

## *Lophosoria* del Terciario de isla Rey Jorge y Chile Central: origen y dispersión en el hemisferio Sur

TERESA TORRES G.<sup>1</sup> y HENRIETTE MÉON<sup>2</sup>

### RESUMEN

Macro y microrestos vegetales de edad terciaria, afines a *Lophosoria quadripinnata* (Gmel). C. Chr. helecho monotípico de los Neotrópicos y de América del Sur, fueron hallados en los sedimentos terciarios de la Formación Fildes (62°11'S., 58°55'W.) isla Rey Jorge, Antártica. La spora *Cyatheacidites annulatus* (Cookson) ex Potonié, afín a *Lophosoria*, también fue hallada en dos localidades terciarias en la zona central de Chile: Matanzas (33°57'27"S., 71°52'15"W.) y La Dehesa (33°18'S., 70°35'W.). Se discute origen y paleogeografía de *Lophosoria* proponiéndose una nueva especie: *Lophosoria antarctica*.

Palabras claves: *Lophosoria*, palinología, paleogeografía, Antártica, Chile.

## *Lophosoria* du Tertiaire de l'île Roi Georges et Chili Centrale: l'origine et dispersion dans l'hémisphère sud.

TERESA TORRES G.<sup>1</sup> et HENRIETTE MÉON<sup>2</sup>

### RÉSUMÉ

Des mégareste et microrestes, d'âge tertiaire, affines de *Lophosoria quadripinnata* (Gmel). C. Chr., fougère monotypique répandu de l'Amérique tropicale aux régions tempérées humides d'Amérique du Sud ont été trouvés dans les niveaux tertiaires de la Formation Fildes, (62°11'S., 58°55'W.) dans l'île Roi Georges, Antarctique. La spore *Cyatheacidites annulatus* (Cookson) ex Potonié, lié à *Lophosoria*, a été également trouvée dans deux localités tertiaires de la zone centrale du Chili: Matanzas (33°57'27"S., 71°52'15"W.) et La Dehesa (33°18'S., 70°35'W.). Les implications sur l'origine et la paléogéographie du genre *Lophosoria* sont discutés et une nouvelle espèce *Lophosoria antarctica* est proposée.

Mots clés: *Lophosoria*, palynologie, paléogéographie, Antarctique, Chile.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

<sup>2</sup> Institut de Sciences de la Terre, Laboratoire de Palynologie, URA 11 de CNRS, Université Claude Bernard, Lyon 1, 23 Bd. du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne, France.

# *Lophosoria* from the Tertiary of King George Island and Central Chile: origin and dispersion in the Southern Hemisphere

TERESA TORRES G.<sup>1</sup> and HENRIETTE MÉON<sup>2</sup>

## ABSTRACT

*Tertiary macro and microrests similar to Lophosoria quadripinnata (Gmel). C.Chr., monotypic fern of the Neotropics and South America were found in the Fildes Formation, (62°11'S., 58°55'W.) King George Island, Antarctica.*

*The spore Cyatheidites annulatus (Cookson) ex Potonié, similar to Lophosoria, was found also in two tertiary localities in Central Chile, Matanzas (33°57'27"S., 71°52'15"W.) and La Dehesa (33°18'S., 70°35'W.).*

*The origin and palaeogeography of the fern Lophosoria is discussed. A new species Lophosoria antarctica for the macrorests found in Antarctica is being proposed.*

Key words: *Lophosoria*, palynology, palaeogeography, Antarctica, Chile.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la flora fósil de las islas Shetland del Sur tiene un alto interés biogeográfico para comprender el origen y dispersión de varios grupos taxonómicos que parecen tener una historia íntimamente ligada al continente antártico. El resultado de las investigaciones del Terciario de la isla Rey Jorge (Torres, 1990), indica que varios taxa encontrados en la península Antártica e islas adyacentes se distribuyeron en el pasado hasta los 33°S. en Chile.

Como resultado del plan de investigaciones, cuyo objetivo es el estudio de algunas familias y géneros de plantas típicamente australes, se presenta este trabajo que aporta nuevos antecedentes sobre esporas y macrorestos de un helecho que aparece frecuentemente en las floras fósiles cretácicas y terciarias de la Antártica y de algunas regiones del hemisferio sur. En efecto, entre la diversificada macroflora de la Formación Fildes, (62°11'S., 58°55'W.) isla Rey Jorge, se hallaron fragmentos de pinna de helechos, como así también, la presencia de esporas bien preservadas de *Cyatheidites*, con afinidades a la especie actual *Lophosoria quadripinnata* (Gmel). C. Chr., helecho monotípico que se distribuye actualmente desde México hasta el sur de Chile.

El hallazgo de esporas similares en los estratos terciarios de Matanzas (33°57'27"S; 71°52'15"W.) y La Dehesa (33°18'S., 70°35'W.) en la zona central de Chile, motivó profundizar el estudio sobre la distribución del género *Cyatheidites* en el Terciario y a complementar los antecedentes que se conocen sobre su origen y aparición en el hemisferio sur.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material palinológico proviene de la isla Rey Jorge y fue obtenido durante la XXIV Expedición Científica Antártica, organizada por el Instituto Antártico Chileno (INACH) en 1988. El material de Matanzas y La Dehesa fue recolectado por H. Méon durante una misión a Chile, realizada en 1989.

Los macrorestos provienen de los sedimentos terciarios de cerro Fósil, península Fildes, en donde se ha encontrado y estudiado una diversificada flora compuesta por angiospermas, coníferas y hele-

chos (Troncoso 1986, Torres 1990).

Los microrestos de este estudio provienen de tres diferentes localidades terciarias: a) Punta Suffield, Formación Fildes, isla Rey Jorge, Antártica, de edad eocena; b) Matanzas, Formación Navidad, del Mioceno y c) estratos de La Dehesa, de edad eocena superior; estas dos últimas son de la zona central de Chile. Las esporas tanto de la isla Rey Jorge como de Matanzas y La Dehesa, forman parte de una rica y diversificada microflora que ha sido en parte estudiada por Torres (1990), Torres y Méon (1990) y Méon *et al.* (1992).

Las esporas actuales de *Lophosoria* utilizadas en la comparación provienen del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago.

Para el estudio palinológico los sedimentos fueron sometidos a los procesos físico-químicos clásicos utilizados en palinología. Las técnicas empleadas para la preparación y el montaje de las esporas, para el estudio en microscopio electrónico de barrido (MEB) es simple: lavado en alcohol, secado a temperatura ambiente y montaje sobre el soporte con cinta adhesiva doble. Para simplificar aun más la técnica, las esporas fueron adheridas inicialmente con cinta adhesiva simple, para observarlas, elegir las y fotografiarlas al microscopio óptico, antes de metalizar el material. Luego de adheridas las esporas al soporte, se recubrieron con una fina película de oro paladio, en vacío, para luego ser observadas en el MEB SEM-35CF del Centro de Microscopía Electrónica Aplicada a la Biología y Geología, Universidad Claude-Bernard de Lyon, y en un microscopio SIEMENS, del Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales (IDIEM), Universidad de Chile.

La observación de las preparaciones y las microfotografías se efectuaron en un microscopio Leitz Orthoplan, provisto de un aparato fotográfico, Leitz vario-Orthomat, del laboratorio de Palinología del Instituto de Ciencias de la Tierra, URA 11 del CNRS, Universidad Claude-Bernard de Lyon.

