ceniza volcánica (Cladera y Cúneo, 2002). Estos autores analizaron la fitocenosis que suprayace al nivel fosilífero PBN NF1, contenida en un nivel tobáceo de 80 cm de espesor. Allí identificaron tres sectores: uno basal (20 cm) que contiene principalmente helechos de la Familia Gleicheniaceae, algunos probablemente en posición de vida; el sector medio entre los 20 y 40 cm, donde la asociación está dominada por helechos junto a restos aislados de coníferas (Araucariaceae y Podocarpaceae) y cycadales; en el sector superior en cambio, las araucariáceas son el elemento casi exclusivo. Con este análisis se concluyó que la disposición de los restos fósiles en el paquete sedimentario responde a la estructura original de la comunidad vegetal, interpretada como un bosque abierto con tres estratos, siendo el herbáceo-arbustivo el más denso, y el arbóreo abierto, de una altura máxima de 10 m (Cladera y Cúneo, 2002).

La participación de las Filicophyta, ya había sido reportada también por el hallazgo de taxones como *Gleichenites argentina* (Berry) Herbst, *G. san-martinii* (Halle) Herbst, *G. vegagrandis* Herbst, *Gleichenites feruglioi* Herbst, *Hausmannia patagónica* Feruglio y *Hausmannia papilio* Feruglio emend. Herbst, como formas dominantes, además de *Sphenopteris (Ruffordia) goepperti* Dunker, *S. cf. fittonii* Seward, *S. patagonica* Halle, *Cladophlebis patagonica* Frenguelli, *Cladophlebis* sp., *C. cf. australis* (Morris) Seward, *C. cf. C. browniana* (Dunker) Seward, *C. haiburnensis* var. *rectimarginata* Herbst (Berry, 1924; Feruglio, 1937 a, b, 1951; Herbst, 1960, 1962, 1966).

Las gimnospermas por su parte, están representadas por varias coníferas, mayormente de la Familia Araucariaceae. Los taxones descritos son: *Elatocladus (Podocarpus?) palisyafolia* Berry, *Araucaria* sp., *Araucaria grandifolia* Feruglio emend. Del Fueyo y Archangelsky, *Araucarites baqueroensis* Archangelsky y *Tomaxellia degiustoi* Archangelsky (Berry, 1924; Feruglio, 1951; Archangelsky, 1967; Del Fueyo y Archangelsky, 2002). Las cycadales en cambio, tienen a *Pseudoclenis ornata* (Archangelsky et al., 1995) como único representante inequívoco del grupo, mientras que el resto de los elementos de posible afinidad con ellas y con el Orden Pteridospermales se han asignado con dudas a esos grupos (Tab.1). La presencia de elementos arborescentes en la presente flora aptiana se confirma con el registro de dos niveles

portadores de leños fosilizados. Uno de ellos, consta de restos asbestizados y moldes dentro del sistema de canales de alta energía que representa la base de la Formación Punta del Barco (Cladera *et al.*, 2002) y el restante, en el sector medio del perfil, con troncos permineralizados en posición de vida dentro de paleocanales fluviales abandonados (Césari *et al.*, 2008), ubicados justo por debajo del nivel polínico PBS NF4.

El registro megascópico de angiospermas se restringe al reporte de impresiones de hojas nanófilas a micrófilas con margen lobado y venación actinódroma, sin asignación precisa (Passalia y Cladera, 2003), que fueron halladas asociadas a improntas de *Gleichenites*, dentro de una toba primaria en los niveles superiores de la formación.

Por último, el aporte más reciente proviene de la localidad denominada PBS, en el nivel fosilífero 4 (NF4), que corresponde a una lente rica en materia orgánica donde se han reconocido fragmentos de ramas con hojas escuamiformes del tipo *Brachyphyllum* Brongniart; folíolos de *Pseudocetenis* Seward, frondes de *Gleichenites san-martinii* Halle y cf. *Ti-coa* Archangelsky, todos con cutículas preservadas. Se suman además abundantes restos de leños y estípites de Filicophyta con distinto tipo de fosilización (Llorens *et al.*, 2003). Las cutículas de *Brachyphyllum* recuperadas de este nivel han sido analizadas por Passalia (2009) para determinar su índice estomático, concluyendo que la presente flora se desarrolló en condiciones climáticas favorables.

Abundancia relativa

No se han realizado cuantificaciones de la abundancia relativa de los restos megascópicos, sin embargo es posible observar que el género *Gleichenites* es el elemento dominante, presente en todos los niveles plantíferos con varias especies exclusivas, por lo que fue propuesta una Biozona *Gleichenites* para esta unidad superior del Grupo Baqueró (Archangelsky, 2001). Adicionalmente, ese trabajo expone una nómina de las especies y localidades en las que ha sido registrado el taxón. En los niveles plantíferos inferiores, se encuentra una alta proporción de *Hausmannia*, helecho de la Familia Dipteridaceae, asociado a *Gleichenites*. Curiosamente, la asociación de estos dos taxones también ha sido reconocida en una flora maastrichtiana, sepultada *in situ* dentro de un paquete tobaceo, interpretada como una comunidad de ambientes abiertos (Wing *et al.*, 1993). *Gleichenites* está presente también en los niveles plantíferos más altos, donde se lo halló asociado a hojas de afinidad angiospérmica (Passalia y Cladera, 2003). Por último, otros grupos con una buena

representación en el registro fósil son las Cicadales y Araucariaceae (Archangelsky *et al.*, 1995; Cladera y Cúneo, 2002; Del Fueyo y Archangelsky, 2002).

En conjunto, los restos megascópicos de esta flora aptiana dan cuenta de una asociación florística con representantes de porte arbóreo -registrados en forma de troncos y ramas afines a las familias Araucariaceae y Podocarpaceae-, y un dominio de los elementos herbáceos a arbustivos, en su mayoría de la Familia Gleicheniaceae, acompañados por otros helechos que habrían tenido un papel de colonizadores en ambientes altamente disturbados (Llorens, 2008b).

Comparación del registro mega y microflorístico

En la Tabla 1 se integran los datos aportados por los registros mega y microflorísticos. No existe un correlato directo entre los taxones de ambas columnas, aunque en algunos casos en los que la afinidad botánica es clara, se ha podido establecer una relación a nivel de Orden y Familia. No se incluyen los restos planctónicos ni otros palinomorfos *incertae sedis*.

