

## ***Pilunsporites* un nuevo género de espora cretácica de Patagonia**

Sergio ARCHANGELSKY<sup>1</sup> & Ana ARCHANGELSKY<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>División Paleobotánica, Museo Argentino de Cs. Ns. «B. Rivadavia», Av. A. Gallardo 470, (1405) Buenos Aires. <sup>2</sup>Museo Paleontológico «E. Feruglio», Av. Fontana 140, Trelew, Chubut.

**Abstract:** *Pilunsporites*, a new genus of a cretaceous spore from Patagonia. The new early cretaceous genus *Pilunsporites* is established for trilete spores found exclusively in a restricted area of the Austral Basin in the Patagonian offshore. The spores have a robust equatorial cingulum that thickens at the three angles to form a solid auriculate hemisphaeric structure. The proximal ornament consists of triangular muri or solid pads that bear sporadic verrucae. The distal ornament is verrucate, rugulate or has few anastomosed muri. A perisporium layer is often present. The three species described, *Pilunsporites muratus* n. sp., *P. rugulatus* n. sp. and *P. verrucatus* n. sp., partly share characters with putative pteridaceous spores, and most likely are related to this fern family. The restricted geographic and stratigraphic range of *Pilunsporites* underscores its endemic nature and further supports the large variety of ferns attained in Patagonia during the Early Cretaceous.

**Key words:** *Pilunsporites*, spores, Lower Cretaceous, Austral Basin, offshore, Patagonia, Argentina.

Los estratos cretácicos de Patagonia incluyen ricas asociaciones polínicas que han brindado novedades taxonómicas en años recientes. Entre estas novedades se pueden citar varios taxones nuevos de pteridófitas y briófitas procedentes de capas eocretácicas de diferentes unidades litoestratigráficas de la Cuenca Austral, registrados tanto en superficie como en subsuelo (Archangelsky & Archangelsky, 2002, 2006; Archangelsky & Llorens, 2005). Las investigaciones, encuadradas en el marco del Proyecto PIP 5093 del Conicet, prosiguen en esta ocasión con el estudio de un componente de las asociaciones polínicas cuyos rasgos morfológicos son novedosos a nivel genérico. Algunas características de las tres especies reconocidas permiten relacionar este género fósil con esporas de helechos pertenecientes a la familia Pteridaceae.

### MATERIAL Y METODOS

El material estudiado procede de varias perforaciones realizadas en la plataforma continental, en las áreas Magallanes y Río Gallegos (Fig. 1), ubicadas en la Cuenca Austral. Las secciones estudiadas corresponden estratigráficamente a las unidades de subsuelo conocidas como Formación Springhill (o Hidra) y Formación Palermo Aike inferior y medio (o «Inoceramus inferior»),

de acuerdo, ya sea a la terminología tradicional o la más actualizada, respectivamente (Robbiano *et al.*, 1996).

Las muestras son las mismas que fueron estudiadas previamente en su aspecto palinoestratigráfico, y su procesamiento fue detallado en dicha oportunidad (Archangelsky & Archangelsky, 2002).

Los preparados microscópicos se hallan depositados en la palinoteca de material fósil del Museo Argentino de Cs. Naturales. «B. Rivadavia» (sigla BA Pal). Los tacos estudiados con el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) se hallan depositados en la colección paleobotánica del mismo Museo (sigla BA Pb MEB). La ubicación de los ejemplares corresponde a las coordenadas del England Finder.

La presencia de tres capas en la esporodermis, preservadas en muchos ejemplares estudiados, permite incluir estas esporas en el grupo de las «perisporadas» (Gastony, 1974). Hemos seguido la terminología usada por Kurmann & Taylor (1987) en su estudio del género fósil *Cyathea-cidites* donde la esporodermis se divide en tres capas que, desde el interior de la espora hacia afuera, se denominan exosporio interno, exosporio externo y perisporio, respectivamente. El término perisporio es considerado un sinónimo de perina (Punt *et al.*, 1994).

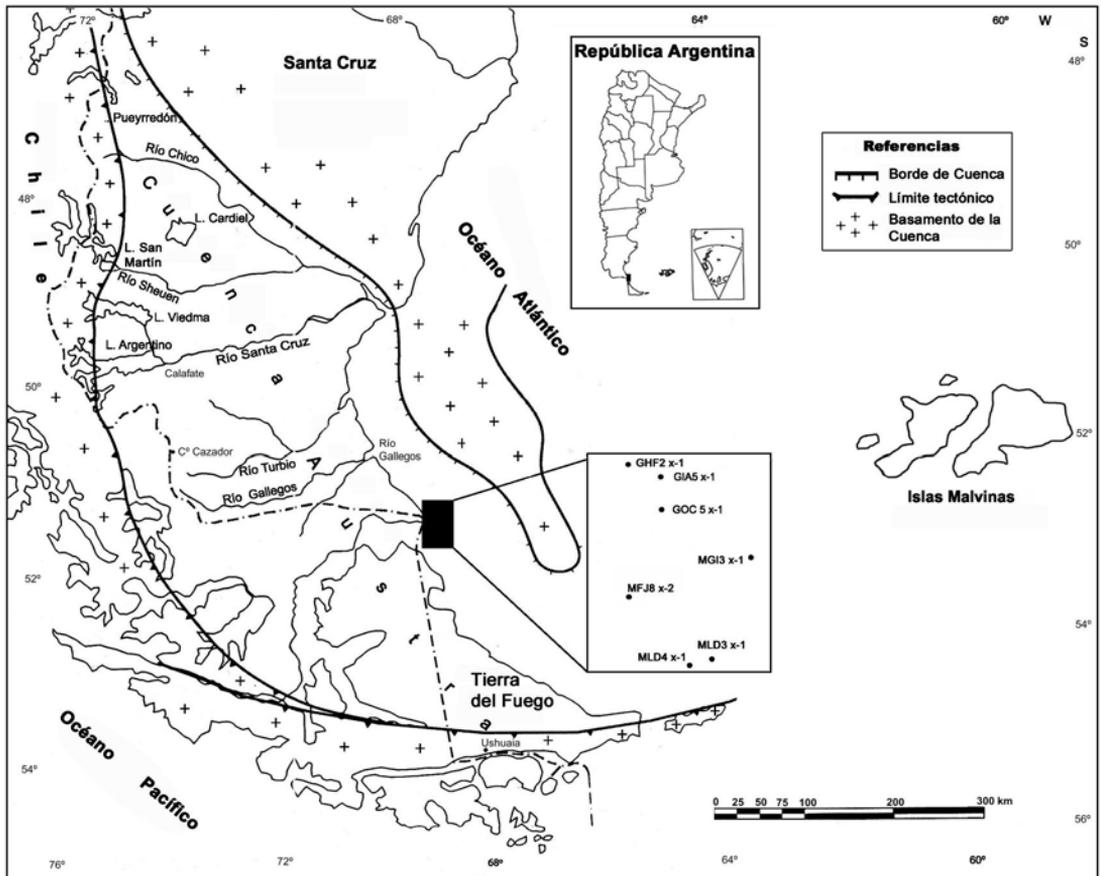


Fig. 1. Mapa mostrando el área de la Plataforma Continental con la localización y sigla de las perforaciones donde fueron halladas las esporas estudiadas o citadas.

