

BRIOFITAS Y PTERIDOFITAS EN SEDIMENTOS DEL HOLOCENO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA.

Prieto, A. R. * y M. E. Quattrocchio**

*Lab. Palinología. Dpto de Biología y Centro de Geología de Costas y del Cuaternario. Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250 (7600) Mar del Plata, Argentina.

**Dpto de Geología. Universidad Nacional del Sur. Perú 670 (8000) Bahía Blanca, Argentina.

[Manuscrito recibido el 27 de Diciembre de 1991, aceptado el 12 de Marzo de 1993]

RESUMEN: Se describen esporas de briofitas y pteridofitas provenientes de sedimentos del Holoceno de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Se diferenciaron cuatro géneros de briofitas: *Riccia*, *Riella*, *Anthoceros* y *Phacoceros* y siete géneros de pteridofitas: *Pilularia*, *Anemia*, *Notholaena*, *Doryopteris*, *Cheilanthes* o *Pellaea* y *Polypodium*. Se determinaron cuatro especies del género *Phacoceros*: *P. laevis*, *P. tenuis*, *P. bulbiculosus* y *P. carolinianus* a partir de sus variaciones morfológicas. El análisis morfológico de los géneros actuales de Adiantaceae de la Provincia de Buenos Aires permitió asignar las esporas fósiles carentes de perisporio al género *Cheilanthes* o *Pellaea*. Este trabajo constituye la primera evidencia del establecimiento de pteridofitas en el área de Ventania y su relación con las posibles rutas migratorias entre las floras pteridofíticas andino-pampeanas, austral-antárticas y austrobrasileñas durante el Holoceno. La información paleoambiental que brindan las briofitas y pteridofitas es difícil de interpretar independiente de los registros polínicos. La presencia de estas taxa está relacionada con condiciones ambientales locales.

PALABRAS CLAVE: briofitas, pteridofitas, Holoceno, Buenos Aires, Argentina.

SUMMARY: Spores of bryophytes and pteridophytes are described from Holocene sediments from Buenos Aires Province, Argentina. Four genera of bryophytes: *Riccia*, *Riella*, *Anthoceros* and *Phacoceros* and seven genera of pteridophytes: *Pilularia*, *Azolla*, *Anemia*, *Notholaena*, *Doryopteris*, *Cheilanthes* or *Pellaea* and *Polypodium* have been determined. From their morphological variations four species belonging to the genus *Phacoceros* have been found: *P. laevis*, *P. tenuis*, *P. bulbiculosus* and *P. carolinianus*. The morphological analysis of the present day genera of Adiantaceae from Buenos Aires Province allowed to classify the fossil spores lacking a perisporium as *Cheilanthes* or *Pellaea*. This research constitutes the first evidence of the establishment of pteridophytes in the area of Ventania (Buenos Aires Province) and its relation to the probable migratory routes during the Holocene among the Andean-Pampean, Austral-Antarctic and Austral-Brazilian pteridophytic flora. Paleoenvironmental implications of spores of bryophytes and pteridophytes are difficult to interpret independent of the pollen records and they only yield information on local environmental conditions.

KEY WORDS: Bryophytes, pteridophytes, Holocene, Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCION

En comparación con los estudios polínicos para el Holoceno de Argentina, las espo-

ras de briofitas y pteridofitas han recibido muy poca atención, aunque muchas de ellas están presentes como esporas fósiles en numerosas muestras sedimentarias holocénicas.

Generalmente, las esporas de briofitas son reunidas en una única categoría. Por otra parte, como las esporas de *Phaeoceros* (Anthocerotaceae) son morfológicamente similares entre sí, con frecuencia son clasificadas sin diferenciarlas a nivel específico.

Los registros de estas esporas para el Holoceno están poco documentados en Argentina. ROMERO y FERNANDEZ (1981), FERNANDEZ y ROMERO (1983, 1984), NIETO y PRIETO (1987) y FERNANDEZ y POZNER (1990) mencionan esporas de briofitas y pteridofitas en sedimentos del Holoceno en la Provincia de Buenos Aires, sin consideraciones sistemáticas.

Los objetivos de este trabajo son:

1.-La determinación morfológica y la ubicación sistemática de las esporas fósiles para utilizarlas como categorías de análisis en registros del Holoceno y como posibles elementos comparables con otros registros cuaternarios y pre-cuaternarios.

2.-Evaluar hipótesis acerca de los patrones de distribución y estimar su validez como indicadores paleoambientales. Para ello se analizó la distribución y ambientes actuales de los taxa fósiles, en particular para las pteridofitas, porque los sistemas serranos de la Provincia de Buenos Aires (Ventania y Tandilia) constituyen una excelente estación orófila intermedia para explicar las posibles rutas migratorias entre las floras pteridofíticas andino-pampeanas, austral-antárticas y austrobrasileñas (DE LA SOTA, 1967, 1973, 1985).

Por otro lado se documentó el registro de esporas de briofitas y pteridofitas del Holoceno en regiones extraglaciares que se encuentra poco representado en ambos hemisferios.