La palinología de la Formación Punta del Barco ilustra la presencia de un amplio espectro de grupos vegetales, y completa el conocimiento de su contenido paleoflorístico, puesto que brinda evidencia de la participación de algunos grupos vegetales ausentes en la megaflores y amplía el registro de otros. Así, la participación de las hepáticas, musgos, selaginellales y otras licofitas, que no tienen representación en la megaflores, se identifica a partir de sus esporas, al igual que una variada asociación de algas continentales. En cambio, el registro palinológico de Filicophyta y gimnospermas se condice de manera bastante ajustada con el de megafósiles, ya que están representados (con un grado de certidumbre variable) los mismos grupos vegetales. Por otra parte, las plantas con flor constituían un elemento subordinado dentro de esta flora y los restos megascópicos referidos a ellas son escasos (Passalia y Cladera, 2003), mientras que es más variado y abundante el registro polínico de ese grupo vegetal (Llorens, 2003, 2005), dentro del que se puede inferir la participación de la Familia Chloranthaceae por la presencia de polen del tipo *Asteropollis*. Las improntas foliares halladas en esta unidad presentan una semejanza con ejemplares de *Hydrocotylophyllum* (Archangelsky *et al.*, 2009), un morfotipo emparentado también con esa familia, que fue previamente reconocido para el Albano de Antártida (Cantrill y Nichols, 1996).

El estrato arbustivo puede haber estado formado por las cicadales (Cladera y Cúneo, 2002), que se encuentran pobremente representadas en la asociación polínica por el tipo

Cycadopites. Ese morfotipo podría corresponder también a los órdenes Bennettitales y Ginkgoales, grupos ausentes en la megaflores, o Pteridospermales, a los que se adjudican improntas foliares de asignación incierta (ver Tab.1). Acerca de este último taxón, es importante remarcar que dos tipos polínicos emparentados con él -*Alisporites* y *Vitreisporites*-, comunes en las palinofloras cretácicas, no se han reportado en esta asociación, mostrando que las pteridospermales estuvieron muy restringidas (de confirmarse la filiación de las improntas) o bien ausentes durante la depositación de la Formación Punta del Barco.

DISCUSIÓN

Los estudios paleofitogeográficos del Cretácico han basado en gran medida sus diferentes propuestas en el contenido fosilífero de restos gimnospermicos (Volkheimer, 1980; Vakhrameev, 1991; Archangelsky, 1996; Herngreen *et al.*, 1996). Los sedimentos cretácicos de las cuencas del Golfo San Jorge, Austral, Neuquina, Cratón del Deseado (dentro de este último, los del Grupo Baqueró) y Antártida, están comprendidos dentro de la Provincia Patagónica (Archangelsky, 1996). De esta manera, la paleoflora de la Formación Punta del Barco se ubica dentro de esa provincia paleobiogeográfica.

Resulta conveniente adoptar esta última denominación basada en una región geográfica amplia y reconocida internacionalmente por su abundante contenido paleontológico y evitar aquellas nominadas en base a taxones, por cuanto los mismos pueden cambiar por cuestiones nomenclaturales (ver discusión del género *Trichotomosulcites* en la sección de sistemática paleontológica) o bien faltar debido a factores ecológicos o de preservación.

Si bien ciertos taxones que identifican a la Provincia Patagónica, como las araucariáceas y cicadales, están presentes en la flora de la Formación Punta del Barco, otros elementos característicos como la Familia Cheirolepidiaceae y el Orden Bennettitales, están prácticamente ausentes. De igual manera, un elemento particular de la “Subprovincia de *Cyclusphaera psilata*” (Volkheimer, 1980) son los granos bisacados, afines a la Familia Podocarpaceae y Orden Pteridospermales, que también están presentes en proporciones muy bajas o prácticamente ausentes en esta microflora.

En este contexto, la asociación florística aquí descripta presenta aspectos peculiares por ausencia o baja representación de grupos característicos de la Provincia Patagónica. Entre las pteridofitas, ya han sido mencionadas algunas características como la abundancia de esporas perisporadas,

variedad de esporas monoletes y la diversidad y abundancia de esporas tricasadas afines a la Familia Gleicheniaceae (Llorens, 2008b). A eso se suma la ausencia de las familias Schizaeaceae y Lophosoriaceae, que son grupos conspicuos en otras floras coetáneas. Sin embargo, el grupo de las gimnospermas es el que presenta las mayores alteraciones, dentro de las que la Familia Cheirolepidiaceae (*Classopollis*) es el caso más llamativo por su escasa participación, contrariamente a lo que sucede en otras palinofloras de la misma provincia. Las dos familias gimnospermicas más conspicuas de esta microflora son las familias Araucariaceae, dentro de la que es llamativa la ausencia del género *Callialasporites* y Podocarpaceae. Dentro de esta última, hay representantes que producen polen bisacado y otros, trisacado, y en las asociaciones polínicas estudiadas, las plantas productoras de polen bisacado tienen una muy baja representación, contrariamente a lo que sucede con los granos trisacados. En suma, la escasez de *Classopollis*, *Callialasporites* y de formas bisacadas afines a Podocarpaceae, indica una fuerte retracción de las coníferas. Un caso semejante fue presentado por Looy *et al.* (1999), quienes estudiaron la dinámica de poblaciones vegetales durante una crisis ecológica del Triásico. Allí, la etapa de “supervivencia” que sigue a la crisis, está caracterizada por la dominancia de criptógamas, mientras que las coníferas fue el grupo más afectado por ella.

Como se expuso anteriormente, los representantes de Pteridospermales conforman un grupo muy restringido, y los de Ginkgoales y Bennettitales están ausentes. Sin embargo, todos los taxones aquí comentados están presentes en la palinoflora de la unidad basal del Grupo Baqueró (Formación Anfiteatro de Ticó) y en algunos casos son elementos conspicuos de la flora, como las Bennettitales, Cheirolepidiaceae, Schizaceae, Lophosoriaceae y el polen bisacado de Podocarpaceae. Este último grupo morfológico es muy diverso y abundante en esa asociación basal, por lo que se ha postulado a la zona como un posible centro de diversificación de la familia dentro del ámbito gondwánico (Archangelsky y Villar de Seoane, 2005).