## RESULTADOS

### A) Macrorestos

Familia: Lophosoriaceae  
*Lophosoria antarctica* n. sp.  
Pl. 1, figuras 7 a 11

Descripción: Fragmentos de pinnas estériles de fronda de helecho de 2 a 3,5 cm de largo por 1,8 cm de ancho, con 3 y 7 pares de pinnulas de 12 mm de largo y 4 mm de ancho, dispuestas en forma alterna o subopuestas. La pinnula está recorrida por una vena media central; las venas secundarias que recorren los lóbulos están mal conservadas. Los lóbulos son de margen entero, ovados y de ápices acuminados.

Muestra Tipo: ANTCF-51. Colección de muestras paleobotánicas T. Torres del Instituto Antártico Chileno, depositada en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.

Afinidad botánica: *Lophosoria quadripinnata* (Gmel) C.Chr.

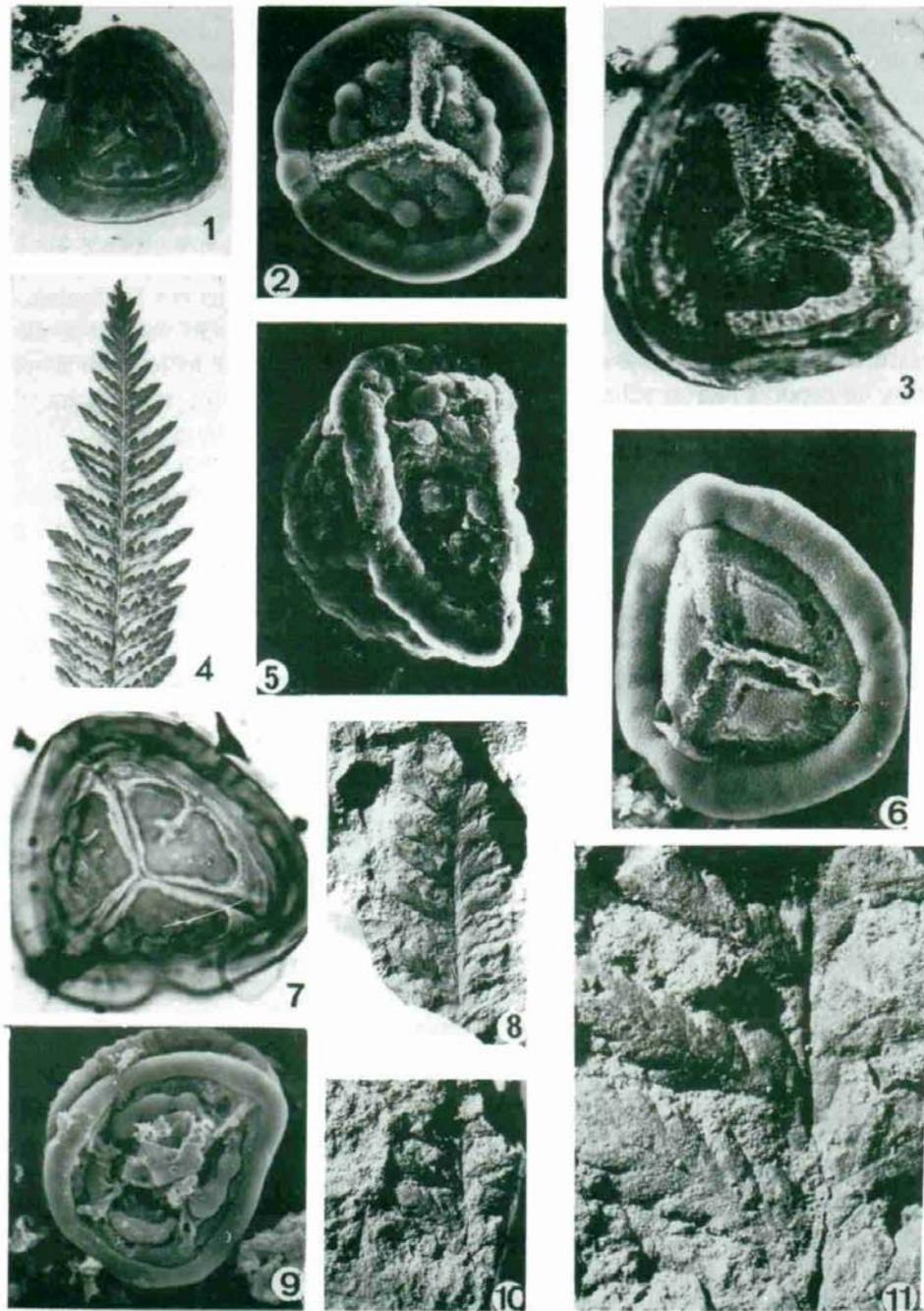


Lámina 1. *Cyathacidites annulatus* (Cookson) ex Potonié. (Reducción de 27%).  
 Figs. 1-3. Cara proximal de espóra proveniente de la isla Rey Jorge (1 x 500; 3 x 1000).  
 Fig. 2. Cara proximal mostrando las verrugas o tubérculos entre la lesura y el cingulo. (MEB x 1000; escala 10  $\mu$  m).  
 Fig. 5. Contorno ecuatorial mostrando las verrugas de las caras distal y proximal (x 1000).  
 Fig. 6. Cara proximal sin rugosidades y con una fina membrana microreticulada sobre el cingulo y las protuberancias subtriangulares.. (MEB x 1000).  
 Fig. 7. Cara proximal de espóra de La Dehesa. (MEB x 1000).  
 Fig. 9. Cara proximal de espóra de Matanzas. (x 1000).  
 Fig. 4. Pinna de *Lophosoria quadripinnata* (Gmel). D.Ch., (x 1).  
 Figs. 8-10-11. Impresiones de *Lophosoria antarctica* Torres. (x 1; x 1; x 4, respectivamente).

- 1947 Cookson, p. 136, pl. 15, figs. 53-55, Mioceno, islas Kerguelen, Antártica  
 1956 Potonié, p. 62, pl. 8, figs. 81 et 82  
 1957 Cookson, p. 45, pl. 9, figs. 4 et 5.  
 1969 Fasola, p. 12, Lám II, fig. 3, Eoceno, Punta Arenas, Chile.  
 1967 Archangelsky y Gamarro, p. 163, pl. 2, figs. 1 et 11, Cretácico Inferior, Argentina.  
 1967 Cookson y Cranwell, p. 208, pl. 3, figs. 7, 8, Paleoceno, Magallanes, Chile.  
 1969 Mechleova, p. 16, fig. 4, Mioceno, Plateau Kerguelen, Antártica.  
 1972 Archangelsky, p. 84-85, Lám. 5, figs. 3-5, Eoceno, Argentina.  
 1973 Martin, pl. 1, figs. 1-3, Terciario Superior, Australia.  
 1973 Stover y Partridge, p. 247, pl. 13, figs. 5a-5b, Oligoceno, Australia.  
 1974 Regali et al., Estampa 15, fig. 6, Mioceno Inf. a Plioceno, de Brasil.  
 1979 Troncoso y Barrera, p. 9, Lám. 1, fig. 19, Eoceno, Osorno, Chile.  
 1981 Gamarro y Archangelsky, Paleoceno-Eoceno, Colorado, Argentina.  
 1983 Bratzvera, p. 912, pl. 7, figs. 1-3, Oligoceno Superior, Argentina.  
 1983 Truswell, p. 143, pl. 1, fig. 21, Cretácico Superior, Terciario, Antártica.  
 1986 Baldoni y Barreda, pl. II, fig. 15, Cretácico Superior, isla Seymour, Antártica.  
 1986 Lyra, pl. 1, fig. 2, Paleoceno, isla Rey Jorge, Antártica.  
 1986 Dettmann, plate 13, figs. 11-15, plate 14, figs. 1-7 plate 15, figs. 1-7 (revisión).  
 1987 Dettmann y Thomson, p. 29, fig 4h, Cretácico Superior, isla Ross, Antártica.  
 1987 Baldoni, Lám. 3, figs. 1-5, Prov. Neuquén, Terciario Inferior. Argentina.  
 1989 Barreda, Mioceno del Patagoniano, Prov. Chubut, Lám. 6, figs. Lám. 4 y 6.  
 1990 Torres, plate 13, figs. 1, 2, 3, 4, 5 Eoceno, isla Rey Jorge, Antártica.