MATERIAL Y METODOS

Los perfiles estudiados se ubican en el centro-sur de la Provincia de Buenos Aires, en dos áreas bien definidas (Fig. 1):

1) Región serrana (Ventania)

Perfil I: Intersección del Arroyo Sauce Chico con la Ruta Nacional Nº 33 Hoja IGM 3963-5-1 (Ea. Los Cerritos).

2) Región interserrana

Perfil II: Sitio arqueológico "Fortín Necochea" Hoja IGM 3760-25-2 (Ea. La Española).

Perfil III a y b: Intersección del Arroyo Tapalqué con la Ruta Nacional Nº 76 Hoja IGM 3760-21-1 (Santa Luisa).

A. MUESTREO

Las muestras palinológicas provienen de sedimentos de perfiles expuestos en cortes de arroyos o calicatas. Se tomaron 37 muestras (0 a 3.40 m) para el perfil I; 17 muestras (0-1.10 m) para el perfil IIIa; 8 muestras (0 a 1.05) para el IIIb (PRIETO, 1989) y 12 muestras (0 a 0.65 m) para el perfil II (NIETO y PRIETO, 1987) (Figs. 2, 3 y 4).

Las unidades litoestratigráficas involucradas tienen una distribución areal restrin-

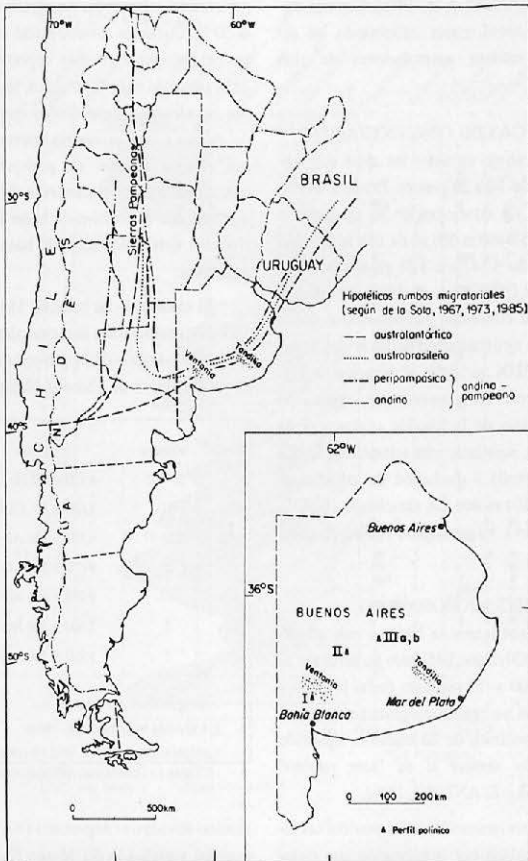


Fig. 1.- Mapa de ubicación de los perfiles polínicos analizados. Probables rutas migratorias y conexiones florísticas de las pteridofitas (según DE LA SOTA, 1967, 1973, 1985).

gida, vinculadas a procesos esencialmente fluviales y en algunos casos de remoción en masa (FIDALGO, & al., 1975). Con una distribución areal mayor culminando las secuencias existen acumulaciones de tipo loess.

B. TÉCNICAS DE CONCENTRACIÓN

Se trabajó en todos los casos con submuestras de 10 a 20 gramos. Previo a los tratamientos de concentración se agregaron a todas las muestras 500 μ l de una suspensión conteniendo 47.470 ± 3 % granos de *Fagus grandifolia* (NIETO & al., 1986). La concentración del contenido polínico abarcó defloculación y neutralización de los ácidos húmicos con OHK al 10 %; eliminación de carbonatos con HCl concentrado, separación por flotación de la fracción orgánica de la inorgánica mediante una solución de Cl_2Zn ($\sigma = 2.2$ gr/ml) y disolución de los silicatos con HF. El residuo fue acetolisado (ERDTMAN, 1954). El montaje se realizó en glicerina pura.

C. ANÁLISIS MICROSCÓPICO

Los recuentos se hicieron con un microscopio Olympus BH2 bajo un aumento final de 1.000 x. El recuento de las briofitas y pteridofitas se realizó conjuntamente con el recuento polínico de las muestras, siguiendo un criterio similar al de "área mínima" (BLANCHI y D'ANTONI, 1986).

La determinación de las pteridofitas fósiles se realizó por comparación con ejemplares de esporas actuales de la palinoteca de la Cátedra de Palinología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina).

Las medidas del material de referencia de pteridofitas se tomaron sobre esporas acetolisadas y montadas en glicerina-gelatina al 50 %. Como las características morfológicas del perisporio son muy importantes desde el punto de vista sistemático, se compararon las esporas triletas fósiles que carecían del mismo y cuyo exosporio externo era liso, con esporas actuales sin perisporio como consecuencia de un tratamiento de acetólisis riguroso, con el objetivo de hacer una aproximación sistemática sobre la base de otros caracteres.