Por lo tanto, la composición de la taoflora de la Formación Punta del Barco permite identificar un empobrecimiento de la comunidad vegetal con respecto a la unidad basal del Grupo, con una disminución de la diversidad taxonómica y abundancia relativa.

Entre las gimnospermas, los taxones afectados por las erupciones volcánicas incluyen a las Bennettitales, Pteridospermales, Cheirolepidiaceae y Ginkgoales, que se retraen fuertemente, desapareciendo los tres primeros grupos a fines

TABLA 1 - Tabla de integración de los registros palinológicos y megascópicos agrupados según su afinidad botánica / Table of integration of the palynological and megascopic records, grouped according to their botanical affinity

División Bryophyta	Megaflora	Palinoflora
		Foraminisporis dailyi Foraminisporis sp. Staplinisporites caminus
División Lycophyta	Megaflora	Palinoflora
Orden Selaginellales		Densoisporites velatus Densoisporites corrugatus Ceratosporites sp. A Ceratosporites sp. B Retitriletes sp. Retitriletes douglasii Hughesisporites patagonicus Erlansonisporites sp. Apiculatisporites sp. Horstisporites sp. Bacutrilites sp.
División Filicophyta	Megaflora	Palinoflora
Orden Filicales		
Fam. Gleicheniaceae	Gleichenites argentinica G. san-martinii G. feruglioi G. vegagrandis	Gleicheniidites senonicus Gleicheniidites aptianus Gleicheniidites rigidus Gleicheniidites sp. 1 Gleicheniidites sp. 2 Gleicheniidites sp. 3 Ornamentifera sp. Clavifera cf. C. triplex Contignisporites glebulentus Contignisporites burgerii Contignisporites cooksoniae
Fam. Pteridaceae		
Fam. Dipteridaceae	Hausmannia papilio H. patagonica	
Otras familias	Ruffordia goepperti	Cyathidites sp. cf. C. minor Reticulosporis sp. 1 Reticulosporis sp. 2 Reticulosporis sp. 3 Concavissimisporites sp. A Concavissimisporites penolaensis Todisporites sp.
Div. Gymnospermophyta	Megaflora	Palinoflora
O. Pteridospermales	Pachypteris? patagonica (*) Ruflorinia sierra (*)	
O. Cycadales	Mesodescolea plicata (*) Mesosingeria coriácea (*) Pseudoctenis ornata	
O. Coniferales	Araucarites baqueroensis Araucaria sp. Araucaria grandifolia Brachyphyllum sp. Podocarpus? palissyafolia Tomaxellia degiustoi (*)	Araucariacites australis Cyclusphaera psilata Cyclusphaera sp. Balmeiopsis limbatus Microcachryidites antarcticus Microcachryidites cesariae Podocarpidites ellipticus Podocarpidites marwickii Trichotomosulcites microsaccatus Dacrydiumites sp. Classopollis sp.

Div. Magnoliophyta	Megaflora	Palinoflora
	Hoja indeterminada (<i>cf. Hydrocotylophyllum</i>)	Clavatipollenites <i>sp. A</i> Clavatipollenites <i>sp. B</i> Monocolpopollenites <i>sp.</i> Retimonocolpites <i>sp. A</i> Retimonocolpites <i>sp. B</i> Retiacolpites <i>sp.</i> Asteropollis <i>sp.</i>
	Morfogéneros de frondes	Esporas de afinidad incierta
	Cladophlebis <i>sp.</i> Cladophlebis <i>cf. australis</i> C. haiburnensis <i>var. rectimarginata</i> C. patagónica C. cf. C. browniana Sphenopteris <i>sp.</i> S. cf. fittonii S. patagónica	Laevigatosporites <i>sp.</i> Laevigatosporites ovatus Capsispora vulcanica Lygodiidites <i>sp. 1</i> Biretisporites <i>cf. B. potoniaei</i> Biretisporites <i>sp. A</i> Biretisporites <i>sp. B</i> Biretisporites <i>sp. C</i> Deltoidospora <i>sp. A</i> Deltoidospora <i>sp. B</i>
	Morfogéneros de hojas	Polen de afinidad incierta
	Nilssonia clarkii Pseudoctenis <i>sp.</i> Taeniopteris <i>sp.</i> T. patagónica T. argentina	Cycadopites nitidus

(*) *Taxones con asignación incierta/ taxa of uncertain affinity.*

del Cretácico o en el lapso Paleoceno–Oligoceno. Por el contrario, es notable entre las coníferas que las dos familias que tuvieron mayor resistencia ante el estrés ambiental producido por el vulcanismo aptiano son las que tienen representantes en la flora nativa actual. Así, el grupo gimnospermico más diverso de los bosques andino-patagónicos es la Familia Podocarpaceae, con cuatro géneros y cinco especies representados, seguida por la Familia Cupressaceae, que tiene tres especies (Donoso, 2005; García y Ormazabal, 2008). La Familia Araucariaceae por su parte, cuenta con una única especie en la zona cordillerana, aunque existe otra especie nativa que crece en el extremo noreste de Argentina.

El vulcanismo aptiano en Patagonia está documentado de manera desigual en las demás cuencas de la Provincia Patagónica. Por una parte, en las cuencas Austral y Neuquina, las unidades aptianas se depositaron en ambientes marinos o litorales (Robbiano *et al.*, 1996; Digregorio y Uliana, 1980) en los que esos eventos no son evidentes. En cambio, la cuenca del Golfo San Jorge se depositó en un ámbito netamente continental, con grandes espesores de sedimentos piroclásticos y muy escasos restos vegetales, siendo los componentes de la Zona *Antulsporites-Clavatipollenites* (Archangelsky *et al.*, 1984) la única flora aptiana conocida en la cuenca, sin

evidencia de disturbio ambiental por vulcanismo. Ese tipo de disturbio fue registrado en Antártida, donde Hathway *et al.* (1999) encontraron en la Formación Cerro Negro (Aptiano) un marcado cambio florístico entre niveles fosilíferos separados por depósitos piroclásticos.