## DESCRIPCIONES SISTEMATICAS

### *Pilunsporites* n. gen.

*Especie tipo:* *Pilunsporites muratus* n.sp.

*Etimología.* El epíteto genérico se basa en el vocablo de la lengua mapuche que significa «ore-ja». El mismo alude a las conspicuas aurículas de esta espora.

*Diagnosis.* Espora trilete cingulada con conspicuas aurículas ecuatoriales en los ángulos. Cara proximal con engrosamientos que en las áreas de contacto forman un triángulo cuyos lados bordean las lesuras y el ecuador. Cara distal siem-pre ornamentada ya sea por muros, verrugas, rúgulas, o báculas, dispuestas de manera espa-ciada a compacta. Esporodermis compuesta por dos capas de exosporio y un perisporio general-mente conservado.

*Diagnosis.* Cingulate trilete spore bearing conspicuous equatorial auriculae at angles. Proximal face with ornament on contact areas forming a triangle with sides that bound laesurae and equator. Distal face always ornamented with either muri, verrucae, rugulae or baculae, compactly to loosely spaced. Sporoderm composed of two exospore layers and a typically preserved perispore.

*Discusión y comparaciones.* No son frecuentes las esporas que posean un cíngulo ecuatorial con aurículas en los ángulos. En el caso de *Pilunsporites*, las aurículas tienen un desarrollo tridimensional del cíngulo que se produce en el ancho, largo y alto de las esporodermis (Fig. 4B) y por ello luce más oscuro visto por transparencia.

Los géneros que más se asemejan al aquí propuesto son esencialmente paleozoicos. *Trilobo-*

*zonotriletes* Naumova ex Byvsheva del Viseano de Rusia, si bien tiene un cíngulo ecuatorial, el mismo es delgado, puede faltar en los lados, y se expande en forma de una aurícula distalmente ensanchada y festoneada (Byvsheva *et al.*, 1985; Jansonius & Hills, 1987). Por otra parte, el cuerpo central de la espora aparece liso.

*Simozonotriletes* Naumova 1939 ex Ishchenko 1952 del Carbonífero de Rusia y Alemania (Jansonius & Hills, 1976) presenta un grueso cíngulo ecuatorial que en los ángulos se expande levemente, aunque no forma una estructura auricular diferenciada, como sucede en *Pilunsporites n.gen.* Por otra parte, la espora no tiene ornamentación marcada y es lisa o escabrada.

Esporas mesozoicas con expansiones de la exina en los ángulos (como por ejemplo *Appendicisporites* Weyland & Krieger o *Trilobosporites* Pant ex Potonié), difieren por no tener un cíngulo. Por otra parte, las expansiones con frecuencia son el producto de una extensión de la ornamentación de la cara distal o proximal.

Ciertas especies de géneros mesozoicos comparten algunos caracteres presentes en *Pilunsporites n.gen.*, como es el caso de *Muricin-gulisporis* Krutzsch, *Sotasporites* Archangelsky & Archangelsky, *Distaltriangulisporites* Singh (Singh, 1971) o *Cyatheacidites* (Cookson)Potonié. Todas ellas tienen un cíngulo ecuatorial robusto y ornamentación proximal con elementos destacados en las áreas de contacto, que es comparable, en ocasiones, a *Pilunsporites*. Distalmente, algunas especies tienen a veces una ornamentación similar, pero ninguna presenta aurículas sólidas, destacadas y diferenciadas del cíngulo. Algunos ejemplares de *Muricin-gulisporis annulatus* Archangelsky & Gamero y *Cyatheacidites tectifera* Archangelsky & Gamero presentan un leve ensanchamiento o una curvatura del cíngulo en uno, ocasionalmente en dos de sus ángulos. Ello se debe a una deformación producida durante la fosilización, aunque en otros casos, puede ser original. Estos engrosamientos, que por ser poco frecuentes no fueron señalados originalmente (Archangelsky & Gamero, 1965, 1966), ahora fueron constatados en algunos ejemplares que se hallan en los mismos niveles sedimentarios que contienen las especies de

#### *Pilunsporites n.gen.*

Otros caracteres compartidos parcialmente son los tipos variados de ornamentación distal, los que sugieren una afinidad botánica a nivel de familia entre *Pilunsporites n.gen.* y *Muricin-gulisporis annulatus*, o algunas especies de *Sotasporites*, taxones que fueron referidos con un alto grado de probabilidad a las Pteridaceae (Archangelsky & Archangelsky, 2006). Esta fa-

milia de helechos tiene especies que en la actualidad viven en la región andina de Patagonia. *Cyatheacidites*, en cambio, es un género monotípico relacionado a la familia Lophosoriaceae, que también tiene representantes actuales en Patagonia.

La característica esencial que permite definir el nuevo género *Pilunsporites* es, por lo tanto, la destacada aurícula, ubicada sin excepción sobre el cíngulo ecuatorial, y en todos los ángulos de la espora.

#### ***Pilunsporites muratus n. sp.***

(Figs. 2A-B; 3A-B)

**Diagnosis.** Espora de contorno ecuatorial triangular y lados rectos a convexos. Lesuras llegando al cíngulo ecuatorial, rectas o algo sinuosas con labios débiles, hundidos en una depresión bordeada a cada lado por un muro que forma parte de la escultura proximal. Cíngulo grueso de bordes lisos, ocasionalmente con proyecciones en forma de clavos o papilas. En los ángulos se desarrollan aurículas sólidas, de forma regularmente hemisférica, que se destacan por una coloración más oscura. Ornamento de las áreas de contacto formado por engrosamientos anulares-trianguulares, cuyos lados son paralelos a las lesuras y el ecuador. En la región polar estos engrosamientos suelen presentar una, ocasionalmente dos, papilas por área de contacto. Ornamento de la cara distal compuesto por una estructura deltoide, de muros rectos, continuos, y conectados con la aurícula ecuatorial de los ángulos mediante cortos puentes engrosados. Dentro del triángulo distal pueden presentarse muros de un ancho similar que a modo de trabéculas conectan los lados del triángulo y dejan amplios espacios internos libres de ornamentación. Esporodermis con dos capas, la externa más gruesa y la interna más delgada y birrefringente. Un probable perisporio se desarrolla en el margen del cíngulo como una capa ondulada más oscura, y como una patina punteada sobre el ornamento.