## B) Microrestos de *Lophosoria*

Género: *Cyatheacidites* Cookson 1947 ex Potonié 1956

*Cyatheacidites annulatus* Cookson ex Potonié 1956

Lám. 1, figs. 1-3, 5-6, 7-8; Lám. 2, fig. 2.

Descripción: Espora trilete cingulada con contorno ecuatorial subtriangular a subcircular. Lesura recta tocando el borde interior del cingulo. Cara proximal con tubérculos o verrugas, superpuestas sobre una protuberancia subtriangular, entre la lesura y el cingulo. En algunos ejemplares se observa una fina membrana granulosa sobre la superficie proximal. La cara distal es hemisférica con puntuaciones y foveas irregulares en forma y tamaño.

Dimensiones: diámetro ecuatorial 40 a 66  $\mu$ m, cingulo de 4 a 10  $\mu$ m.

Afinidad botánica: *Lophosoria quadripinnata* (Gmel) C. Chr.

Repartición stratigráfica y paleogeográfica: Cretácico (Berriasiano) a Mioceno. Gondwana Sur (Australia, América del Sur, Antártica, Islas Kerguelen y plateau de las islas Kerguelen y Malvinas (Falkland)). En Argentina aparece en el Cretácico Superior y llega hasta el Mioceno. En Chile, por ahora, los registros son todos del Terciario.

Procedencia: Formación Fildes, Punta Suffield, (Eoceno) isla Rey Jorge, islas Shetland del Sur, Antártica. Formación Navidad, Matanzas, (Mioceno) y Formación Farellones, La Dehesa, nivel con macrorestos de *Nothofagus* (Eoceno).

## C) Esporas de *L. quadripinnata* (Gmel) C. Chr. Lámina 2, Figs. 1-6.

La observación en el MEB, permite constatar que las esporas de *Lophosoria* son triletes biconvexas con un diámetro ecuatorial de 40 a 90  $\mu$ m y un contorno ecuatorial subcircular a subtriangular. Un cingulo importante de 5 a 10  $\mu$ m, separa la cara distal de la cara proximal. La cara proximal es subpiramidal y sobre ella se observa la presencia de verrugas entre la lesura y el cingulo. El radio de la marca trilete llega hasta el borde interior del cingulo. La cara distal es hemisférica y perforada, presenta una escultura distal que varía notablemente de una espora a otra, observándose foveas irregulares en tamaño y en forma.

## DISCUSIÓN

Los macrorestos de la nueva especie denominada *Lophosoria antarctica* son bastante fragmentarios. Sin embargo, entre los actuales helechos utilizados en la comparación, la especie *Lophosoria quadripinnata* (ilustrada en la Lám. 1; Fig. 4) es la que tiene la mayor afinidad, siendo este fósil el primer antecedente de macrorestos de esta especie en la Antártica.

Con respecto a los hallazgos realizados en otros lugares de Chile, impresiones de fragmentos de pinnulas asignados a *Lophosoria* también han sido señaladas por Troncoso (1991), para el Mioceno en la localidad de Matanzas, Formación Navidad, con lo cual la presencia de esporas afines a *Lophosoria* refuerza la presencia de este género en dicha formación.

En relación con la microflora, las esporas de *Cyatheacidites annulatus* estudiados coinciden plenamente con los especímenes hallados en otras localidades terciarias, siendo más pequeñas las dimensiones de las esporas de Matanza y La Dehesa (inferiores a 50  $\mu\text{m}$ ). Las formas fósiles también coinciden con las esporas de *Lophosoria* que se ilustran en la Lámina 2.

El género *Cyatheacidites* fue establecido por Cookson (1947), quien ilustró por primera vez esporas fósiles cinguladas de las islas Kerguelen, denominándolas *Trilites (Cyatheacidites) annulata*. El nombre genérico *Cyatheacidites* fue utilizado por el parecido con las esporas actuales de *Cyathea*. El género fue revalidado por Potonié (1956) y enmendado por Dettmann (1986). Está definido para esporas fósiles triletes de contorno subcircular a subtriangular, rodeadas por un cingulo. La cara distal tiene una escultura foveolada, foveo-reticulada o rugosa-reticulada.

Actualmente el género tiene asignadas 4 especies: *C. annulatus* (Cookson) Potonié; *C. tectifera* Archangelsky y Gamarro, *C. botuliformis* Dettmann y *C. archangelsky* Dettmann. La diferencia principal entre estas especies es la ornamentación de la cara distal que puede ser: foveolada en las dos primeras, foveo-reticulada en *C. archangelsky* y rugulo reticulada a rugulosa en *C. botuliformis*. Para confirmar la validez de la utilización de estos caracteres morfológicos en la creación de nuevas especies fósiles, se impone un estudio que escapa a los objetivos de este trabajo, sobre la variabilidad de las esporas de *Lophosoria*, considerando diferentes localidades y grados de maduración.

En relación con la escultura de las caras distal y proximal de *L. quadripinnata*, Kurman y Taylor (1987) señalaron que las variaciones de las verrugas en la cara proximal son de origen ontogenético. Estas estructuras son reducidas o ausentes en las esporas de tamaños pequeños. Heusser (1971) había señalado que algunos especímenes de Chile, presentan rugosidades en la cara distal. Todas estas características han sido observadas tanto en las esporas de *Lophosoria* actual como en los fósiles de la isla Rey Jorge, Antártica y aquellas provenientes de Chile central (Lámina 1, Figs. 1 a 3, 5 y 6 y Lámina 2, Figs. 1 a 6). Por esta razón, este carácter no parece ser una condición suficiente para la creación de nuevas especies.

La especie tipo *Cyatheacidites annulatus* Cookson, proveniente de las islas Kerguelen, fue hallada en sedimentos de edad miocénica. Sin embargo, el género es conocido desde el Cretácico Superior (Valanginiano-Aptiano), con las especies *C. tectifera* Archangelsky y Gamarro y *C. archangelsky* Dettmann, (Archangelsky y Gamarro, 1965), encontradas en la Formación Baquero, provincia de Santa Cruz, Argentina. La especie *C. botuliformis*, de edad campaniana, fue hallada en la isla James Ross, península Antártica (Dettmann, 1986).