Dado que la extensión temporal de la Provincia Patagónica queda establecida entre el Jurásico y Cretácico Superior, las diferencias señaladas en la composición que distinguen a esta flora aptiana deben ser interpretadas como originadas por un evento catastrófico, de poca duración en tiempos geológicos, ya que las comunidades vegetales patagónicas se restablecieron a partir del Albiano, recuperando la fisonomía previa. Ese evento catastrófico puede ser vinculado a la actividad volcánica que en Patagonia fue intensa desde el Jurásico hasta el Cretácico (Ramos, 1978). Durante ese lapso, la región limitaba hacia el oeste con el Océano Protocífico, y se ha establecido que a partir del Aptiano temprano, y entre los 40° y 47°, la Patagonia fue un continente separado del Océano Pacífico por la cadena volcánica del Arco Magmático Andino (Spalletti *et al.*, 1999).

En el extremo austral de Sudamérica, el ambiente disturbado por el vulcanismo parece haber determinado un retroceso de las coníferas y demás gimnospermas, como también

de algunas pteridofitas. Sin embargo, las briofitas y licofitas lograron adaptarse al cambio, debido probablemente a la existencia de ambientes con humedad suficiente para su desarrollo. En este nuevo escenario ecológico, con una alta inestabilidad regida por el soterramiento de las comunidades vegetales por cenizas, o bien por la colmatación del sistema fluvial y consecuentes desbordes, los grupos más beneficiados habrían sido las angiospermas y los helechos oportunistas, que encontraron una mayor disponibilidad de nichos para su desarrollo.

CONCLUSIONES

El conocimiento del contenido palinológico de la Formación Punta del Barco se completa con el reconocimiento de 12 especies de granos de polen de afinidad gimnosperma, de las cuales una, *Microcachrydites cesariae*, es una nueva especie. De esta manera, suman 69 las especies descriptas para esta asociación palinológica, con 37 microsporas, 5 megasporas, 7 tipos angiospérmicos y 8 tipos de algas de agua dulce descriptos previamente.

La integración de las observaciones realizadas permite establecer que esta microflora aptiana presenta ciertas características exclusivas dentro de la provincia paleogeográfica Patagónica. Las particularidades observadas entre las criptógamas son la cantidad de esporas perisporadas, la variedad de esporas monoletes, y la diversidad y abundancia de esporas de la Familia Gleicheniaceae. Por otra parte, los granos de polen de los tipos *Classopollis* y *Podocarpidites* presentan frecuencias muy bajas; y *Alisporites*, *Vitreisporites* y *Callialasporites*, todos elementos comunes para las asociaciones cretácicas, están ausentes en esta flora.

Mediante la integración de los datos florísticos preexistentes para esta unidad formacional con aquellos que han aportado los palinomorfos, ha sido posible caracterizar de manera más completa a esta flora como una comunidad vegetal con una paulatina pérdida de diversidad, donde en un primer momento se estableció un bosque abierto, que luego de los sucesivos episodios de caída de ceniza volcánica fue perdiendo el estrato arbóreo, hasta formar comunidades casi exclusivas de helechos (Gleicheniaceae) en los niveles superiores del perfil.

Por tanto, se concluye que la actividad volcánica se constituyó en un factor de alto impacto en la flora aptiana, lo cual confirma la intensidad de ese evento en Patagonia.

Las gimnospermas resultan ser el grupo vegetal más vulnerable a ese tipo de disturbios ambientales, y entre ellas, aquellos grupos que ven alterado su registro fosilífero du-

rante al Aptiano tardío de Patagonia, son los que se extinguen hacia fines del Cretácico o probablemente en el lapso Paleoceno–Oligoceno. En cambio, las familias Araucariaceae y Podocarpaceae son las que mejor se adaptaron al nuevo escenario ambiental y, junto a Cupressaceae, las únicas coníferas que tienen representantes en la flora nativa actual del sur de Sudamérica.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. Sergio Archangelsky por su valioso asesoramiento, a la Dra. A. Archangelsky por haber facilitado el uso de su microscopio para fotografiar el material y a la Dra. Silvia Césari por la lectura crítica del manuscrito. Agradezco también al Sr. Alejandro Scagliotti por su apoyo técnico en la confección de los perfiles estratigráficos. Este trabajo se realizó en el marco de los proyectos de investigación PICT 169, 433 y 32320 y PIP CONICET 512.

BIBLIOGRAFÍA

- Archangelsky, A. y Llorens, M. 2009. Palinología de la Formación Kachaike, Cretácico Inferior de la Cuenca Austral, provincia de Santa Cruz. Granos de polen de Gimnospermas. *Ameghiniana* 46: 225–234.
- Archangelsky, A., Andreis, R.R., Archangelsky, S. y Artabe, A. 1995. Cuticular characters adapted to volcanic stress in a new Cretaceous cycad leaf from Patagonia, Argentina. Considerations on the stratigraphy and depositional history of the Baqueró Formation. *Review of Palaeobotany and Palynology* 89: 213–233.
- Archangelsky, S. 1965. Notas sobre la flora fósil de la zona de Ticó, Provincia de Santa Cruz 7. Dos nuevas especies de megasporas. *Ameghiniana* 4: 52–56.
- Archangelsky, S. 1967. Estudio de la Formación Baqueró, Cretácico inferior de Santa Cruz, Argentina. *Revista del Museo de La Plata (Paleontología)* 32: 63–170.
- Archangelsky, S. 1977. *Balmeiopsis*, nuevo nombre genérico para el palinomorfo *Inaperturopollenites limbatus* Balme, 1957. *Ameghiniana* 14: 122–126.
- Archangelsky, S. 1996. The Jurassic and Cretaceous vegetation of the Patagonian Province. En: M.A. Akhmetiev y M.P. Doludenko (Eds.), *Memorial Conference dedicated to Vsevolod Andreevich Vachrameev (Moscu 1996)*, Russian Academy of Sciences, Geological Institute. *Abstracts and Proceedings*: 8–10.
- Archangelsky, S. 2001. Evidences of an Early Cretaceous Floristic change in Patagonia, Argentina. *7th International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems (Buenos Aires)*, Asociación Paleontológica Argentina, *Publicación Especial* 7: 15–19.
- Archangelsky, S. 2003. *La flora cretácica del Grupo Baqueró, Santa Cruz, Argentina*. Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales, 14 p.+ CD.
- Archangelsky, S. y Gamero, J.C. 1965. Estudio palinológico de la Formación Baqueró (Cretácico), Provincia de Santa Cruz 1. *Ameghiniana* 4: 159–170.
- Archangelsky, S. y Gamero, J.C. 1967a. Pollen grains found in coniferous cones from the Lower Cretaceous of Patagonia (Argentina). *Review of Palaeobotany and Palynology* 5: 179–182.
- Archangelsky, S. y Gamero, J.C. 1967b. Spore and pollen types of the Lower Cretaceous in Patagonia (Argentina). *Review of Palaeobotany and Palynology* 1: 211–217.
- Archangelsky, S. y Villar de Seoane, L. 2005. Estudios palinológicos del Grupo Baqueró (Cretácico Inferior), Provincia de Santa Cruz, Argentina. IX Polen bisacado de Podocarpaceae. *Revista Española de Paleontología* 20: 37–56.
- Archangelsky, S., Baldoni, A.M., Gamero, J.C. y Seiler, J. 1984. Palinolo-