**Diagnosis.** *Equatorial amb of spores triangular with straight to convex sides. Laesurae trilete, straight to slightly sinuous, reaching the equator at cingulum, with short lips, sunken in a depression bound at each side by the ornament present on contact areas. Cingulum thick of smooth edges and occasional minute papillae or clavae. Solid auriculae of typically hemisphaeric shape and a darker colour present at angles. Ornament on proximal contact areas triangular to annular with sides parallel to laesurae and equator. At the polar area, one, rarely two strong*

*papillae are developed in each contact area. Distal ornament with a deltoid structure of more or less continuous straight muri connected to equatorial auriculae by short thick ridges. Inside the triangle few spaced and isolated or connecting sides ridges are present. No other ornament present between ridges. Sporoderm with two layers, the outer thicker and the inner more birefringent. A probable perispore is developed as an irregular wavy darker layer at the cingulum surface, and as a thin perforated lamina on the ornament.*

**Etimología.** El epíteto específico alude a los muros que caracterizan la ornamentación distal.

**Medidas:** Diámetro ecuatorial, 42-66  $\mu\text{m}$  (22 ejs.).

**Holotipo:** BA Pal 5683 (coordenada G39/3)

**Paratipo:** BA Pal 5686 (coordenada W23/0).

**Distribución estratigráfica:** Pozos GIA-5 (1143 m, 1145 m); MGI-3 (1308 m, 1353.2 m); GHF-2 (1160 m); GOC -5 (1236 m); MFJ-8 (1517.7 m); MLD-3 (1541.2 m, 1551.2 m); MLD-4 (1559.50 m, 1584.01 m).

**Descripción.** El cíngulo ecuatorial tiene un espesor que varía de 3-10  $\mu\text{m}$  (Figs. 2 A-B; 3A-B) y sus bordes son lisos o bien con algunas excrescencias papilosas, o en forma de clavos y báculas, de hasta 1.5  $\mu\text{m}$  de alto (Fig. 2A). Ocasionalmente el margen puede ser algo ondulado y las crestas de las óndulas suelen tener una mayor densidad vistas por transparencia, lo cual sugiere que la esporodermis en el cíngulo tiene dos capas (Fig. 3A). En los ángulos se desarrolla una aurícula típica, sólida, hemisférica, de coloración más oscura que el resto, que mide 10-17  $\mu\text{m}$  de ancho por 4-9  $\mu\text{m}$  de largo (Fig. 3B). La cara proximal presenta un engrosamiento anular-triangular continuo, cuyos lados bordean dos brazos del trilete y el ecuador. Este engrosamiento lleva una papila sólida en la región polar y, ocasionalmente, otra papila en posición más cercana al ángulo de la espora (Figs. 2A; 3A). Los muros de los triángulos de las áreas de contacto vecinas forman canales dentro de los cuales se alojan las lesuras. El espesor de los muros que forman el triángulo proximal es de 3-4  $\mu\text{m}$ . Dentro de los triángulos pueden presentarse ocasionales verrugas y muros cortos. Los muros paralelos al ecuador se hallan separados del cíngulo (Fig. 2A). La estructura deltoide distal tiene un diámetro menor al del cíngulo, y se conecta con él en los ángulos por medio de cortos muros que forman un puente con las respectivas aurículas (Fig. 2B). Los muros que se hallan dentro de la estructura deltoide tienen 3-6  $\mu\text{m}$  de espesor y se conectan entre sí formando una malla de

lúmenes muy amplios (Fig. 2B). La esporodermis está compuesta por tres capas, siendo la interna (exosporio interno) más delgada y birrefringente, (Fig. 3B), con un espesor de 0.7-1.1  $\mu\text{m}$ . La ornamentación irregular que se desarrolla en los márgenes del cíngulo -o bien las ondulaciones del mismo que tienen una densidad óptica diferente- vistas por transparencia, representarían la capa externa de la esporodermis, referible a un perisporio. En ejemplares donde las formaciones irregulares no ocurren y los lados son rectos, externamente se presentan finas puntuaciones, de 0.8-0.9  $\mu\text{m}$ , que también podrían corresponder al perisporio.

**Discusión y comparaciones.** Integramos en una misma especie varias formas que a primera vista parecen diferentes, pero que luego de un análisis más detallado pueden referirse a un solo taxón con variaciones intraespecíficas debidas a la preservación variable del perisporio. Básicamente, cuando el perisporio está adherido al exosporio externo, el contorno ecuatorial es más redondeado, con lados marcadamente convexos. Cuando esa capa falta, los lados de la espora son casi rectos y suelen presentar una fina ornamentación. A ello puede sumarse la distribución estratigráfica que, si bien no es exclusiva, ha demostrado que las formas de lados rectos predominan en los niveles más antiguos, desarrollados principalmente en el área de Magallanes, mientras que las formas de lados más convexos dominan en niveles más jóvenes que se desarrollaron en el área de Gallegos. Como los otros caracteres de estas formas coinciden, preferimos por ahora mantenerlas en una misma especie hasta tanto no se realicen estudios más detallados sobre la capa de la esporodermis que interpretamos como un perisporio. *Pilunsporites muratus* n.sp. difiere de las otras dos especies del género por su ornamentación distal, que es rugulada en *P. rugulatus* y verrucosa en *P. verrucatus*.

Algunos caracteres de esta especie son semejantes a *Sotasporites triangularis* que fuera descrita para el Cretácico de la Cuenca Austral (Archangelsky & Archangelsky, 2006). El engrosamiento deltoide distal y su conexión con el cíngulo mediante un puente en cada ángulo es parecido, aunque hay claras diferencias en el carácter auriculado de la espora y la ornamentación de la cara proximal en *P. muratus*. *Muricungulisporis annulatus*, especie difundida en el Cretácico de la Cuenca Austral, tiene engrosamientos anulares en las áreas de contacto proximales que son semejantes a los de *Pilunsporites muratus*, incluyendo la presencia de