Según Erdtman (1957), Gastony y Tryon (1976), Kurman y Taylor (1987) y Dettmann (1986), las esporas fósiles de *C. annulatus* y *C. tectifera* tienen afinidades indiscutibles con aquellas de la especie *Lophosoria quadripinnata* (Gmel) C.Ch. Los estudios de la ultraestructura realizados por Kurman y Taylor (op. cit.) han demostrado que las esporas de la especie *Lophosoria quadripinnata* (Gmel) C. Chr., no presentan ninguna diferencia en la ultraestructura, con aquellas esporas denominadas *Cyatheacidites annulatus* del Terciario y *Cyatheacidites tectifera* del Cretácico. Por otra parte, Dettmann (1986), argumentando que las únicas diferencias entre las dos especies son la edad y el tamaño,

ubica los dos taxa en sinonimia. Ella enmienda la diagnóstico del género *Cyatheacidites* Cookson ex Potonié, crea dos nuevas especies e indica una repartición cronoestratigráfica en la península Antártica desde el Berriasiano al Terciario.

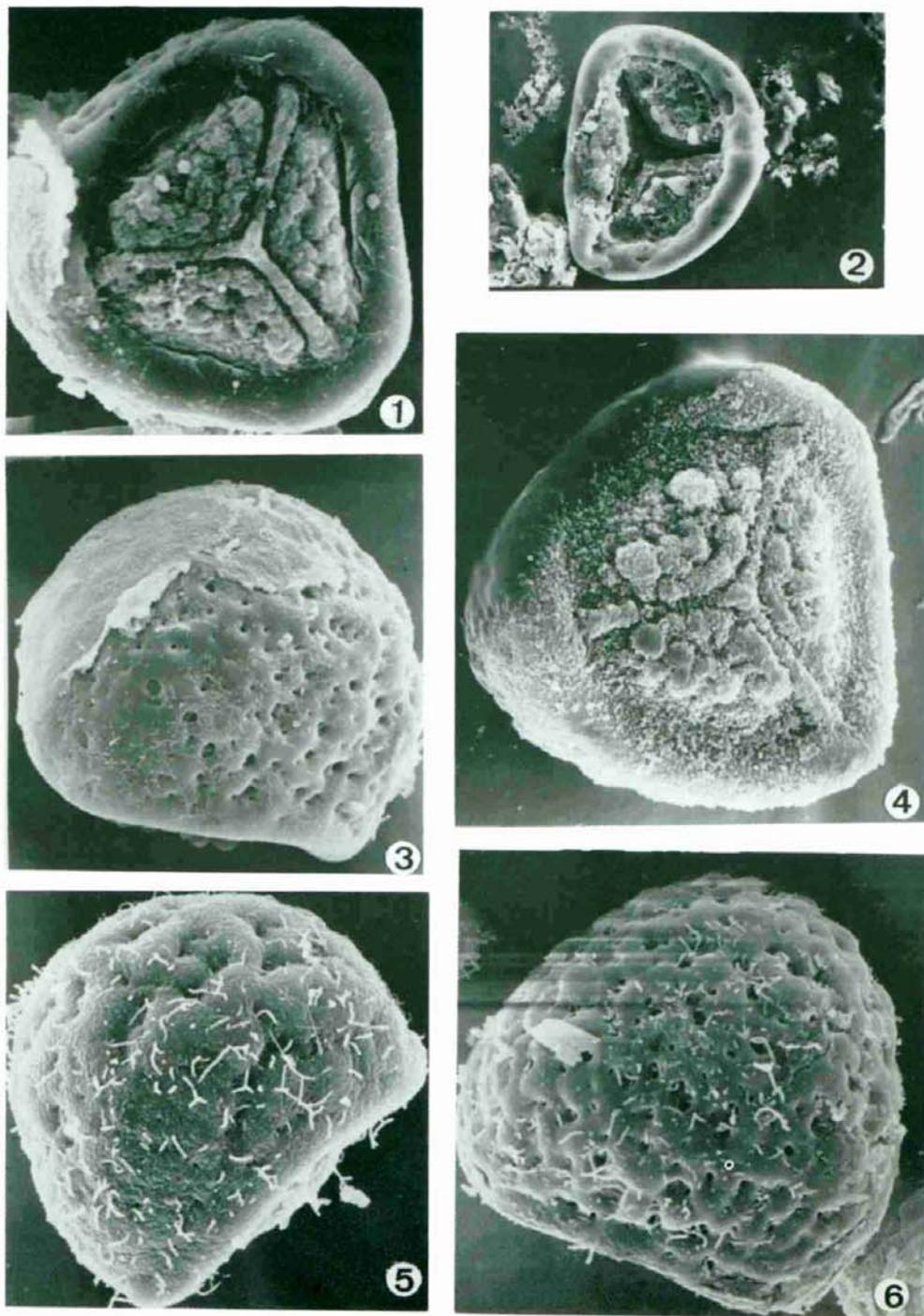


Lámina 2. *Lophosoria quadripinnata* (Gmel). C. Chr. (Reducción de 27%)

Figs. 1-4. Cara proximal mostrando las verrugas entre la lesura y el cingulo (MEB x 1300).

Figs. 4-5-6. Cara distal con diferentes morfologías de las foveas. (MEB x 1300).

Fig. 2. *Cyatheacidites annulatus*, de La Dehesa (x 1000)

### Consideraciones paleogeográficas y ecológicas

Tomando en cuenta la estrecha similitud entre las esporas fósiles y las esporas actuales, las condiciones ambientales que se podrían inferir para las esporas fósiles son bastantes generales. *L. quadripinnata* es un helecho monotípico que se encuentra en América Central y en América del Sur. Se distribuye desde Veracruz, en México, hasta el sur de Chile (incluido el archipiélago de Juan Fernández) (Figura 1). Tiene una adaptación ecológica bastante amplia, puesto que se la encuentra bajo climas templados fríos, desde el nivel del mar, hasta 1000 m de altura. En los climas cálidos del neotrópico, la especie crece entre los 1000 y 3000 m de altura (Tryon y Tryon, 1982). El hallazgo de *C. annulatus*, desde el Cretácico, en donde se supone un clima cálido y húmedo, pasando por todas las crisis climáticas acaecidas en el Terciario, hasta llegar a la flora actual, sólo permite confirmar la gran plasticidad adaptativa de este helecho.