- gía estratigráfica del Cretácico de Argentina austral III. Distribución de las especies y conclusiones. *Ameghiniana* 21: 15–33.
- Archangelsky, S., Bellosi, E.S., Jalfin, G.A. y Perrot, C. 1994. Palynology and alluvial facies from the mid-Cretaceous of Patagonia, subsurface of San Jorge Basin, Argentina. *Cretaceous Research* 15: 127–142.
- Archangelsky, S., Barreda, V., Passalia, M.G., Gandolfo, M., Prámparo, M., Romero, E., Cúneo, R., Zamuner, A., Iglesias, A., Llorens, M., Puebla, G.G., Quattrocchio, M. y Volkheimer, W. 2009. Early angiosperm diversification: evidence from southern South America. *Cretaceous Research* 30: 1073–1082.
- Baldoni, A.M. y Archangelsky, S. 1983. Palinología de la Formación Springhill (Cretácico Inferior), Subsuelo de Argentina y Chile Austral. *Revista Española de Micropaleontología* 15: 47–101.
- Baldoni, A.M. y Taylor, T.N. 1982. The ultrastructure of *Trisaccites* pollen from the Cretaceous of Southern Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 38: 23–33.
- Balme, B.E. 1957. Spore and pollen grains from the Mesozoic of Western Australia. *C.S.I.R.O. Coal Research Section T.C.* 25: 1–54.
- Barreda, V.D. 1997. Palinoestratigrafía de la Formación San Julián en el área de Playa La Mina (Provincia de Santa Cruz), Oligoceno de la Cuenca Austral. *Ameghiniana* 34: 283–294.
- Berry, E.W. 1924. Mesozoic Plants from Patagonia. *American Journal of Science* 7: 473–482.
- Bolkhovitina, N.A. 1966. The fossil spores of the ferns of the family Gleicheniaceae (taxonomy and distribution). En: M.I. Neustardt (Ed.), *The importance of palynological analysis for stratigraphic and palaeofloristic investigations*, Nauka, Moscow, p. 65–75. [En ruso].
- Cantrill, D. y Nichols, G.J. 1996. Taxonomy and palaeoecology of Early Cretaceous (Late Albian) angiosperm leaves from Alexander Island, Antarctica. *Review of Palaeobotany and Palynology* 92: 1–28.
- Césari, S.N., Limarino, C.O., Llorens, M., Perez Loinaze, V.S., Passalia, M. G. y Vera, E.I. 2011. High-precision late Aptian U/Pb age for the Punta del Barco Formation (Baqueró Group), Santa Cruz Province, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 31: 426–431.
- Césari, S.N., Llorens, M., Passalia, M.G., Vera, E.I., Pérez Loinaze, V.S. y Limarino, C.O. 2008. Environmental control in the growth and preservation of the aptian *Gleichenites* Flora from Southern Patagonia. *12º Simpósio Brasileiro de Paleobotânica e Palinologia*. (Florianópolis), *Boletim de Resumos*: 37.
- Cladera, G.A. y Cúneo, R. 2002. Fossil plants buried by volcanic ash in the Lower Cretaceous of Patagonia. En: M.V. De Renzi, M. Pardo Alonso, M. Belinchón, E. Peñalver, P. Montoya y A. Márquez-Aliaga (Eds.), *Current Topics on Taphonomy and Fossilization*, Ayuntamiento de Valencia, Valencia: 399–403.
- Cladera, G.A., Andreis, R., Archangelsky, S. y Cúneo, R. 2002. Estratigrafía del Grupo Baqueró, Patagonia (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Ameghiniana* 39: 3–20.
- Cookson, I.C. 1947. Plant microfossils from the lignites of the Kerguelen Archipelago. *B.A.N.Z. Antarctic Exploration Series A* 2: 127–142.
- Cookson, I.C. y Dettmann, M.E. 1959. On *Schizosporis*, a new form genus from the Australian Cretaceous deposits. *Micropaleontology* 5: 213–216.
- Cookson, I.C. y Pike, K.M. 1954. The fossil occurrence of *Phyllocladus* and two other podocarpaceous types in Australia. *Australian Journal of Botany* 2: 60–68.
- Corbella, H. 2001. Tuffs of the Baqueró Group and the Mid-Cretaceous frame Extraandean Patagonia, Argentina. *11º Congreso Latinoamericano de Geología y 3º Congreso Uruguayo de Geología* (Montevideo), CD ROM.
- Corbella, H. 2006. Nuevas determinaciones de edad absoluta para el Grupo Baqueró, Macizo del Deseado, Patagonia extrandina. *15º Congreso Geológico Argentino* (El Calafate), CD ROM.
- Couper, R.A. 1953. Upper Mesozoic and Cainozoic Spores and Pollen Grain from New Zealand. *Paleontological Bulletin of the New Zealand Geological Survey* 22: 1–77.
- Couper, R.A. 1960. New Zealand Mesozoic and Cainozoic plant microfossils. *New Zealand Geological Survey Palaeontological Bulletin* 32: 87 p.
- Crane, P.R. y Lidgard, S.H. 1990. Angiosperm radiation and patterns of Cretaceous palynological diversity. En: P.D. Taylor y G.P. Larwood (Eds.), *Major Evolutionary Radiations*, Oxford University Press, Oxford, p. 377–407.
- De Jersey, N.J. 1964. Triassic spores and pollen grains from the Ipswich coalfield. *Geological Survey of Queensland Publications* 307: 1–18.
- Delcourt, A.R. y Sprumont, G. 1955. Les spores et grains du pollen du Wealdien du Hainaut. *Mémoires de la Société belge de Géologie* 5: 1–73.
- Del Fueyo, G.M. y Archangelsky, A. 2002. *Araucaria grandifolia* Feruglio from the Lower Cretaceous of Patagonia. *Cretaceous Research* 23: 255–267.
- Del Fueyo, G.M. y Archangelsky, S. 2005. A new araucarian pollen cone with *in situ* *Cyclospora* Elsik from the Aptian of Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 26: 757–768.
- Del Fueyo, G.M., Villar de Seoane, L., Archangelsky, A., Guler, V., Llorens, M., Archangelsky, S., Gamero, J.C., Musacchio, E.A., Passalia, M.G. y Barreda, V.D. 2007. Biodiversidad de las Paleofloras de Patagonia Austral durante el Cretácico Inferior. *Ameghiniana* 50º Aniversario, *Publicación Especial* 11: 101–122.
- Dettmann, M.E. 1963. Upper Mesozoic microfloras from Southeastern Australia. *Royal Society of Victoria* 77: 1–148.
- Dettmann, M.E. 1986. Early Cretaceous palynoflora of subsurface strata correlative with the Koonwarra Fossil Bed, Victoria. *Memoirs of the Association Australasia Palaeontologists* 3: 79–110.
- Digregorio, J.H. y Uliana, M.A. 1980. Cuenca Neuquina. En: *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina* 2, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, p. 985–1032.
- Donoso, C. 2005. *Árboles nativos de Chile. Guía de reconocimiento*. Edición 4. Marisa Cuneo Ediciones, Valdivia, 136 p.
- Elsik, W.C. 1966. New sporomorph genera from the Upper Cretaceous of Perú. *Pollen et Spores* 8: 553–564.
- Feruglio, E. 1937a. Una interesante Filicina fósil de la Patagonia. *Boletín Informaciones Petroleras* 14: 5–20.
- Feruglio, E. 1937b. Una nueva Dipteridae del Mesozoico superiore della Patagonia. *Bollettino della Società Geologica Italiana* 56: 1–16.
- Feruglio, E. 1951. Pianta del Mesozoico de la Patagonia. *Pubblicazioni dell'Istituto Geologico della Università di Torino* 1: 35–80.
- Filatoff, J. y Price P.L. 1988. A Pteridacean spore lineage in the Australian Mesozoic. *Memorial Association of Australasian Palaeontologists* 5: 89–124.
- Freile, C. 1972. Estudio Palinológico de la Formación Cerro Dorotea (Maestrichtiano-Paleoceno) de la Provincia de Santa Cruz I. *Revista del Museo de La Plata* 4: 39–63.
- Gamero, J.C. 1965. Morfología del polen de la conífera *Trisaccocladius tigris* Archang. de la Formación Baqueró, Provincia de Santa Cruz. *Ameghiniana* 4: 31–38.
- García, N. y Ormazabal, C. 2008. *Arboles Nativos de Chile*. Enersis S.A., Santiago de Chile, 196 p.
- González-Amicón, O.R. y Volkheimer, W. 1982. Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra Chacabí C6 y adyacencias (Cuenca Neuquina, República Argentina) 3: Descripciones sistemáticas de los palinomorfos de la Formación Cura Niyeu (Bayociano). *Ameghiniana* 19: 165–178.
- Harris, W.K. 1965. Basal Tertiary microfloras from the Princetown Area, Victoria, Australia. *Palaeontographica Abteilung B* 115: 75–106.
- Hathway, B., Duane, A.M., Cantrill, D.J. y Kelley, S.P. 1999. ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronology and palynology of the Cerro Negro Formation, South Shetland Islands, Antarctica: A new radiometric tie for Cretaceous terrestrial biostratigraphy in the Southern Hemisphere. *Australian Journal of Earth Science* 46: 593–606.
- Herbst, R. 1960. Descripción de algunos ejemplares fértiles de *Hausmannia* (*Protorhipis*) *papilio* Fer., procedentes de los estratos de Baqueró, Santa Cruz. *Acta Geológica Lilloana* 3: 227–232.