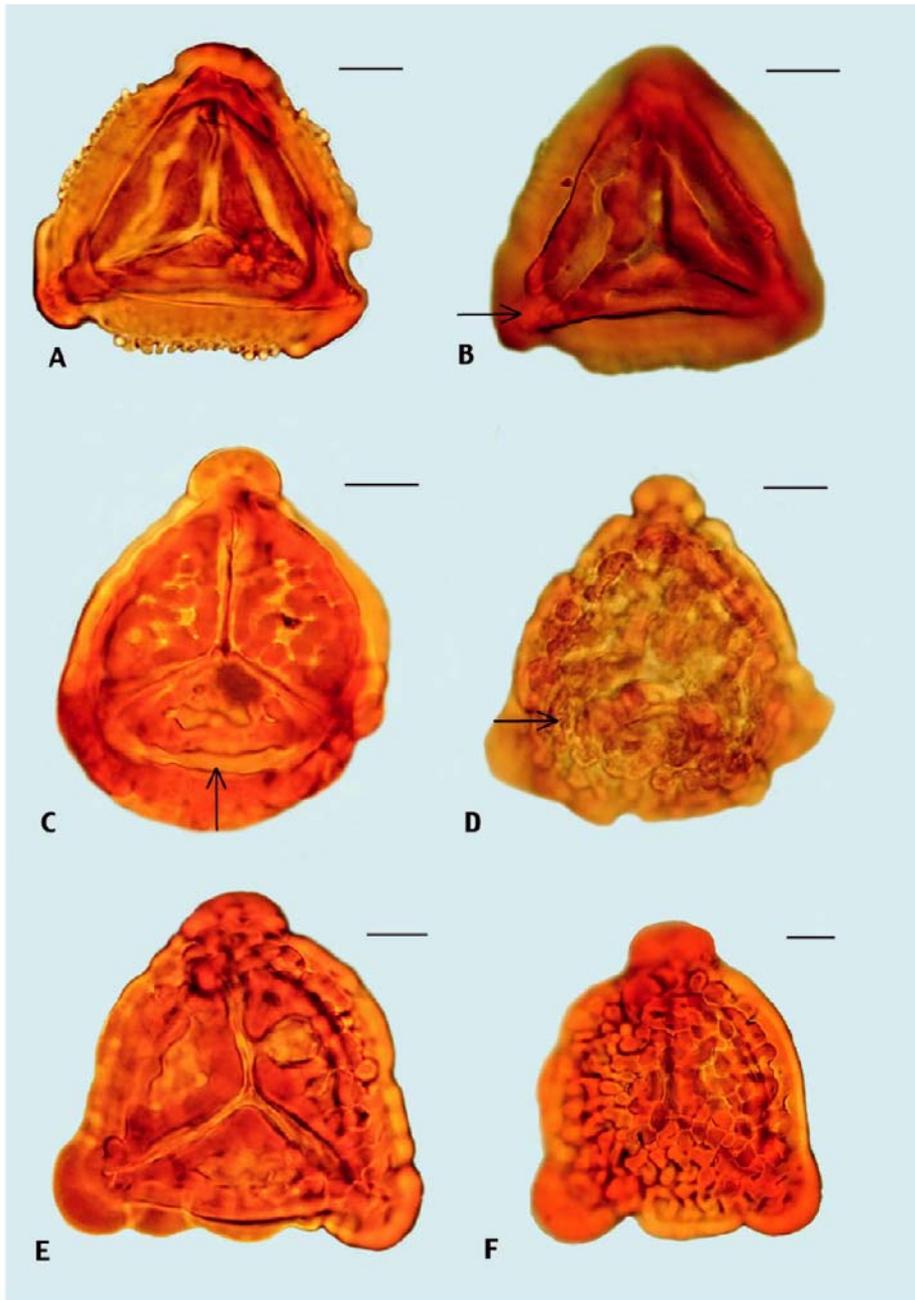


Fig. 2. A-F. *Pilunsporites* nov.gen. A-B, *Pilunsporites muratus* n.sp. Holotipo, BA Pal 5683, coordenadas G39/3. A, cara proximal, mostrando excrescencias papilosas en el borde ecuatorial del cíngulo. B, cara distal con típica estructura deltoide, conectada con las aurículas por cortos muros (flecha). C-D, *Pilunsporites rugulatus* n.sp. C, Holotipo, BA Pal 5685, coordenadas J35/1. Cara proximal mostrando ornamentación rugulada en las áreas de contacto separada por una zona acanalada libre de escultura (flecha). D, Paratipo, BA Pal 5687, coordenadas X28/3. Cara distal con ornamentación rugulada que presenta finas puntuaciones en su superficie (flecha). E-F, *Pilunsporites verrucatus* n.sp. E, Holotipo, BA Pal 5681, coordenadas S27/0. Cara proximal ornamentada con verrugas y báculas cerca del cíngulo. F, Paratipo, BA Pal 5681, coordenadas V24/3. Cara distal con verrugas compactas y uniformes que llegan cerca del cíngulo. Escala gráfica: 10  $\mu$ m.

papilas gruesas en la región polar (Archangelsky & Archangelsky, 2006), aunque hay diferencias en la ornamentación de la cara distal que es rúgulo-reticulada, y también en la falta de aurícula en los ángulos.

A excepción de las fuertes aurículas del cíngulo que se desarrollan en los ángulos de la espóra, los demás caracteres de *P. muratus* pueden hallarse en varios géneros de pteridáceas actuales (Ramos Giacosa *et al.*, 2001; Lorschitter *et al.*, 2001; Tryon & Lugardon, 1991).

Los distintos engrosamientos de la espóra le confieren a esta especie una estructura (arquitectura) básica que le otorgaba cierta rigidez, y que probablemente actuaba de protección al contenido interno en el marco de una estrategia de dispersión.

***Pilunsporites verrucatus n. sp.***

(Figs. 2E-F; 3E-F)

**Diagnosis.** Espóra de contorno ecuatorial triangular y lados convexos. Lesuras llegando al ecuador, poco sinuosas, con breves labios, encerradas en una depresión bordeada a cada lado por un muro que forma parte de la escultura proximal. Cíngulo grueso de bordes lisos. En los ángulos, como un apéndice del cíngulo, se desarrollan aurículas sólidas y hemisféricas de espesor variable. Ornamentación proximal formada por estructuras anular- triangulares que en cada área de contacto bordean las lesuras y el ecuador. Los muros adyacentes al ecuador presentan robustas verrugas, a veces báculas, cuyas bases pueden entrar en contacto. Las verrugas también pueden presentarse ocasionalmente sobre los muros que bordean las lesuras. Ornamentación cubriendo íntegramente la cara distal hasta el ecuador, compuesta por verrugas de base ancha, dispuestas de manera compacta y de un tamaño uniforme. Las verrugas suelen fusionarse para formar breves muros sinuosos. Esporodermis compuesta por tres capas, una interna, fina y birrefringente, una media, gruesa y un perisporio externo, muy delicado, que cubre la ornamentación y el cíngulo.

**Diagnosis.** Spore of triangular and convex sides. Laesurae slightly sinuous with short lips, reaching the equator, located in depressions bound by long muri of the proximal sculpture. Cingulum thick with smooth margins, developing solid, hemisphaeric auriculae of varied thickness. Proximal ornament formed by triangular-annular structures on each contact area, with sides parallel to equator and laesurae. Muri adjacent to equator with robust verrucae, rarely baculae, commonly with confluent bases. Verrucae on muri

developed along laesurae may also be present. Ornament composed of compactly disposed uniform verrucae that entirely cover the distal face and reach equator. Adjacent verrucae may fuse basally to form short, sinuous muri. Sporoderm with three layers, a thin inner birrefringent, a thick middle layer and a delicate perisporium, covering cingulum and ornament.