El estudio de las briofitas fósiles se realizó por comparación con ejemplares actuales no acetolisados de la colección de referencia del Museo de Ciencias Naturales Ber-

Perfil	Muestra	Edad
I	31 - 32	6.170 ± 170 Hv 10339 ⁽¹⁾
II	11	3.630 ± 60 CSIC-593 ⁽²⁾
IIIa	15-16-17	9.100 ± 150 AC-434 ⁽³⁾
IIIa	12	9.070 ± 140 AC-714 ⁽³⁾
IIIa	10	9.330 ± 190 AC-716 ⁽³⁾
IIIa	5	7.560 ± 160 AC-717 ⁽³⁾
IIIb	5	1.950 ± 100 AC-0715 ⁽³⁾

1 - BUSCHIAZZO y PEINEMAN, 1985
 2 - CRIVELLI MONTERO & al., 1987/88
 3 - GONZALEZ, M.A. y N.E. WEILER (1992)

Tabla 1.- Dataciones radiocarbónicas

nardino Rivadavia (Argentina) (BA) y con el material acetolisado del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Canadá (CANM). Descripciones publicadas proveyeron un control adicional (BOROS y JARAI-KOMLODI, 1975; ERDTMAN, 1965; JARZEN,

1979; HÄSELL DE MENENDEZ, 1979, 1987, 1989, 1990).

Los taxa ilustrados se fotografiaron con un equipo con cámara semiautomática Olympus PH-6. En los casos en que se midieron menos de 10 ejemplares no figura entre paréntesis el promedio entre los valores extremos de variabilidad.

LISTA TAXONOMICA DE
ESPECIES IDENTIFICADAS

División BRYOPHYTA

Clase HEPATICAE

1. RICCIACEAE

Riccia sp. A

Riccia sp. B

Riccia sp. C

2. RIELLACEAE

Riella sp.

Clase ANTHOCEROTAE

1. ANTHOCEROTACEAE

Anthoceros sp.

Phaeoceros sp. A

Phaeoceros sp. B

Phaeoceros sp. C

Phaeoceros sp. D

El ordenamiento sistemático de los taxa para las pteridofitas se realizó según el criterio adoptado por DE LA SOTA (com. per., 1991).

División PTERIDIOPHYTA

Clase POLYPODIOPSIDA

1. MARSILEACEAE

Pilularia sp.

2. SALVINIACEAE

Azolla sp.

3. ANEMIIACEAE

Anemia tomentosa

4. ADIANTACEAE Ching, emend. Alston
(con exclusión de *Ceratopteris* y los helechos
vitarioides).

Notholaena squamosa

Doryopteris sp.

Cheilanthes o *Pellaea* sp.

5. POLYPODIACEAE

Polypodium sp.

RESULTADOS

Riccia sp. A, Lam. A, 5 y 7:

Esporas triletas. Marca lesural indistinta. Amb. subcircular. Cara proximal reticulada, con retículo irregular, ondulado y mal definido. Cara distal provista de muros de 1-2 μm de ancho formando un patrón reticulado conspicuo con lúmenes de 3-7 μm de ancho. Sobre el ecuador se observa la exina provista de espínulas. Exina de 3-4 μm de ancho. Dimensiones: 90-99 μm de diámetro.

Riccia sp. B, Lám. A, 6:

Esporas triletas de contorno subcircular. Los radios de la marca Y más o menos rectos alcanzan el ecuador. Cara proximal reticulada, retículo irregular con muros de 1 μm de ancho y lúmenes de 3 a 7 μm de ancho máximo. Cara distal reticulada, con un retículo incompleto, irregular y ondulado; más definido que en la cara proximal. La parte central de esta cara muestra una zona más delgada que la parte marginal. Podría servir como una potencial apertura durante la germinación de la espóra (ERDTMAN, 1965). Sexina provista de espínulas. Exina de 1 μm de espesor. Dimensiones: 64-76 μm de diámetro.

Riccia sp. C, Lám. A, 3 y 4:

Esporas triletas. Amb. subcircular. Cara distal con retículos subpoligonales a circulares, lúmenes de 6 (10) 5 μm de ancho. Muros delgados de 1 \pm μm de ancho. Sexina provista de espínulas. Dimensiones: 90 μm de diámetro.

Riella sp., Lám. A, 1 y 2:

Espora inaperturada. Amb. circular. Cara distal con procesos baculados y escasas espinas. Báculos huecos de 9-14 μm de alto,

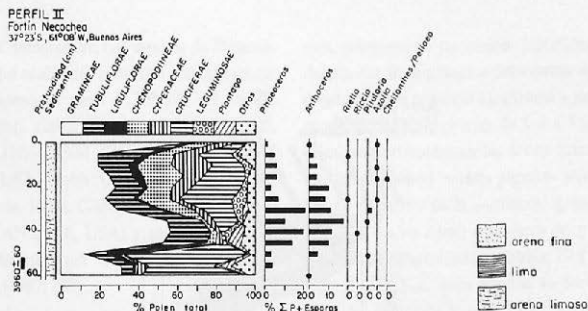


Fig. 3.- Distribución de las esporas de briofitas y pteridofitas en el perfil de: Fortín Necochea (Perfil II). Izquierda: diagrama polínico simplificado (NIETO y PRIETO, 1987). A la derecha: *Phaeoceros* (incluye *P. laevis*, *P. carolinianus*, *P. tenuis* y *P. bulbiculosus*); *Anthoceros scariosus* y *Riccia* (incluye especies A, B y C).

siendo los más largos los periféricos, con base de 3-5 μm de ancho disminuyendo hasta 1-2 μm hacia el ápice donde se dilatan. Las prolongaciones basales de los procesos en la periferia de la superficie distal se unen separando esta superficie de la cara proximal por medio de una cresta. Cara proximal con procesos baculados y espinosos de 3-5 μm de largo, algunos rectos y otros curvos. Exina de 3 μm de espesor. Dimensiones: 90 μm de diámetro (excluyendo los procesos).