- Herbst, R. 1962. Sobre especies de *Gleichenites* de los sedimentos baque-
roenses de Santa Cruz, Patagonia. *Ameghiniana* 2: 141–151.
- Herbst, R. 1965. Algunos esporomorfos del Triásico de Argentina. *Ameghi-
niana* 4: 141–155.
- Herbst, R. 1966. Nuevos elementos de la flora fósil de la Formación Baque-
ró, Santa Cruz, Patagonia. *Acta Geológica Lilloana* 8: 75–89.
- Herngreen, G.F.W., Kedves, M., Rovnina, L.V. y Smirnova, S.B. 1996. Chapter 29C, Cretaceous palynofloral provinces: a review. En: J. Jan-
sonius, y D.C. McGregor, (Eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation, Dallas, p. 1157–1188.
- Hill, R.S., Truswell, M., McLoughlin E.S. y Dettmann, M.E. 1999. Evolution
of the Australian flora: fossil evidence. En: A.E., Orchard (Ed.), *Flora of
Australia*. Australian Biological Resources Study/ Commonwealth Scientific
and Industrial Research Organisation, Melbourne, p. 251–320.
- Looy, V.W., Brugman, A., Dilcher, D.L. y Visscher, H. 1999. The delayed
resurgence of equatorial forest after the Permian-Triassic ecologic crisis.
*Proceedings of the National Academy of Science of the United States of Ame-
rica* 96: 13857–13862.
- 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.
- Llorens, M. 2005. [Palinología de la Formación Punta del Barco, Cretácico
Inferior de Santa Cruz. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata:
210 p. Inédita]
- Llorens, M. 2008a. Estudio palinológico de la Formación Punta del Barco,
Cretácico Inferior (Aptiano) de la provincia de Santa Cruz. Descrip-
ciones sistemáticas I: Esporas monoletes y triletes lisas y cinguladas.
Ameghiniana 45: 153–166.
- Llorens, M. 2008b. Estudio palinológico de la Formación Punta del Barco, Cre-
tácico Inferior (Aptiano) de la provincia de Santa Cruz, Argentina. Descrip-
ciones sistemáticas II: Esporas triletes apiculadas, murornadas, tricasadas y
perinadas. Implicancias paleoecológicas. *Ameghiniana* 45: 273–288.
- Llorens, M. y Morbelli, M.A. 2006. Megasporas de la Formación Punta del
Barco, Aptiano de Santa Cruz. *13º Simposio de Paleobotánica y Palinolo-
gía* (Bahía Blanca), *Actas*: 49.
- Llorens, M., Passalia, M.G. y Cladera, G.A. 2003. Nuevos aportes a la flora
de la Formación Punta del Barco (Grupo Baqueró) Aptiano de Santa
Cruz, Argentina. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 40: 28R.
- McLoughlin, S., Carpenter, R.J., Jordan, G.J. y Robert, S.H. 2008. Seed
ferns survived the end Cretaceous mass extinction in Tasmania. *Ameri-
can Journal of Botany* 95: 465–471.
- McLoughlin, S., Carpenter, R.J. y Pott, C. 2011. *Prilophyllum muelleri* (Et-
tingsh.) comb. nov. from the Oligocene of Australia: Last of the Bennet-
tiales?. *International Journal of Plant Sciences* 172: 574–585.
- Menéndez, C.A. 1968. Estudio palinológico del Jurásico medio de Picún
Leufú, Neuquén. *Ameghiniana* 5: 379–405.
- Passalia, M.G. 2009. Cretaceous pCO_2 estimation from stomatal frequency
análisis of gymnosperm leaves of Patagonia, Argentina. *Palaeogeography,
Palaeoclimatology, Palaeoecology* 273: 17–24.
- Passalia, M.G. y Cladera, G.A. 2003. Impresiones foliares angiospermoides
en el Cretácico Inferior (Aptiano) de Santa Cruz, Argentina. *Ameghinia-
na, Suplemento Resúmenes* 40: 29R.
- Pocock, S.A.J. 1962. Microfloral analysis and age determination of strata
at the Jurassic-Cretaceous boundary in the Western Canada plains. *Pa-
laeontographica Abteilung B* 111: 1–95.
- Pocock, S.A.J. 1970. Palynology of the Jurassic sediments of Western Cana-
da. Part 1. Terrestrial species. *Palaeontographica Abteilung B* 130: 12–72.
- Pocock, S.A.J. y Jansonius, J. 1961. The pollen genus *Classopollis* Pflug
1953. *Micropalaeontology* 7: 439–449.
- Prámparo, M.B. y Volkheimer, W. 1999. Palinología del Miembro Avilé
(Formación Agrio) en el Cerro de la Parva, Neuquén. *Ameghiniana* 36:
217–227.
- Prámparo, M.B. y Volkheimer, W. 2002. Nuevos hallazgos de palinomorfos
en la Formación La Amarga, Miembro Bañados de Caichigüe, cuenca
Neuquina sudoriental, Argentina. *Ameghiniana* 39: 395–404.
- Quattrocchio, M.E., Martínez, M.A. y Volkheimer, W. 2007. Las floras ju-