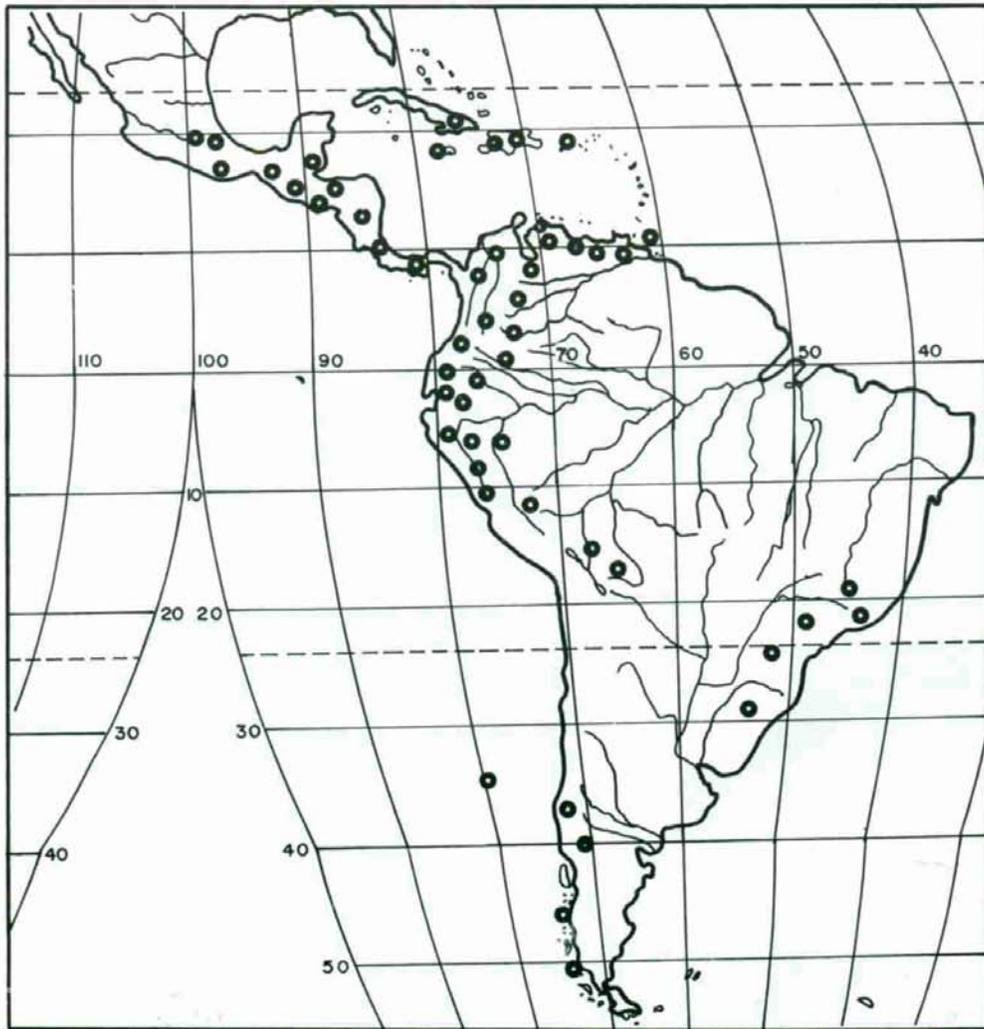


Fig. 1. Mapa de distribución actual de *Lophosoria quadripinnata* (Gmel) C.Chr. (Tomado de Tryon y Tryon, 1982).

La distribución de *Cyatheacidites* en espacio y tiempo, es plenamente concordante con un origen de este helecho en alguna región del Gondwana. Dettmann (1986), hace una excelente revisión de la distribución y fechas de aparición del género y se inclina por la idea de un origen en una región común, que incluye la península Antártica (Berriasiano-Campaniano) (Askin, 1983); la Patagonia (Barremiano-Aptiano) Archangesky y Gamero, 1967) y el Plateau de las Malvinas (Falkland), (Barremiano-Albiano) (en Dettmann, op. cit.) (Fig. 2a). Para mayores detalles sobre la distribución en el Cretácico, ver Dettmann (1986).

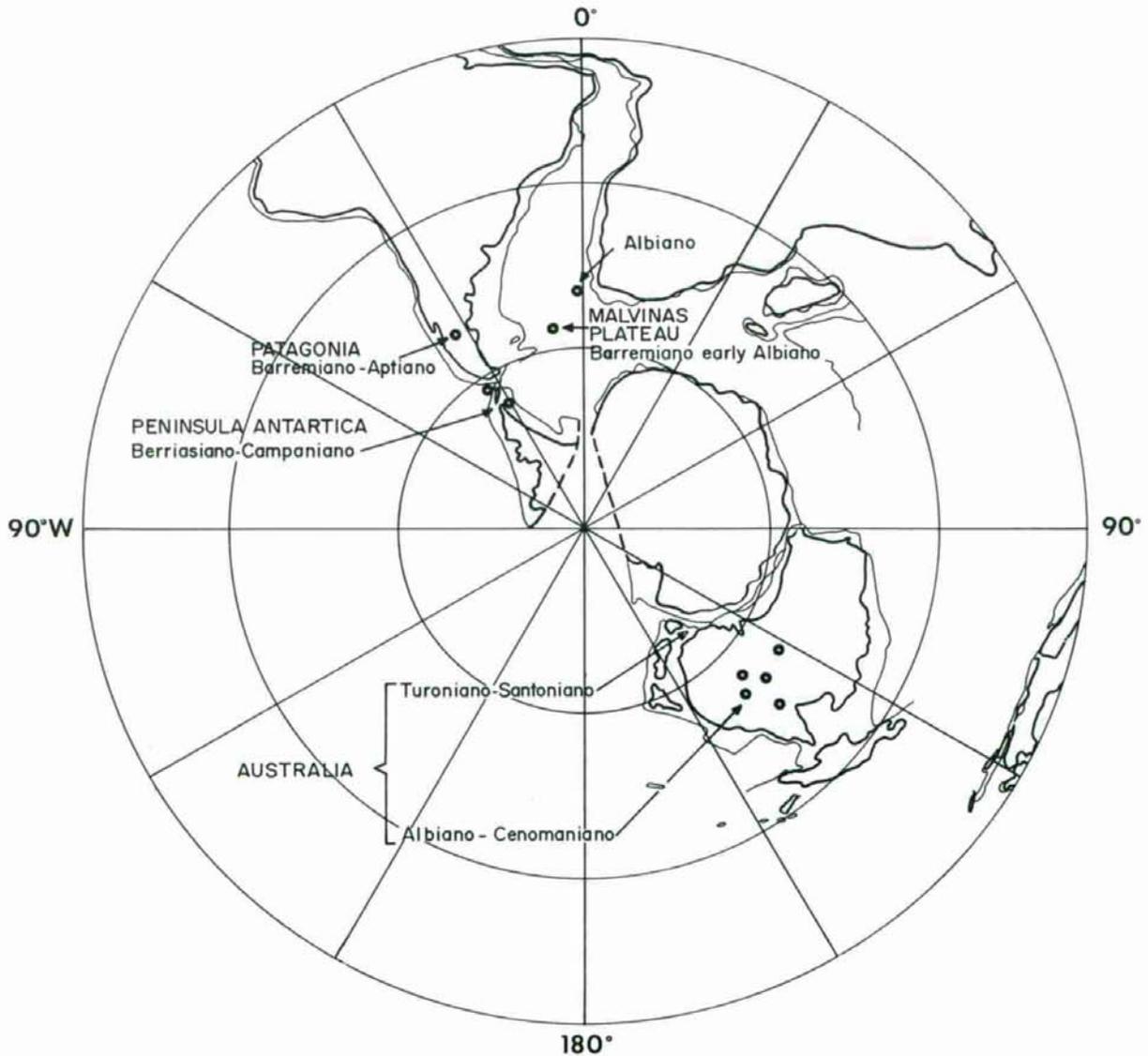


Fig. 2a. Mapa de distribución de *Cyatheacidites annulatus* (Cookson) ex Potonié en el Cretácico (Tomado de Dettmann, 1986). El ° indica macrorestos de *Lophosoria*.