Comparación: La especie más afín es *Riccia helicophylla* (Bory & Mont.) Mont.

Anthoceros sp., Lám. B, 5, 6 y 7:

Esporas triletas de contorno circular a subcircular. Los radios de la marca Y llegan al ecuador. Cara proximal carente de ornamentación. Cara distal con procesos simples y bifidos, procesos de 3-4 μm de alto; 2-3 μm de ancho, algunos unidos por sus bases, espigas cortas de hasta 2 μm de alto. Lúmenes circulares de 2-3 μm de largo por 1-2 μm de ancho. Exina de 1-2 μm de espesor.

Dimensiones: 40-46 μm (excluyendo los procesos)

Comparación: Es coincidente con *A. scariosus* Aust. Buenos Aires, Adrogué, Pujals BA 9977a.

Phaeoceros sp. A, Lám. C, 1,2,3 y 4:

Esporas triletas, amb. circular a subcircular, lados convexos y ángulos redondeados. Lesura recta extendida hasta los márgenes del amb. bifurcados en los extremos, indistintos en algunos casos. Márgenes lesurales a veces sinuosos, rodeados por pequeños procesos redondeados amalgamados formando en algunos casos un borde distintivo. Cara proximal y distal con procesos espinosos irregularmente espaciados. Los procesos son más grandes y están más densamente distribuidos sobre la cara distal, las bases de 2-3 procesos a menudo están unidas; extremo de los procesos redondeados, con aspecto melonar, bases anchas. Altura de los procesos 1-3 μm . Espesor de la exina: 2-3 μm (excluyendo los procesos). Dimensiones: 35 (41) 45 μm .

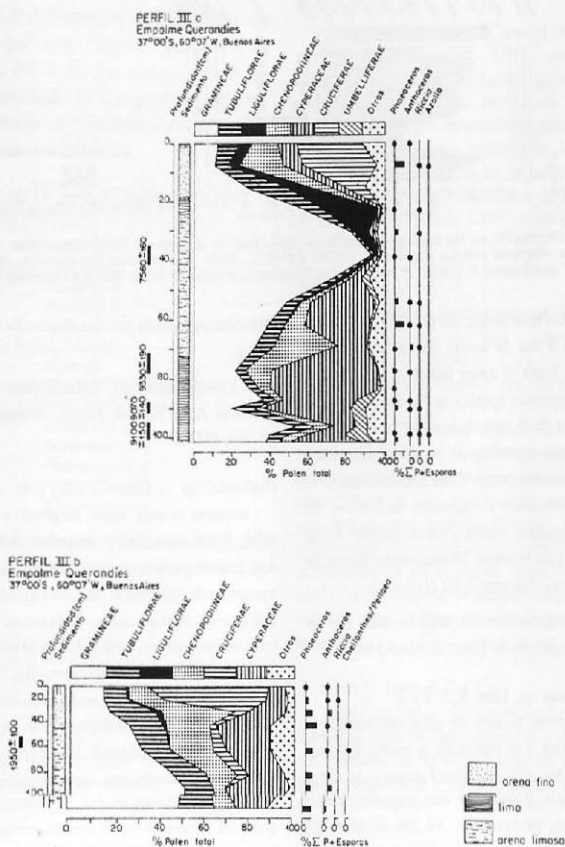


Fig. 4.- Distribución de las esporas de briofitas y pteridofitas en los perfiles de: Empalme Querandías (Perfiles III a y b). Izquierda: diagramas polínicos simplificados (PRIETO, 1969). Izquierda: diagrama polínico simplificado (NIETO y PRIETO, 1987). En ambos a la derecha: *Phaeoceros* (incluye *P. laevis*, *P. carolinianus*, *P. tenuis* y *P. bulbiculosus*); *Anthoceros scariosus* y *Riccia* (incluye especies A, B y C).

Comparación: Las esporas de *Phaeoceros* aquí analizadas coinciden con las esporas de *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk. del CANM (CANM 12602, Turquía; CANM 12325, USA,TN; CANM 6830, USA,LA; CANM 686, USA, North Carolina; CANM 11164 Sardinia, Italia; CANM 285, Ontario, Canadá; CANM 286, USA) y con los especímenes descritos por HÄSELL DE MENENDEZ (1987: 283).

Phaeoceros sp. B, Lám. C, 5, 6 y 7:

Esporas triletas, amb. circular a subcircular. Marca trileta recta elevada, extendida hasta los márgenes del amb., bifurcada en los extremos. Cara distal con espinas rectas a curvas irregularmente distribuidas. Cara proximal con una ornamentación de tipo fideo entrelazado (interwoven noodle-like ornamentation, HÄSELL DE MENENDEZ, 1987: 287). Marca lesural con margo elevado rodeado con la misma textura, libre de gránulos, el centro de las áreas interlesurales con 5-12 verrugas de $\pm 0.5 \mu\text{m}$ de diámetro, de contorno irregular. Espesor de la exina: 2-3 μm . Dimensiones: 42-51 μm .