rásicas de la Argentina. En: S. Archangelsky, T. Sánchez y E.P. Tonni
(Eds.), Asociación Paleontológica Argentina, *Ameghiniana 50º Aniver-
sario, Publicación Especial* 11: 87–100.
- Ramos, V.A. 1978. El vulcanismo del Cretácico inferior de la Cordillera pa-
tagónica. *7º Congreso Geológico Argentino* (Neuquén), *Actas* 1: 423–435.
- Robbiano, J.A., Arbe, H.A. y Gangui, A. 1996. Cuenca Austral marina.
En: V.A. Ramos y M.A. Turic (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de
la Plataforma Continental Argentina: Relatorio del 13º Congreso Geológi-
co Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos*. Asociación
Geológica Argentina e Instituto Argentino del Petróleo, Buenos Aires,
p. 323–341.
- Romero, E.J. 1977. *Polen de gimnospermas y fagáceas de la Formación Río
Turbio (Eoceno), Santa Cruz, Argentina*. Centro de Investigaciones en
Recursos Geológicos, Buenos Aires, 219 p.
- Ross, N.E. 1949. Investigations of the Senonian of the Kristianstad district,
S. Sweden. 1. On a Cretaceous pollen and spore bearing clay deposits
of Scania. *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala*
34: 25–43.
- Sajjadi, F. y Playford, G. 2002. Systematic and stratigraphic palynology of
Late Jurassic-earliest Cretaceous strata of the Eromanga Basin, Queens-
land, Australia: Part Two. *Palaeontographica Abteilung B* 261: 99–165.
- Schrank, E. 2010. Pollen and spores from the Tendaguru Beds, Upper Juras-
sic and Lower Cretaceous of southeast Tanzania: palynostratigraphical
and paleoecological implications. *Palynology* 34: 3–42.
- Sing, C. 1971. Lower Cretaceous microfloras of the Peace River Area, nor-
thwestern Alberta. *Research Council of Alberta, bulletin* 28: 1–299.
- Spalletti, L.A., Franzese, J.R., Donald, D.M. y Pérez, I.G. 1999. Palaeoge-
ographic evolution of Southern South America during the Cretaceous.
5º Simposio sobre o Cretaceo do Brasil (Serra Negra), *Boletim* 1: 87–95.
- Vakhrameev, V.A. 1991. *Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Ear-
th*. Transactions of the Academy of Science of the USSR 430. Cambride-
ge University Press, Cambridge, 214 p.
- Vallati, P. 1993. Palynology of the Alborno Formation (Lower Cretaceous)
in the San Jorge Basin (Patagonia, Argentina). *Neues Jahrbuch für Geolo-
gie und Paläontologie, Abhandlungen* 187: 345–373.
- Volkheimer, W. 1980. Microfloras del Jurásico Superior y Cretácico Inferior
de América Latina. *2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigra-
fia, 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Buenos Aires), *Actas*
5: 121–136.
- Volkheimer, W. y Quattrocchio, M. 1975. Palinología Estratigráfica del
Titoniano (Formación Vaca Muerta) en el área de Caichigüe (Cuenca
Neuquina) *Ameghiniana* 12: 193–241.
- Volkheimer, W. y Salas, A. 1976. Estudio palinológico de la Formación
Huitrín, Cretácico de la Cuenca Neuquina, en su localidad tipo. *2º Con-
greso Geológico Argentino* (Buenos Aires), *Actas* 1: 433–453.
- Volkheimer, W. y Sepúlveda, E. 1976. Biostratigraphische Bedeutung und
microfloristische Assoziation von *Cyclusphaera psilata* n.sp., einer Lei-
tform aus der unterkreide des Neuquen-Beckens (Argentinien). *Neues
Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*: 97–108.
- Volkheimer, W., Caccavari, M.A. y Sepúlveda, E. 1977. Datos Palinológi-
cos de la Formación Ortiz (Grupo La Amarga), Cretácico Inferior de
la Cuenca Neuquina (República Argentina). *Ameghiniana* 14: 59–74.
- Volkheimer, W., Scafati, L. y Melendi, D.L. 2007. Palynology of a Danian
warm climatic wetland in Central Northern Patagonia, Argentina. *Re-
vista Española de Micropaleontología* 39: 117–134.
- Wilson, L.B. y Webster, R.M. 1946. Plant microfossils from a Fort Union
coal of Montana. *American Journal of Botany* 33: 271–278.
- Wing, S.L., Hickey, L.J. y Swisher, C.C. 1993. Implications of an excep-
tional fossil flora for Late Cretaceous vegetation. *Nature* 363: 342–344.
- Zippi, P.A. 1998. Freshwater algae from the Mattagami Formation (Albian),
Ontario: Paleoecology, botanical affinities and systematic taxonomy.
Micropalaeontology 44, supplement 1: 1–78.