En el Terciario los registros de *Cyatheacidites* son bastante más considerables (Fig. 2b), lo que obliga a suponer que en dicho período, este helecho tuvo una importante distribución formando parte de las formaciones vegetales típicas del hemisferio sur. En las microfloras terciarias de Austrosudamérica y de la Antártica, suelen hallarse plantas que hoy se encuentran en climas subtropicales, mezcladas con elementos considerados de origen austral y de climas temperados fríos. En la Antártica, entre las familias más importantes asociadas a *Cyatheacidites*, destacan las Araucariaceae, Podocarpaceae, Proteaceae, Gunneraceae, Fagaceae (*Nothofagus*, de los tipos polínicos (*brassi*, *fusca* y *menziesii*) y múltiples esporas de helechos de las familias Cyatheaceae, Dicksoniaceae, Polypodiaceae y Lycopodiaceae, principalmente. En la macroflora, además de estas familias, se encuentran plantas más tropicales como las Icacinaceae, Sapindaceae, Sterculiaceae, Smilacaceae, Miricaceae, Anacardiaceae, Passifloraceae, Lauraceae, Dilleniaceae y Acanthaceae, entre otras (Troncoso, 1986; Torres, 1990).

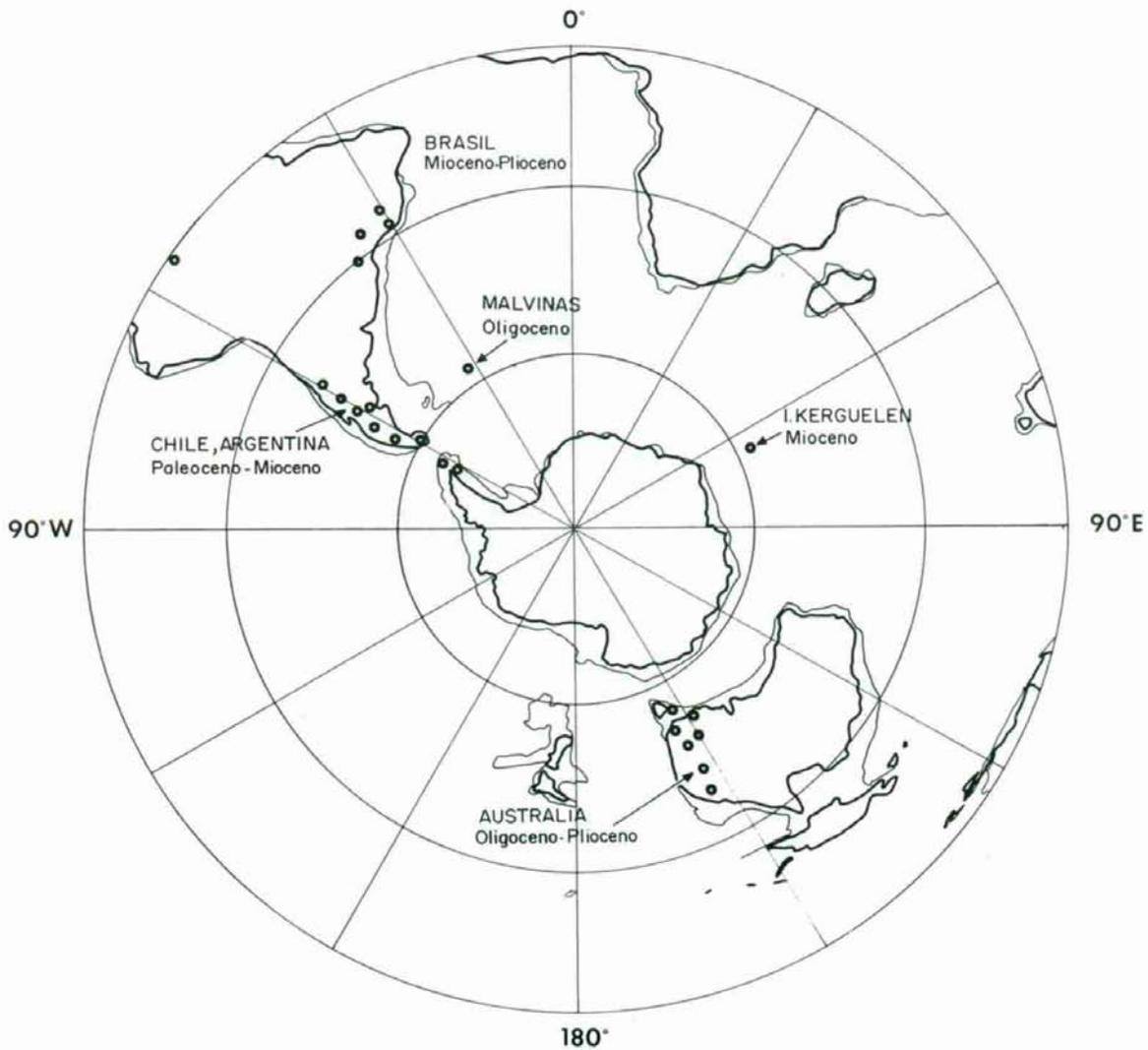


Fig. 2b. Mapa de distribución de *Cyatheacidites annulatus* (Cookson) ex Potonié en el Terciario (Modificado de Dettmann, 1986). El ◦ indica macrorestos de *Lophosoria*.

En el Terciario, por las asociaciones florísticas, es evidente que el género *Lophosoria* tenía una adaptación en ambientes bastantes húmedos. Es interesante destacar las similitudes florísticas entre las microfloras eocénicas, en donde se encuentra la espora *Cyatheacidites annulatus*. Un alto porcentaje de los palinomorfos de la isla Rey Jorge corresponden a las mismas especies señaladas por Fasola (1969), Troncoso y Barrera (1979, 1970) Cookson y Cranwell (1967) y Doubinger (1973), para el Eoceno de Chile.

Estos antecedentes, junto con los que se conocen sobre la flora de Chile y de su territorio antártico (Torres, 1990), inducen a pensar que en el Terciario había una provincia florística que incluía la península Antártica y la parte sur de Sudamérica; seguramente esta provincia se extendía desde el Cretácico. Los antecedentes paleobotánicos indican que en esta provincia florística los ancestros de *Lophosoria quadripinnata* (Gmel) C.Chr., ocupaban juntos con otros helechos los sotobosques húmedos y cálidos. La flora estaba compuesta por plantas que hoy se encuentran en regiones de climas subtropicales, asociadas con elementos considerados australes. La ausencia de restos de *Lophosoria* en el resto de Sudamérica tropical y de los Neotrópicos, en el Terciario Inferior, induce a pensar que la especie ocupaba una porción importante de la región sur de Sudamérica y se habría dispersado hacia aquellas subtropicales solamente en el Terciario Superior. Exceptuando los datos de Van der Hammen y González (1960), sobre la presencia de *Cyatheacidites annulatus* en el Pleistoceno-Holoceno de Colombia, y de Regali *et al.* (1974) para algunas regiones de edad miocénicas y pliocénicas de la plataforma continental brasileña, no se han encontrado otros antecedentes sobre *Lophosoria* para la parte tropical de Sudamérica anteriores al Mioceno (Fig. 3).