Comparación: Son coincidentes con las esporas de *P. carolinianus* (Michx.) Prosk. Corrientes, v. Hübschman 1984 BA y con los especímenes descritos por HÄSELL DE MENENDEZ (1987: 283; 1989:727).

Phaeoceros sp. C, Lám. D, 1, 2, 3, 4 y 5:

Esporas triletas, amb. triangular redondeado a circular subcircular. Las esporas con amb. triangular redondeado tienen lados convexos a ligeramente rectos y ángulos redondeados. Ramas lesurales rectas, llegando al margen del amb. bifurcados en los extre-

mos, márgenes de las marcas lesurales bordeados con finos gránulos dispuestos apretadamente. Cara proximal escabrada y con verrugas de contorno circular de 0.8 a 3 μm de diámetro distribuidas en las áreas interradiales. La cara distal muestra algunas variaciones en el patrón de la escultura; granulada (gránulos de 1 a 2 μm) y provista de rúgulas sinuosas de dimensiones variables 17 (10) 6 $\mu\text{m} \times 4$ (3) 1.5 μm , éstas rúgulas se localizan cerca del centro de la cara distal, formando en algunos casos un engrosamiento circumpolar parcial. Como consecuencia de un aplastamiento de la espora, queda una superficie convexa y otra cóncava, por lo que las grandes verrugas se agrupan en el centro de la cara distal (al MEB, HÄSELL DE MENENDEZ, com. pers, 1990). Exina de 4 (2.6) 2 μm de espesor, aumentando en los extremos de la lesura. Dimensiones: 36 (45) 54 μm

Comparación: *Phaeoceros tenuis* (Spruce) Hässel, Buenos Aires, Adrogué, Pujals, BA 9977b y la espora trileta tipo I (ROMERO y FERNANDEZ, 1981), coinciden exactamente con la forma aquí descrita.

Phaeoceros sp. D, Lám. D, 6, 7 y 8:

Esporas triletas, de contorno ecuatorial circular a subcircular. Lesura recta, llegando al amb. bifurcada. Los márgenes lesurales se presentan levemente engrosados, engrosamiento de $\pm 0.7 \mu\text{m}$ de ancho. Área circular distal engrosada y elevada alcanzando 12 μm de diámetro en algunos ejemplares. Estructura interna microalveolar. Ancho de la exina: 1.6-3 μm . Dimensiones: 36 (43) 48 μm .

Comparación: *P. bulbiculosus* (Botero) Prosk., Corrientes, ruta 12, chacra Santa Ana, Hässel, BA. La espora trileta tipo 3 (ROMERO y FERNANDEZ, 1981) tiene un diámetro mayor (53 μm) y mayor espesor de la exina (3.5 a 4.5 μm).

Observaciones: Según JARZEN (1979) *Phaeoceros laevis* presenta muchas variaciones en la morfología superficial. Parte de estas variaciones son coincidentes con la morfología de las esporas determinadas por HÄSELL DE MENENDEZ (1987, 1989) y HÄSELL DE MENENDEZ (com. pers., 1990) como pertenecientes a especies diferentes. JARZEN (1979:15) indica que esas variaciones en la morfología de *Phaeoceros laevis* han sido observadas en esporas colectadas de una misma cápsula, coincidente con LORSCHREITER (com. pers., 1992). Sin embargo, HÄSELL DE MENENDEZ (1987: 287) señala que las esporas maduras de una cápsula, o de varias cápsulas de la misma planta, o de varios especímenes de la

misma especie, tienen las mismas ornamentaciones con muy pequeña variación. En la revisión de las especies de *Phaeoceros* de América del Norte, Sud y Central, HÄSELL DE MENENDEZ (1989) propone una clave para la identificación de 19 especies de *Phaeoceros* basada en la ornamentación de sus esporas sin hacer mención a variaciones intraespecíficas.

Por lo tanto, si los rasgos morfológicos del género *Phaeoceros* varían de una especie a otra, estas variaciones podrían utilizarse para la determinación de especies fósiles. Las esporas fósiles de *Phaeoceros* analizadas tienen rasgos morfológicos coincidentes con los de las diferentes especies de *Phaeoceros* actuales. Estos rasgos distintivos permitieron su diferenciación a nivel específico en *Phaeoceros laevis*, *P. carolinianus*, *P. tenuis* y *P. bulbiculosus*.

Esto tiene mayor interés cuando se trata de determinaciones de esporas pre-cuaternarias donde existe una abundante

Material de referencia	Diámetro Ecuat. (μm)	Exosporio (μm)
<i>Cheilanthes hieronymi</i>	36.1 (39.7) 43.1	0.7 - 1.5
<i>Cheilanthes micropteris</i>	28.4 (36.9) 46.1	0.7 (1.15) 1.5
<i>Cheilanthes myriophylla</i>	33.1 (42.2) 53.1	1.15 (1.5) 2.2
<i>Cheilanthes buchtienii</i>	33.8 (38.8) 44.6	1.15 - 1.5
<i>Pellaea nivea</i>	46.9 (52.2) 61.5	1.5 - 1.9
<i>Pellaea tenuifolia</i>	32.2 (38.1) 43.1	0.7 - 1.5
Esporas fósiles	30 (38.2) 64	0.7 (1.15) 1.5

Tabla 2.- Medidas de esporas de pteridófitas actuales y fósiles

y a veces confusa enumeración de nuevos géneros cuando en realidad se trata de un único género con varias especies. Las cuatro especies fósiles determinadas podrían representar cuatro morfotipos que no corresponderían a diferentes géneros, ni tampoco a una variación morfológica dentro de una misma especie.