**Etimología.** El epíteto específico alude a la ornamentación verrucosa de la cara distal de la espóra.

**Medidas.** Diámetro ecuatorial, 41  $\mu\text{m}$ - 89  $\mu\text{m}$  (24 ejemplares).

**Holotipo:** BA Pal 5681 (coordenada S27/0)

**Paratipos:** BA Pal 5681 (coordenadas V24/3 y N37/0); BA Pal 5682 (coordenada M40/3).

**Distribución estratigráfica.** Pozos GOC-5 (1254.5 m, 1262 m); MLD-4 (1578.78 m, 1584.01 m, 1592.9 m); MLD-3 (1618.2 m); MGI-3 (1355 m); GIA-5 (1143 m); MFJ-8 (1564 m).

**Descripción.** El contorno ecuatorial de la espóra es triangular y los lados pueden llegar a ser marcadamente convexos otorgándole un perfil casi subcircular a algunos ejemplares (Fig. 2F). El cíngulo es liso, de 5.8-10.4  $\mu\text{m}$  de ancho, a veces con cortas invaginaciones que se ubican cerca de las aurículas. Raramente presenta ondulaciones marginales como en las otras especies del género (Fig. 2F). Las aurículas son una continuación ecuatorial del cíngulo, tienen un ancho de 15-19  $\mu\text{m}$  y 7-11  $\mu\text{m}$  de alto, y son prominentes, aunque no tan sólidas como en *O. muratus n.sp.* (Figs. 2E; 3E). Pueden arquearse en dirección del polo proximal (Fig. 3E). Las áreas de contacto se caracterizan por tener fuertes muros de 2.8-7.3  $\mu\text{m}$  de ancho, que forman triángulos (Fig. 2E). Los muros tienen una ornamentación superpuesta que puede variar entre gruesas verrugas o báculas, de 3.3-6.1  $\mu\text{m}$  de ancho y 2.6-6.1  $\mu\text{m}$  de alto, las que se ubican con preferencia bordeando el ecuador (Fig. 2E). Los triángulos son huecos, desprovistos de ornamento, aunque pueden tener muros internos que conectan parcialmente sus lados (Fig. 2E). La ornamentación distal cubre toda la cara hasta el ecuador, es básicamente verrucosa y compacta, con los elementos en contacto basal (Figs. 2F; 3F). Las verrugas miden 2.6-10  $\mu\text{m}$  de ancho y 3-7.6  $\mu\text{m}$  de alto, en general son de base aproximadamente circular, aunque las hay de contorno algo poligonal, y al fusionarse pueden formar cortos muros sinuosos (Fig. 2F). Los espacios entre las verrugas son pequeños, de 0.8-2.6  $\mu\text{m}$  de ancho.

La esporodermis tiene tres capas definidas. La capa interna, o exosporio interno, es delga-

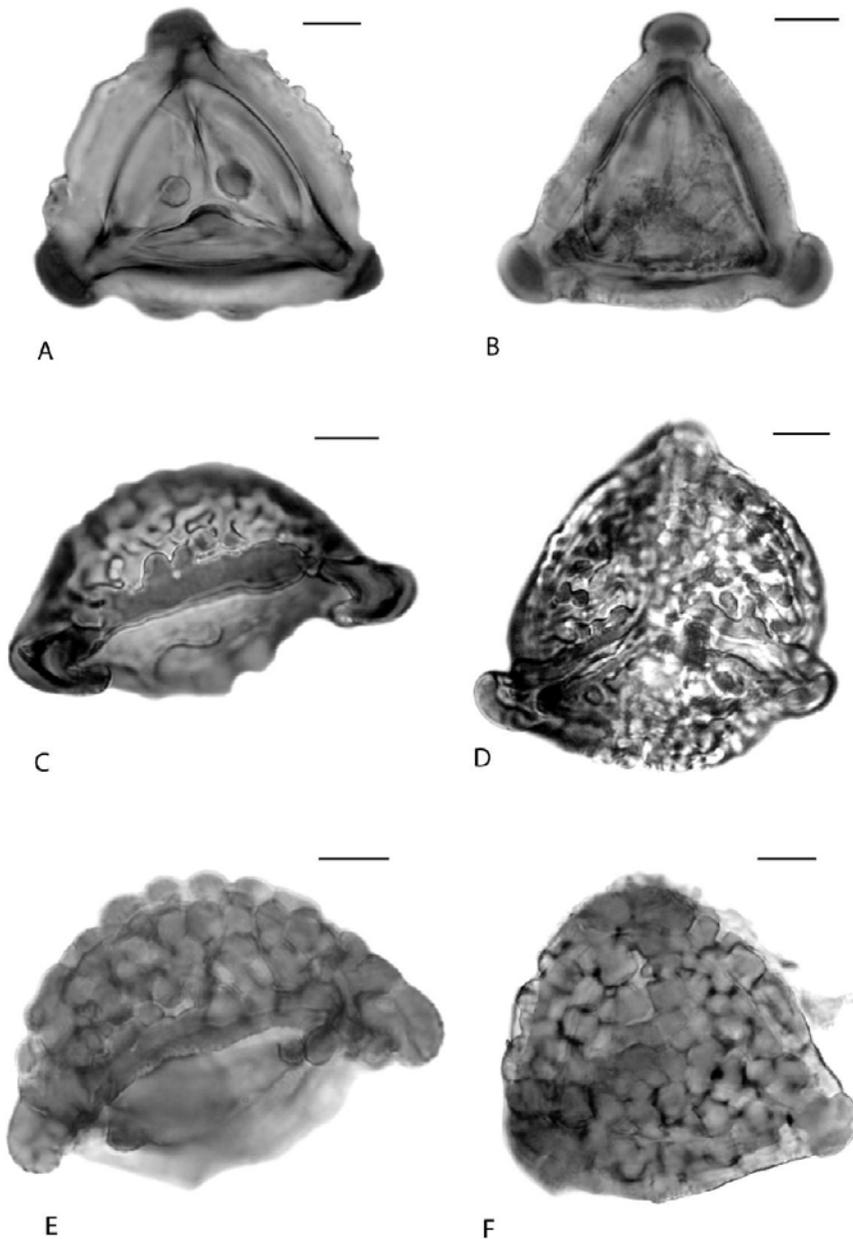


Fig. 3. A -F. *Pilunsporites* nov. gen. A-B, *Pilunsporites muratus* n.sp. A, Paratipo, BA Pal 5686, coordenadas W23/0. Cara proximal mostrando papilas cerca del polo y cíngulo con ondulaciones y excrescencias en los márgenes. B, BA Pal. 5688, coordenadas W50/0. Cara distal mostrando la delgada capa interna de la esporodermis (flecha). C-D *Pilunsporites rugulatus* n.sp. C, BA Pal 5681, coordenadas P24/2. Vista ecuatorial con el detalle de las aurículas arqueadas en sentido proximal y rúgulas distales conectadas al cíngulo. D, BA Pal 5685, coordenadas X33/2. Se observa la ornamentación proximal y distal que confluye en diferentes niveles focales, y las aurículas arqueadas. E-F, *Pilunsporites verrucatus* n.sp. E, Paratipo, BA Pal. 5681, coordenadas N37/0. Vista ecuatorial mostrando una delgada capa externa, punteada, que corresponde al perisporio. Se observa la compacta ornamentación verrucosa distal y las aurículas arqueadas en sentido proximal de la espora. F, BA Pal. 5682, coordenadas M40/3. Cara distal con compactas verrugas y el perisporio desprendiéndose de la esporodermis. Escala gráfica: 10  $\mu$ m.

da, birrefringente, mide entre 0.5-1.0  $\mu\text{m}$  de ancho, mientras que la capa media, o exosporio externo, es gruesa y conforma el mayor espesor del cíngulo y ornamento. Ésta se halla cubierta por el perisporio, que es una delgadísima capa de 0.8-1.7  $\mu\text{m}$  de espesor, cuya superficie presenta micropuntuaciones de hasta 0.9  $\mu\text{m}$  de diámetro, y que puede estar algo separada (Fig. 3E), o aún desprendida del cuerpo de la espora (Fig. 3F).