En consecuencia, el hallazgo de *Cyatheacidites annulatus*, tanto en la isla Rey Jorge como en la zona central de Chile, es un aporte que complementa los antecedentes que se conocían sobre la presencia de esta especie en el Terciario.

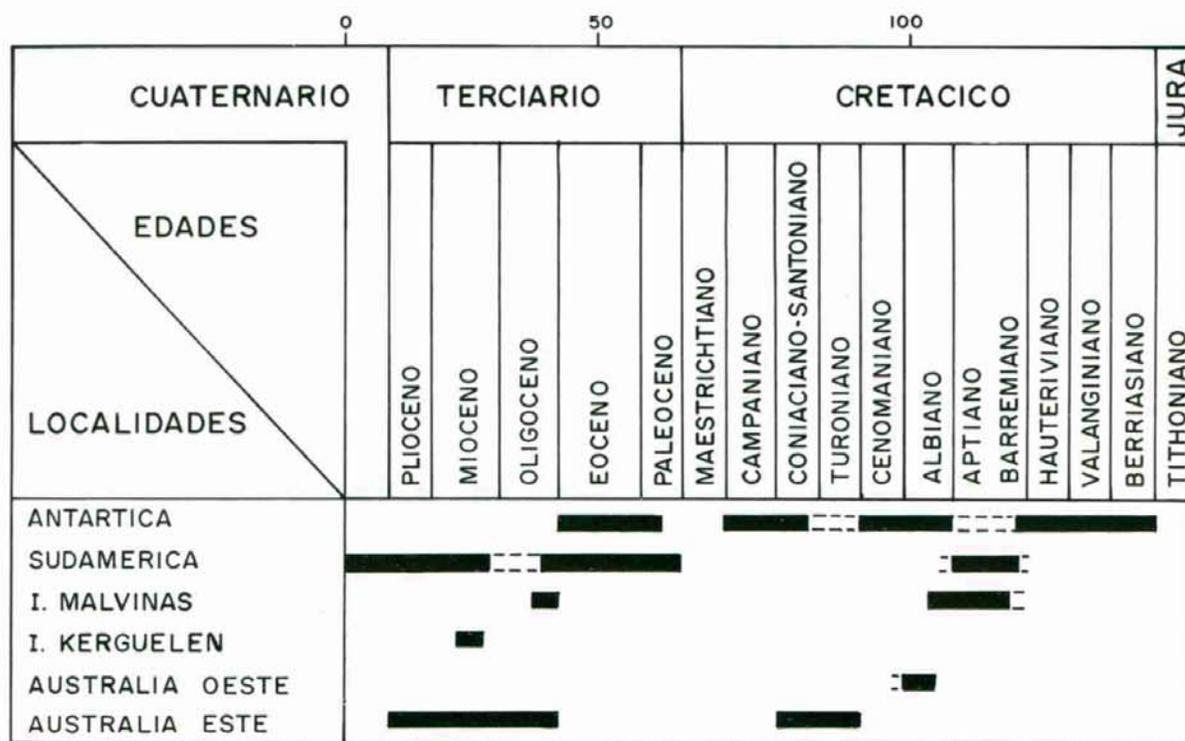


Fig. 3. Diagrama de presencia temporal y espacial de *Cyatheacidites annulatus*.

## CONCLUSIONES

- 1) Los macrorestos de la nueva especie *Lophosoria antarctica* Torres, de cerro Fósil, isla Rey Jorge, son afines a las pinnulas de *Lophosoria quadripinnata*, por lo que este hallazgo constituye la primera cita de macrorestos en la Antártica.
- 2) Las esporas de *Cyatheacidites annulatus* provenientes de los niveles eocénicos de la Formación Fildes, en la punta Suffield, isla Rey Jorge y de las dos localidades terciarias, Matanzas y La Dehesa, de Chile central, coinciden plenamente con los especímenes señalados por otros autores para el Terciario de la Antártica y de Austrosudamérica, ampliándose su distribución en el Paleogeno hasta los 33°S.
- 3) El género *Lophosoria* tuvo su origen en una provincia paleoflorística austral. Este helecho se habría desarrollado en el Cretácico Inferior, en una región que incluía la península Antártica. Esta idea actualmente está bien documentada para aceptar la hipótesis de Skottsberg (1953, 1955) quien postuló, sin evidencias, que *Lophosoria* sería un relictos antártico terciario, pudiéndose agregar a esta hipótesis, que este helecho tuvo un origen más temprano en un sector de la Antártica occidental, en el Cretácico Inferior.
- 4) Se infiere que el género se dispersó desde la Antártica hacia América del Sur y Australia, en el Cretácico Inferior, desapareciendo de Australia en el Terciario Superior. Posteriormente, luego de la crisis florística, ocurrida por los cambios climáticos, geológicos y geomorfológicos, los ancestros de *Lophosoria* migraron hacia las regiones tropicales de América Central y Sudamérica, probablemente durante el Terciario Superior (Mioceno-Plioceno). En la parte sur de Sudamérica, en Chile y Argentina, se encuentran en sedimentos del Eoceno y del Mioceno, mientras que en las regiones tropicales no se conocen antecedentes anteriores al Mioceno.
- 5) La similitud entre *Cyatheacidites annulatus* y las esporas de *Lophosoria* es irrefutable, lo que permite afirmar que las referidas esporas han conservado su morfología a través de los tiempos geológicos.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen al Instituto Antártico Chileno el patrocinio y las facilidades otorgadas para realizar este trabajo en Francia. Esta contribución forma parte de los resultados del proyecto 017 INACH "Estudios paleobotánicos en las islas Shetland de Sur".

Al Prof. Daniel Torres, del INACH, por su constante estímulo y apoyo al desarrollo de la Paleobotánica en la Antártica, se le agradece particularmente todas las sugerencias que enriquecieron la presentación de este manuscrito.

A Elizabeth Barrera, del Museo Nacional de Historia Natural, de Santiago, por facilitar material del Herbario. Al Sr. Gonzalo Benavides, del INACH, por su valiosa cooperación en la parte computacional, y al Dr. Anelio Aguayo por su crítica sobre la estructura de esta contribución.