Pilularia sp., Lám. E, 1 y 2:

Esporas triletas, amb. circular. Los radios lesurales levemente sinuosos, $3/4$ del radio o extendidos alcanzando el ecuador de la espora. Marca lesural elevada. Cara proximal y distal rugulada, rúgulas de $8-10 \mu\text{m}$ de alto. Dimensiones: $90-93 \mu\text{m}$ de diámetro.

Comparación: *Pilularia mandonii* A. Brown es el único taxón citado para la Provincia de Buenos Aires, pero presenta rúgulas de 3.9 (4.4) $5.4 \mu\text{m}$ y diámetro: 39 (44) $45 \mu\text{m}$.

Anemia tomentosa (Sav.) Swartz., Lám. E, 5 y 6:

Espora trileta, globosa en vista polar y plano-hemisférica en vista ecuatorial, ornamentada con lomos. Exosporio de $6 \mu\text{m}$ de espesor. Exosporio externo de $5.2 \mu\text{m}$ de espesor (exclusivo de los lomos) y exosporio interno de $0.7 \mu\text{m}$ de espesor. Los lomos de la cara distal forman triángulos concéntricos con lados paralelos confluyendo en los vértices donde se funden. Presentan una estructura esponjosa y lados más o menos sinuosos. No fue posible determinar si el perisporio está ausente o es extremadamente delgado y está fuertemente adherido. Dimensiones: altura de los lomos: $4 \mu\text{m}$, ancho de los lomos: $3.8-4.6 \mu\text{m}$, separación entre lomos, $0.4 \mu\text{m}$, diámetro: $84 \mu\text{m}$.

Observaciones: *Anemia tomentosa* var. *tomentosa* es el único taxón actualmente presente en Ventania.

Notholaena squamosa (Gill. ex Hook. Grev.) Lowe, Lám. E, 4, 9 y 10:

Espora trileta verrucosa, de contorno triangular, lados ligeramente convexos y ángulos redondeados. Marcas lesurales rectas, llegan al ecuador de la espora con márgenes escasamente engrosados de $0.5 \mu\text{m}$ de ancho. Exosporio verrucoso de $3.6 \mu\text{m}$ de espesor. Exosporio externo constituido por verrugas de 8.4 (6.8) $6.1 \mu\text{m}$ de ancho y 3.8 (2.9) $2.3 \mu\text{m}$ de alto, de contorno penta a hexagonal en vista superficial, densamente distribuidas. Exosporio interno de $0.7 \mu\text{m}$ de espesor. Dimensiones: diámetro máximo, $55 \mu\text{m}$.

Doryopteris sp., Lám. E, 7 y 8:

Espora trileta de contorno triangular, lados rectos a ligeramente convexos y ángulos redondeados algo pronunciados en la terminación de la marca trileta. Los radios de la marca Y rectos, llegan al ecuador de la espora donde se bifurcan. Márgenes lesurales engrosados de $1.2 \mu\text{m}$ de ancho. Presentan tectum (sensu KREMP, 1965). Exosporio liso de $1.15 \mu\text{m}$ de espesor, exosporio externo: $0.76 \mu\text{m}$; exosporio interno: $0.38 \mu\text{m}$ de espesor. Dimensiones, diámetro ecuatorial $26-29 \mu\text{m}$.

Observaciones: la especie más afín es *Doryopteris triphylla*.

Cheilanthes o Pellaea sp., Lám. B, 1, 2, 3 y 4:

Esporas triletas, de contorno triangular a subcircular en vista polar. Las esporas

triangulares presentan lados ligeramente convexos a rectos y ángulos redondeados. Los radios de la marca Y rectos a sinuosos llegan al ecuador de la espora, bifurcándose en la mayoría de los casos, acompañados por margo de 0.76 (1.7) 2.3 μm de ancho. Las marcas lesurales presentan tectum (*sensu* KREMP, 1965). Exosporio de 0.7 a 1.5 μm de espesor, liso. Cara distal hemisférica. Dimensiones, diámetro ecuatorial (a): 30.7 (38.2) 64 μm ; (b): 30.7 (36.8) 40.7 μm .

Observaciones: Las esporas fósiles fueron asignadas a *Cheilanthes* o *Pellaea* porque de todos los géneros actuales estudiados de la provincia de Buenos Aires sólo estos poseen esporas similares a las fósiles (Tabla 2). Los rasgos morfológicos que permitieron una aproximación en la determinación fueron la forma y el tamaño de la espora, las características del exosporio y de la lesura. En todos los casos carecían de perisporio. Ninguno de estos rasgos permitió diferenciar ambos géneros.