*Discusión y comparaciones.* Esta especie es, de las tres estudiadas, la que presenta mejor definido el perisporio. El mismo aparece estrechamente vinculado al exosporio pero también puede hallarse separado como producto de un desgarre que no parece natural.

*Pilunsporites verrucatus n.sp.* difiere de *P. muratus n.sp.* por poseer una conspicua ornamentación, esencialmente verrucosa. También difiere en otros detalles, como por ejemplo los márgenes lisos del cíngulo, una aurícula menos rígida y visiblemente arqueada y la distribución distal de la ornamentación que no forma un área deltoide, separada del ecuador, dado que las verrugas llegan al mismo. *P. rugulatus n.sp.* difiere por su escultura rugulada en la cara distal, con los elementos separados dejando amplios espacios entre sí. Además, en la cara proximal, los triángulos de las áreas de contacto tienen rúgulas internas y sus paredes son más delgadas.

***Pilunsporites rugulatus n. sp.***

(Figs. 2C-D; 3C-D; 4A-B)

*Diagnosis.* Espora de contorno triangular con lados convexos. Lesuras llegando al ecuador, rectas a suavemente onduladas, con labios delgados, hundidas en un surco bordeado por un grueso muro a cada lado. Cíngulo de borde liso, levemente ondulado, expandiéndose en forma de aurícula en los ángulos. Aurículas frecuentemente arqueadas hacia el polo proximal. Ornamentación proximal formando estructuras anular-trianguulares que llevan verrugas chatas en cada área de contacto, con dos lados paralelos a la lesura y el tercero, paralelo al ecuador pero claramente separado del mismo por una depresión. Rúgulas conspicuas y ocasionales verrugas presentes dentro del triángulo. Ornamentación distal formada por rúgulas y verrugas que pueden fusionarse. La ornamentación cercana al ecuador generalmente llega al cíngulo. Esporodermis compuesta por las dos capas del exosporio y un perisporio.

*Diagnosis.* Spore of triangular and convex sides. Laesurae reaching equator, straight to slightly undulate, with short lips, sunken in a

groove formed by laterally placed thick muri. Cingulum with smooth to weakly sinuous sides, neatly auriculate at angles. Auriculae formed by an arched protrusion of cingulum often arched proximally. Ornament on proximal face forming an annular, triangular structure on each contact area, with two sides along the lesurae and the third side parallel to and separated from the equator by a depression. Large rugulae and occasional verrucae present inside triangles. Ornament on distal side formed by rugulae and verrucae that may fuse. Ornament near equator commonly fused to cingulum. Sporoderm with two exospore layers and a perisporio.

*Etimología.* El epíteto específico alude a la ornamentación rugulada de la cara distal de la espora.

*Medidas.* Diámetro equatorial: 42-70  $\mu\text{m}$  (18 ej.).

*Holotipo:* BA Pal 5685 (coordenada J35/1).

*Paratipos:* BA Pal 5681 (coordenada P24/2); BA Pal 5687 (coordenada X28/3); BA Pal. 5685 (coordenada X33/2).

*Distribución estratigráfica.* Pozos MGI-3 (1308 m, 1352 m); MLD-4 (1578.78 m, 1584.01 m, 1568.49 m; 1559.50 m); GOC-5 (1254.5 m); GIA-5 (1157.4 m).

*Descripción.* Esta es una especie muy característica por su ornamentación distal, que es rugulada, con unas pocas verrugas (Figs. 2; 3D), y por el cíngulo que se arquea en los ángulos y forma aurículas conspicuas, de 13.8- 21  $\mu\text{m}$  de ancho y 7.5-9.6  $\mu\text{m}$  de largo (Fig. 3C). Las aurículas generalmente se arquean en sentido proximal y adquieren una forma típica de agujas de «crochet» o ganchillo (Fig. 3C). Parte de la ornamentación proximal también puede confluir en los ángulos (Fig. 3D). El cíngulo tiene un ancho que varía de 4.2-8.4  $\mu\text{m}$  y un alto de 6.4-10.5  $\mu\text{m}$ , y tiene un borde liso o muy levemente ondulado (Fig. 2C). El ornamento de la cara proximal se caracteriza por tener estructuras triangulares en las áreas de contacto, formadas por muros (2.7-5  $\mu\text{m}$  de ancho y 6-8  $\mu\text{m}$  de alto) que se disponen paralelos al ecuador y lesuras. Esos muros encierran gruesas rúgulas de 2.3-4.9  $\mu\text{m}$  de ancho, las que pueden fusionarse para formar un retículo irregular con lúmenes de 0.6-1.5  $\mu\text{m}$  de ancho (Fig. 2C). Entre los muros paralelos al ecuador y el cíngulo se forma una zona acanalada libre de escultura, de unos 3.5  $\mu\text{m}$  de ancho (Figs. 2C en la parte inferior de la espora; 3B). Algunas verrugas pueden presentarse sobre los muros, especialmente cerca de los ángulos (Fig. 2D). La escultura de la cara distal es típicamente ru-

gulada-convoluta, con algunas verrugas intercaladas (Fig. 2D). Las rúgulas, que tienen un ancho de 1.4 -3.9  $\mu\text{m}$  y 2.6- 2.7  $\mu\text{m}$  de alto, se hallan separadas entre sí por un ancho más o menos igual al ancho basal de las rúgulas (Figs. 2D; 3C), y con frecuencia se fusionan al cíngulo (Fig. 3C). Sobre los elementos esculturales se observan finas puntuaciones de 0.2-0.7  $\mu\text{m}$  que pueden corresponder a los remanentes de un perisporio o bien ser producto de corrosión, o ambos a la vez (Fig. 2D). También, en ciertas partes del cíngulo, con un mayor aumento, se ve una delgada capa continua en su parte más externa, de 0.7-3-3  $\mu\text{m}$  de ancho, que tiene una birrefringencia diferente al resto (Fig. 3C, flecha). La hipótesis de que esta capa corresponde a un perisporio puede ser considerada como probable, pues las puntuaciones se hallan a veces levemente desplazadas hacia los lúmenes y parecen representar jirones de una delgada película, tal como se observa con el MEB (Fig. 4B).