APÉNDICE 1

Lista de especies descritas para la Formación Punta del Barco

A continuación se presenta la lista completa de especies que han sido descritas para la Formación Punta de Barco (Aptiano) de Patagonia, seguida cada una de ellas por un número que refiere a los trabajos en los que han sido publicadas:

- Apiculatisporites* sp. (2) (3)
Araucariacites australis Cookson ex Couper 1953 (6)
Asteropollis sp. (1)
Bacutritiles sp. 1 (2) (3)
Balmeiopsis limbatus (Balme) Archangelsky 1977 (6)
Biretisporites cf. *B. potoniaei* Delcourt y Sprumont 1955 (4)
Biretisporites sp. A (4)
Biretisporites sp. B (4)
Biretisporites sp. C (4)
Botryococcus sp. (2)
Capsispora vulcanica Llorens 2008 (5)
Ceratosporites sp. A (5)
Ceratosporites sp. B (5)
Chomotritiles minor (Kedves) Pocock 1970 (2)
Clavatipollenites sp. A (2)
Clavatipollenites sp. B (2)
Clavifera cf. *C. triplex* (Bolkhovitina) Bolkhovitina 1966 (5)
Concavissimisporites penolaensis Dettmann 1963 (5)
Concavissimisporites sp. A (5)
Contignisporites burgerii Filatoff, Mc Kellar y Price en: Filatoff y Price 1988 (4)
Contignisporites cooksoniae (Balme) Dettmann 1963 (4)
Contignisporites glebulentus (Dettmann) *emend.* Filatoff y Price 1988 (4)
Cyathidites sp. cf. *C. minor* Couper 1953 (4)
Cyclusphaera psilata Volkheimer y Sepúlveda 1976 (6)
Cyclusphaera sp. (6)
Dacrydiumites sp. (6)
Deltoidospora sp. A (4)
Deltoidospora sp. B (4)
Densoisporites corrugatus Archangelsky y Gamero 1965 (4)
Densoisporites velatus (Weyland y Krieger) *emend.* Krasnova ex. Dettmann 1963 (4)
Erlansonisporites sp. (2) (3)
Espora apiculada gen. *et* sp. *indet.* (5)
Foraminisporis dailyi (Cookson y Dettmann) Dettmann 1963 (4)
Foraminisporis sp. (4)
Formas inaperturadas gen. *et* sp. *indet.* (2)
Gleicheniidites aptianus Llorens 2008 (5)

- Gleicheniidites rigidus* Llorens 2008 (5)
Gleicheniidites senonicus Ross 1949 (5)
Gleicheniidites sp. 1 (5)
Gleicheniidites sp. 2 (5)
Gleicheniidites sp. 3 (5)
Horstisporites sp. 1 (2) (3)
Hughesisporites cf. *H. patagonicus* Archangelsky 1965 (2) (3)
Laevigatosporites ovatus Wilson y Webster 1946 (4)
Laevigatosporites sp. (4)
Lecaniella foveata Singh 1971 (2)
Lygodiidites sp. 1 (5)
Microcachryidites antarcticus Cookson ex Couper 1953 (6)
Microcachryidites cesariae sp. *nov.* (6)
Monocolpopollenites sp. (1)
Ornamentifera sp. (5)
Podocarpidites ellipticus Cookson 1947 (6)
Podocarpidites marwickii Couper 1953 (6)
Retiacolpites sp. (1)
Reticulosporis sp. 1 (4)
Reticulosporis sp. 2 (4)
Reticulosporis sp. 3 (4)
Retimonocolpites sp. A (1)
Retimonocolpites sp. B (1)
Retitotundia pseudoreticulata (Krutzsch) Zippi 1998 (2)
Retitritiles douglasii Dettmann 1986 (5)
Retitritiles sp. (5)
Schizosporis reticulatus Cookson y Dettmann 1959 (2)
Staplinisporites caminus (Balme) Pocock 1962 (5)
Tetraporina sp. 1 (2)
Tetraporina sp. 2 (2)
Todisporites sp. (4)
Trichotomosulcites microsaccatus (Couper 1953) Schrank 2010 (6)

(1) Llorens, 2003; (2) Llorens, 2005; (3) Llorens y Morbelli, 2006; (4) Llorens, 2008a; (5) Llorens, 2008b; (6) Llorens, este trabajo.

doi: 10.5710/AMGH.2.4.2012.354

Recibido: 18 de junio de 2010

Aceptado: 2 de abril de 2012