Polypodium sp., Lám. E, 3:

Esporas monoletas, elípticas en vista polar. Exosporio verrucoso de 1.5-2 μm de espesor; exosporio externo integrado por verrugas grandes, poliédricas, de 1.5 μm de altura, regular y densamente distribuidas en la cara distal; anastomosadas en parte en la cara proximal donde se reducen en tamaño y se alargan. Las esporas muestran pequeñas perforaciones circulares debido a corrosión (HAVINGA, 1970). Dimensiones: diámetro ecuatorial mayor, 43-50 μm ; el menor, 26-34 μm , longitud de la lesura, 28-36 μm .

Comparación: La especie más afín es *Polypodium argentinum* Maxon.

PTERIDOFITAS

De los cuatro perfiles analizados solamente el Perfil I (Fig. 2) presenta un registro fósil relacionado con la flora pteridofítica actual de la región serrana de Ventania. De las especies determinadas las que presentan las mayores proporciones son *Cheilanthes* o *Pellaea*. Los demás taxa determinados, *Notholaena squamosa*, *Polypodium* sp., *Anemia tomentosa*, *Doryopteris* sp. y esporas monoletas indeterminadas se presentan con valores inferiores al 1 %.

En los perfiles II y IIIb (región interserana, Fig. 3 y 4) solamente *Cheilanthes* o *Pellaea* se presentan en algunos niveles en porcentajes menores al 1 %. Por otro lado, acuáticas heterosporadas como *Pilularia* y *Azolla* están presentes en los perfiles II y IIIa (Fig. 3 y 4) y ausentes en el perfil I.

BRIOFITAS

De los perfiles considerados, sólo la parte media del perfil II, presenta los porcentajes más altos de *Phaeoceros* sp. (10-21 %) y *Anthoceros* sp. (10-15 %). En los restantes perfiles estos taxa no superan el 5 %.

Riella sp. y *Riccia* tienen valores menores al 2 % y su presencia es esporádica a lo largo de los perfiles.

DISCUSION

Las diferencias entre la flora pteridofítica del Perfil I y los restantes son significativas. El primero presenta una mayor proporción de elementos en común con la región andina y sierras pampeanas (*Cheilanthes* o *Pellaea*, *Notholaena squamosa* y *Polypodium*) y en menor proporción elementos en común con Brasil meridional (*Anemia tomentosa* y

Doryopteris). En los demás perfiles, con excepción de *Cheilanthes* o *Pellaea*, estos tipos no están representados. Esto se corresponde con la distribución actual de los géneros y especies considerados.

La presencia de estos tipos en el Perfil I estaría explicada por su proximidad a las sierras de Ventania. Estas constituyen una excelente estación orófila intermedia que permitiría explicar las rutas migratorias entre las floras andino-pampeanas con las de Brasil meridional (DE LA SOTA, 1967, 1973, 1985). En cambio, los otros tres perfiles están ubicados en el área interserrana, alejados de las regiones serranas. Los ambientes actuales de estas áreas no son favorables para la radicación de pteridofitas, salvo ciertas acuáticas heterosporadas como *Pilularia* y *Azolla* de amplia distribución asociadas a lagunas.

No hay que descartar la presencia en el perfil I de elementos en común con la región austral-antártica cuyas especies tienen en su mayoría esporas monoletas. Las esporas monoletas no fueron asignadas a ningún género (con excepción de *Polypodium*) por carecer en todos los casos de perisporio, lo que imposibilitó su determinación.

Este trabajo constituye la primera evidencia del establecimiento de pteridofitas en el área de Ventania y su relación con las posibles rutas migratorias postuladas. De acuerdo con los datos disponibles tienen representantes a partir del Holoceno temprano, en particular las esporas de estirpe brasileña. Esto podría relacionarse con las condiciones climáticas más húmedas o con mayor humedad efectiva que las actuales,

entre los 10.000 y 5.000 años A.P., postuladas por PRIETO (1989) a partir del análisis polínico de secuencias fósiles para el centro-sur de la Provincia de Buenos Aires. Por carecer de un mayor control radiocarbónico no es posible precisar en qué momento estas especies pudieron haber penetrado o verse favorecida su distribución.

De esta manera, las posibles rutas migratorias en arco: Andes-Sierras Pampeanas-Sierras Bonaerenses (Fig. 1) reflejadas por la distribución actual de la flora pteridofítica tendrían su representación durante el Holoceno. Sin embargo, hay que tener en cuenta que existen evidencias actuales de que algunas especies podrían haber migrado atravesando el norte de Argentina, y por lo tanto los taxa que tengan ese comportamiento deberían ser más tolerantes a temperaturas elevadas y secas (DE LA SOTA, 1967).

De acuerdo con PONCE (1982), de los taxa identificados solamente *Notholaena squamosa*, *Anemia tomentosa* y algunas especies de *Cheilanthes* o *Pellaea* (*Ch. myriophylla*, *Ch. buchtienii*, *Ch. micropteris* y *P. ternifolia*) son las que poseen mayor resistencia a la sequía. Por otro lado, *Polypodium argentinum* se encuentra en residencias ecológicas húmedas y moderadamente húmedas y *Cheilanthes hieromyni* tiene baja adaptación a climas secos. Posiblemente sea esta última especie la que se correspondiera más cercanamente con la asignación específica para *Cheilanthes* o *Pellaea* ya que se distribuye ampliamente en los suelos serranos protegida por gramíneas y otras hierbas, mientras que las otras especies de *Cheilanthes* tienen habitats restringidos a roquedales

o suelos someros. Aún cuando estas características correspondan a determinados nichos ecológicos, todas tienen una amplia distribución ocupando las laderas húmedas o secas y desde los pastizales pedemontanos hasta las cumbres (PONCE, 1982).