**Discusión y comparaciones.** Esta especie difiere de *P. muratus n.sp.* dado que posee una conspicua ornamentación distal rugulada. Por otra parte, *P. verrucatus n.sp.* tiene una ornamentación distal verrucosa y muy compacta, no dejando espacios amplios como en *P. rugulatus*. Además, el cíngulo de *P. verrucatus* es más grueso, las aurículas son sólidas y hemisféricas y tiene gruesas báculas y verrugas dispuestas sobre los muros proximales.

La estructura triangular en las áreas de contacto de *P. rugulatus n.sp.* se asemeja a la que se halla en *Muricingulisporis annulatus* Archangelsky & Gamarro, del Grupo Baqueró (Archangelsky & Gamarro 1966; Archangelsky & Archangelsky, 2006). La ornamentación distal en la especie baqueroense es también rugulada, pero el cíngulo no es auriculado. Esta espora es más pequeña, y tiene un contorno ecuatorial típicamente triangular, de lados rectos.

*Muricingulisporis chenquensis* Barreda, del Terciario de Patagonia, no tiene aurículas. Difiere también en la ornamentación proximal por tener escasas y pequeñas verrugas dentro de los triángulos de las áreas de contacto, y distalmente verrugas y cortos muros muy separados entre sí (Barreda, 1992).

*Muricingulisporis sp.* del Cretácico Inferior de la Fm. Springhill (subsuelo), ilustrada por Baldoni & Archangelsky (1983), tiene semejanza en la escultura de la cara proximal pero difiere en la cara distal, que si bien es rugulada, los elementos son más anchos con una densidad y compacidad muy superior, dejando lúmenes muy estrechos. Tampoco presentan aurículas

(Baldoni & Archangelsky, 1983, lám. III figs. 12-15).

*Cyatheacidites botuliformis* Dettmann, del Campaniano de Antártida (Dettmann, 1986) y Coniaciano -Santoniano, también de Antártida (Barreda *et al.*, 1999), es semejante en su ornamentación distal que es rugulada, aunque los elementos están más juntos y son más gruesos. El cíngulo no posee aurícula y es más ancho. La superficie de la espora presenta una microgranulación muy densa y evidente (Dettmann, *l.c.*, lámina 15 figs. 9, 10), o bien micropuntuación (Barreda *et al.*, *l.c.*, lám. II fig. 5). Esta esculturación es muy similar a la que se observa en la ilustración de *Cyatheacidites annulatus* Cookson ex Potonié del mismo trabajo de Dettmann (Dettmann *l.c.*, lám. 15 fig. 7), y que corresponde a un perisporio, tal como fuera demostrado por estudios con microscopía electrónica de transmisión (Kurmann & Taylor, 1987).

#### Discusión sobre el perisporio en esporas fósiles

Numerosas especies de esporas pteridofíticas fósiles como las aquí estudiadas, cuya ornamentación es evidente con aumentos intermedios del microscopio óptico, tienen características similares a formas actuales que viven en zonas geográficamente muy cercanas. Pueden establecerse afinidades botánicas principalmente con representantes de la Familia Pteridaceae, entre ellos con los géneros *Pteris* Linneo, *Anogramma* Link, *Pityrogramma* Link, *Eriosorus* Fée, *Jamesonia* Hooker & Greville, y otros más que poseen caracteres comunes en la ornamentación proximal o distal, aparte de un cíngulo ecuatorial destacado (Morbelli, 1980; Tryon & Lugar-don, 1991; Lorscheitter *et al.*, 2001; Ramos Giacosa *et al.*, 2001).

Por otra parte, estudios ultraestructurales de algunas esporas fósiles permitieron realizar comparaciones más precisas con especies actuales en un mismo nivel de detalle, como ha sido el caso de *Lophosoria* Presl, y el género fósil *Cyathea-cidites* Cookson ex Potonié (Kurmann & Taylor, 1987). Precisamente, en este último caso se demostró que la esporodermis de especies fósiles que son muy afines en su morfología a la especie viviente, poseían también una esporodermis con una ultraestructura muy similar, la cual incluye tres capas definidas, dos interiores correspondientes al exosporio y una externa, el perisporio. Esta última, muy delicada y sujeta a fácil deterioro, no se detecta con claridad en muchas esporas fósiles, siendo ignorada por este hecho. Sin embargo, sus restos pueden ser reconocidos cuando las observaciones se efectúan con equipos y

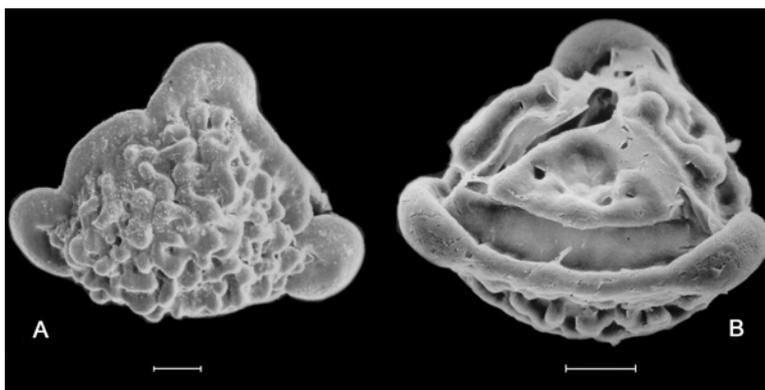


Fig. 4. A-B, *Pilunsporites rugulatus* n. sp. (Fotos con MEB). A, BA Pb MEB 156. Vista distal mostrando la ornamentación rugulada que llega al cíngulo y las prominentes aurículas desarrolladas en los ángulos de la espora. B, BA Pb MEB 224. Vista ecuatorial oblicua. Se observa parte de la cara proximal ornamentada con una zona ecuatorial acanalada y pa-ralela al cíngulo; se observa también un sector de la cara distal con rúgulas y las conspicuas aurículas de la espora. Escala gráfica: 10 µm.

técnicas adecuadas, y una cuidadosa preparación del material.

*Pilunsporites* es otro género fósil que presenta remanentes de un tejido que se puede referir a un perisporio. Este hecho es un nuevo paso para encarar estudios ulteriores que permitan determinar el grado de relación estructural que existe entre la esporodermis de esporas fósiles con las actuales, y estrechar las eventuales semejanzas que pudiesen existir. De tal manera se podrá profundizar en una nueva línea de investigación de alto poder resolutivo, a nivel ultraestructural, y determinar así nuevos caracteres que pueden resultar muy útiles tanto en taxonomía como en filogenia, fitogeografía y aún en otros aspectos vinculados a la bioestratigrafía o tafonomía.