Se expresa un gran reconocimiento a María Amelia Curvello y Flavio Nunes de Barros, geólogos de Brasil becados en Francia, por toda su valiosa ayuda en la discusión del tema, lo que permitió concebir la elaboración de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHANGELSKY, S., 1972. Esporas de la formación Río Turbio (Eoceno). Provincia de Santa Cruz. Rev. Mus. La Plata, Paleont., 6(39): 65-100, 7 pl., La Plata.
- ARCHANGELSKY, S. y J. C. GAMERRO, 1967. Estudio palinológico de la Formación Baquero (Cretácico). Provincia de Santa Cruz. IV. Ameghiniana, 4(10): 363-372, 2 pl., Buenos Aires.
- ASKIN, R. A., 1983. Tithonian (Uppermost Jurassic) Barremian (Lower Cretaceous) spores pollen and microplankton from the South Shetland Islands, Antarctica. In: Oliver, R.L., James, P.R. and J.B., Jago, (Eds.) Antarctic Earth Science. 295-297. Proc. 4 th. Int. Symp. Antarctic Earth Sci. Adelaide.
- BALDONI, A. M., 1987. Estudios palinológicos de la zona de Colloncura, provincia de Neuquén, sobre elementos del Terciario Inferior y redepositados del Cretácico Inferior. Rev. Española de Microp. 19(3): 367-411.
- BALDONI, A. M., y V. D. BARREDA, 1986. Estudio palinológico de las Formaciones López de Bertodano y Sobral, isla Vicecomodoro Marambio, Antártica. Bol. Int. Geoc. Univ. S. Paulo., 17: 89-98, Sao Paulo.
- BARREDA, V. D., 1989. Palinología estratigráfica de las sedimentitas terciarias del Patagoniano en los alrededores de la ciudad Comodoro Rivadavia, provincia de Chubut y Santa Cruz. Tesis de la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- BRATZEVA, G. M., 1983. Spores and pollen from Cainozoic sediments of the Falkland Plateau, Site 511, Deep Sea Drilling Project Leg 71. In: Ludwig W.J., Krasheninnkov V.A. et al., Init. Repts. DSDP, 71: 907-932., Washington.
- COOKSON, I. C., 1947. Plant microfossils from the lignites of Kerguelen Archipelago Rep. B.A.N.Z. Antarct. Res. Exped. (1929-31), Ser. A. 2(8): 127-142, pl. 13-17, Adelaide.
- COOKSON, I. C., 1957. On some Australian Tertiary spores and pollen that extend the geological and geographical distribution of living genera. Proc. Roy. Soc. Vict., 69: 41-53, 3 pl., Melbourne.
- COOKSON, I. C. y L. CRANWELL, 1967. Lower Tertiary microplankton, spores and pollen grains from Southernmost Chile. Micropaleontology, 13(2): 204-216., New-York.
- DEITMANN, M. E., 1986. Significance of the Cretaceous-Tertiary spore genus *Cyatheacidites* in tracing the origin and migration of *Lophosoria* (Filicopsida). Spec. Pap. Palaeont., 35: 63-94., pls. 13-15., London.
- DEITMANN, M. E. y M. R. THOMSON, 1987. Cretaceous palynomorphs from the James Ross Island area, Antarctica. A pilot study. Br. Antarct. Surv. Bull., 77: 13-59., Cambridge.
- DOUBINGER, J., 1973. Evolution de la flore (pollen et spores au Chili Central, Arauco), du Crétacé Supérieur au Miocène. C. R. Seances Soc. Biogéographie 427: 17-25, Paris.
- ERDTMANN, G., 1957. Morphology and plant taxonomy. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta. Pollens and spores. 1-151 p., 265 ill., 5 pl., 1 frontispice, Almqvist & Wicksell, Stockholm.
- FASOLA, A., 1969. Estudio palinológico de la Formación Loreto. Terciario Medio provincia de Magallanes, Chile. Ameghiniana 5(1): 3-49, Buenos Aires.
- GAMERRO, J. C. y S. ARCHANGELSKY, 1981. Palinozonas neocretácicas y terciarias de la plataforma continental argentina en la cuenca del Colorado. Rev. Esp. de Microp. 13(1): 119-140, Madrid.
- GASTONY, G. J. y R. TRYON, 1976. Spore morphology in the Cyatheaceae. II: The genera *Lophosoria*, *Metaxya*, *Sphaeropteris*, *Alsophila* and *Nephelea*. Amer. Journ. Bot., 63: 739-758., Lancaster.
- HAMMEN, T. VAN DER y E. GONZÁLEZ, 1960. Upper Pleistocene and Hocene climate and vegetation of the Sabana de Bogota (Colombia, South America) Leidse Geol. Meded. 25: 261-315.
- HEUSSER, C. J., 1971. Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae, 177 pp., Univ. Arizona Press edit. Tucson.
- KURMAN, M. H. y T. M. TAYLOR, 1987. Sporoderm ultra structure of *Lophosoria* and *Cyatheacidites* (Filicopsida): Systematic and evolutionary implications., Pl. Syst. Evol. 157: 85-94, Springer Verlag.
- LYRA, C. S., 1986. Palinología de sedimentos Terciarios da Península Fildes. Ilha Rei George (Ilhas Shetland do Sul, Antártica) e algumas consideracoes paleoambientais. An. Acad. Brasil Ciênc., 58: 137-147, Sao Paulo.
- MARTIN, H. A., 1973. The palynology of some Tertiary and Pleistocene deposits of N.S. Wales. Austr. Journ. Botany. supl. 6: 1-57, Melbourne.
- MÉON, H., T. TORRES y R. MARTÍNEZ, 1992. Études sporopolleniques préliminaires dans le Tertiaire du Chili. Table Ronde Européenne. Lyon, 7-9 juillet 1992, p. 35.

- MECHKOVA, J. I., 1969. Pollen et spores de lignites des îles Kerguelen. *Terres Australes et Antarctiques Françaises*. 46: 11-21. París.
- POTONIÉ, R., 1956. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. I. Teil: Sporites. *Beih. Geol.*, 23: 1-103.
- REGALI, M., DA S., P. UESUGUI y A DA S. SANTOS, 1974. Palinología dos sedimentos meso-cenozóicos do Brasil. *Bol. Téc. da Petrobas*. 17(3): 177-191. Río de Janeiro.
- SKOTTSBERG, C., 1953. Influence of the Antarctic continent on the vegetation of southern lands. *Proceedings, 7th. Pacific Science Congress (1949)*, 5: 92-9.
- SKOTTSBERG, C., 1955. Influencia del continente Antártico en la vegetación de las tierras australes. *Moliniana*, 1: 99-105.
- STOVER, L. E. y A. D., PARTRIDGE, 1973. Tertiary and late Cretaceous spores and pollen from the Gippsland Basin, S.E., Australia. *Proc. Roy. Soc. Vic.*, 85: 237-286, Melbourne.
- TORRES, T., 1990. Etude paléobotanique du Tertiaire des îles Roi Georges et Seymour, Antarctique. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard LYON I. II Tom. 210 p. 40 Planches. Lyon.
- TORRES, T. y H. MÉON, 1990. Estudio palinológico preliminar de Cerro Fósil, península Fildes, isla Rey Jorge., Antártica. *Ser. Cient. INACH* 40: 21-39, Santiago.
- TRONCOSO, A., 1986. Nuevas órgano-especies en la taoflora, terciaria inferior de la Península Fildes, isla Rey Jorge, Antártica. *Ser. Cient. INACH.*, 34: 23-46, Santiago.
- TRONCOSO A., 1991. Paleomegaf flora de la Formación Navidad, Miembro Navidad (Mioceno) en el área de Matanzas, Chile central occidental. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile*, 42: 131-168, Santiago.
- TRONCOSO, A. y E. BARRERA, 1979. Esporas del Eoceno de Osorno, Chile. *Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat.* 24(277): 3-15, Santiago.
- TRUSWELL, E. M., 1983. Recycled Cretaceous and Tertiary pollen and spore in Antarctic marine sediments: a catalogue. *Palaeontographica, Abt B*, 186 (4-6): 121-174, 6 pl., Stuttgart.
- TRYON, R. y A. TRYON, 1982. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. 857 pp., Springer-Verlag ed., New-York.

Recibido: 24.11.92.

Aprobado: 11.09.93.