### CONCLUSIONES

Varios sondeos de la Plataforma Continental patagónica, en las áreas de Gallegos y Magallanes de la Cuenca Austral, han brindado numerosos tipos de esporas cinguladas, algunas de las cuales fueron referidas putativamente a la familia Pteridaceae (Archangelsky & Archangelsky, 2006). En los mismos niveles se han reconocido esporas cinguladas, que si bien presentan algunos caracteres semejantes, se diferencian por el desarrollo de aurículas conspicuas en los ángulos, formadas por un ensanchamiento tridimensional del cíngulo. Para estas formas se ha establecido el nuevo género *Pilunsporites*, con tres especies, *P. muratus*, *P. rugulatus* y *P. verrucatus*, según la ornamentación de la cara distal en cada una de ellas.

La similitud que se observa en la ornamentación de estas especies con algunas pteridáceas fósiles y actuales, hace presumir que *Pilunsporites* fue otro representante de esta familia, aunque las formas vivientes no son auriculadas. Este carácter desapareció durante el Cretácico Superior, ya que no fue reconocido en materiales neocretácicos y terciarios.

*Pilunsporites* presenta una esporodermis compuesta por tres capas, un exosporio interno, y otro externo cubierto por una tercera y del-gadísima capa, no siempre bien conservada, que se refiere a un perisporio. Es por ello que se ha-cen necesarios futuros estudios ultraestruc-turales para poder develar la distribución y com-posición de las diferentes capas que componen las esporodermis, especialmente la que se asigna al perisporio. Así se podrán establecer compara-ciones con otros géneros en los que el perisporio se ha reconocido en estado fósil (*Cyatheacidites*), y con esporas de géneros actuales, fundamental-mente de las familias Pteridaceae y Lopho-soriaceae. En tal sentido, el perisporio de algu-nas especies actuales de helechos ha demostrado tener caracteres que pueden ser utilizados en taxonomía, por cuanto posee rasgos estructura-les de cierta complejidad (como por ejemplo es-tar compuesto por una, dos o tres capas), al ser estudiados con microscopía electrónica de trans-misión (Ramos Giacosa *et al.*, 2004). Este hecho abre nuevas posibilidades en el estudio de espo-ras fósiles en las que la presencia de perisporio puede adicionar información útil desde un pun-to de vista taxonómico.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Luis Lezama y Orlando Cárdenas, quienes han asistido en la confección de ilustraciones y preparación del material, respectivamente. También agradecemos los comentarios de la Dra. Marta Morbelli sobre ultraestructura de la esporodermis en esporas actuales, y a los árbitros, Dras. S. Césari y V. Barreda por su acertadas observaciones. Finalmente a Shell Hydrocarbons por el material oportunamente cedido para su estudio.

## BIBLIOGRAFIA

- Archangelsky, A & M. Llorens. 2005. Palinología de la Formación Kachaika, Cretácico Inferior de la Cuenca Austral, provincia de Santa Cruz. II. Esporas. *Ameghiniana* 42: 311-328.
- Archangelsky, S. & A. Archangelsky. 2002. Palinología estadística en el Cretácico de la Cuenca Austral, Plataforma Continental Argentina. I. Seis perforaciones del área Magallanes. *Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat. n. s. 4*: 25-34.
- 2006. Putative Early Cretaceous pteridaceous spores from the offshore Austral Basin in Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research* 27:473-486.
- Archangelsky, S. & J. C. Gamarro. 1965. Estudio palinológico de la formación Baqueró (Cretácico), provincia de Santa Cruz. I. *Ameghiniana* 4: 159-170.
- 1966. Estudio palinológico de la formación Baqueró (Cretácico), provincia de Santa Cruz. II. *Ameghiniana* 4: 201-209.
- Baldoni, A. M. & S. Archangelsky. 1983. Palinología de la Formación Springhill (Cretácico Inferior), subsuelo de Argentina y Chile Austral. *Rev. Española de Micropal.* 15:47-101.
- Barreda, V. D. 1992. *Muricingulisporis chenquensis*, una nueva especie de espóra de Pteridophyta del Terciario de Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 29: 347-351.
- Barreda, V., S. Palamarczuk & F. Medina. 1999. Palinología de la Formación Hidden Lake (Coniaciano-Santoniano), Isla James Ross, Antártida. *Rev. Española de Micropal.* 31: 53-72.
- Byvsheva, T. V., A. D. Arkhangelskaya et al. 1985. *Atlas of spores and pollen of oil and gas bearing strata from the Phanerozoic of the Russian and Turanian platforms*. Trudy Vsesoiuznogo Nauchnogo Issledovatel'skogo Geologorazvedochnogo Neftia-nogo Instituta (VNIGNI), 253 pp.
- Dettmann, M. E. 1986. Significance of the Cretaceous-Tertiary spore genus *Cyatheacidites* in tracing the origin and migration of *Lophosoria* (Filicopsida). *Special Pap. in Palaeontology* 35: 63-94.
- Gastony, G. J. 1974. Spore morphology in the *Cyatheaceae*. I. The perine and sporangial capacity: general considerations. *Amer. J. Bot.* 61: 672-680.
- Jansonius, J. & L. V. Hills. 1976-1987. *Genera File of fossil spores*. Special Public. Dep. Geology, Univ. of Calgary, fichas 2600, 2601, 4560, 4766 y 4767.
- Kurmann, M. H. & T. N. Taylor. 1987. Sporoderm ultrastructure of *Lophosoria* and *Cyatheacidites* (Filicopsida): systematic and evolutionary implications. *Pl. Syst. & Evol.* 157:85-94.
- Lorscheitter, M. L., A. R. Ashraf, A. P. G. Windisch & V. Mosbrugger. 2001. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part. III. *Palaeontographica* B 266: 1-165.
- Morbelli, M. A. 1980. Morfología de las esporas de Pteridophyta presentes en la región fuego-patagónica, República Argentina. *Opera Lilloana* 28: 1-138.
- Punt, W., S. Blackmore, S. Nilsson & A. Le Thomas. 1994. Glossary of pollen and spore terminology. *Lab. Palaeobot. and Palynology, Contrib.* 1: 1-71.
- Ramos Giacosa, J. P., M. A. Morbelli & G. E. Giudice. 2001. Estudio palinológico de las especies de *Anogramma* y *Trachypteris* (Pteridaceae, Pteridophyta) de Argentina. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 36: 283-288.
- 2004. Spore wall ultrastructure in *Anogramma* species (Pteridaceae) from Argentina. *Grana* 43: 231-237.
- Robbiano, J. A., H. A. Arbe & A. Gangui. 1996. Cuenca Austral Marina. En: V. A. Ramos & M. A. Turic (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina*, Relatorio 17: 323-341.
- Singh, C. 1971. Lower Cretaceous Microfloras of the Peace River Area, Northeastern Alberta. *Bull. Research Council of Alberta* 28, vol. 1, pp. 1-299.
- Tryon, A. F. & B. Lugardon. 1991. *Spores of the Pteridophyta*. Springer-Verlag, pp. 1-648.

Recibido: 31-V-2006

Aceptado: 8-VIII-2006