En referencia a las esporas de briofitas, la distribución actual de los distintos géneros es poco conocida en la Provincia de Buenos Aires, así como las relaciones entre las esporas dispersadas y sus plantas parentales. En los casos donde se puede establecer la relación planta parental-espora, se desconoce su ecología.

Según HASELL DE MENENDEZ (1962, 1979) *Riccia* sp. puede ser terrestre o acuática, desarrollándose tanto a orillas de río y arroyos como en paredes de zanjones. *Riella* es el único género de hepáticas cuyos representantes se desarrollan sumergidos, en aguas saladas netamente alcalinas y también en agua dulce. *Phaeoceros laevis* crece a orillas de ríos, arroyos y en campos cultivados y *Anthoceros* sp. también aparece en campos de cultivos y sobre suelos arenosos, levemente húmedos, ricos en materia orgánica.

FERNANDEZ Y ROMERO (1983, 1984) relacionaron las esporas de briofitas s.l. y *Phaeoceros laevis* halladas en sedimentos cuaternarios con paleosuelos. La falta de precisión en las determinaciones y el escaso número de muestras consideradas no permiten utilizar solamente a estas esporas como indicativas de paleosuelos. De acuerdo con SCHUSTER (1984) las hepáticas y antocerales están asociadas con patrones de distribución subcosmopolita, por lo tanto las esporas de *Phaeoceros* sp. y *Anthoceros* sp.

halladas en los perfiles no sólo serían preservadas *in situ*, sino también alejadas del sitio donde se localizarían las plantas parentales. Según MOGENSEN (1984) la dispersión por el viento de las briofitas es común en esporas de hasta 25 μ m en tamaño, indicando que un aumento del mismo puede reflejar adaptaciones hacia una reducción en la potencial área geográfica de dispersión.

Tanto *Anthoceros* como *Phaeoceros* se distribuyen a lo largo de los perfiles relacionados con diferentes comunidades vegetales, tanto en ambientes de estepa gramínea o psammófila como bajos inundables e incluso lagunas, indicados por los registros polínicos. Las implicancias paleoambientales de los conjuntos de esporas de briofitas y pteridofitas son difíciles de interpretar independientes del registro polínico para secuencias discontinuas como las estudiadas. Por otro parte, estos ambientes sedimentarios son producto de energías fluctuantes, en consecuencia la dispersión de las esporas (briofitas y pteridofitas) podría estar alterada por una sedimentación producto del agua y el viento. La presencia de estas taxa en los registros polínicos se relacionan con condiciones locales y brindan información a dicha escala.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. E. de la Sota por la lectura crítica del manuscrito y por las sugerencias durante el desarrollo del trabajo. A la Dra. Hassel de Menéndez por su colaboración y ayuda en la determinación de las esporas de briofitas y por la lectura crítica del manus-

crito. A la Dra Marta Morbelli por la dirección de unos de los autores (A.R.P.) durante su pasantía en el Museo de La Plata para estudiar las pteridofitas de la Provincia de Buenos Aires. A Mónica Tomás por los dibujos. A los revisores anónimos por las sugerencias y comentarios que permitieron el enriquecimiento del trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- BIANCHI, M.M. y H.L. D'ANTONI. (1986). Deposition del polen actual en los alrededores de Sierra de los Padres (Provincia de Buenos Aires). *Actas 4º Congr. Arg. de Paleont. y Bioestr.* Mendoza 16-27.
- BOROS, A. y M. JARAI-KOMLODI. (1975). *An Atlas of Recent European Moss Spores*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- BUSCHIAZZO, D.E. y N. PEINEMANN. (1985). Pollen in SE-Argentinien. *Zbl. Geol. Paläont.* 1. (11/12): 1559-1569.
- CRIVELLI MONTERO, E.A.; M.A. SILVEIRA; E.O. EUGENIO; P.S. ESCOLA; M.M. FERNÁNDEZ y N.V. FRANCO. (1987/88). El sitio Fortín Necochea (Partido de General La Madrid, Provincia de Buenos Aires). Estado actual de los trabajos. *Paleoetnológica* 4: 39-53.
- ERDTMAN, G. (1954). *An introduction to pollen analysis*. Chronica Botanica Company. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- ERDTMAN, G. (1965). *Pollen and Spore Morphology / Plant taxonomy. Gymnospermae, Bryophyta (Text)*. Almqvist & Wiksell. Stockholm.
- FERNÁNDEZ, C.A. y E.J. ROMERO (1983). Palinología de testigos de fondo de la laguna Chascomús (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Informe preliminar. *Actas 3º Congr. Arg. de Paleont. y Bioestr.* Corrientes. 225-232.
- FERNÁNDEZ, C. A. y E.J. ROMERO (1984). Palynology of Quaternary sediments of Lake Chascomús, Northeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Quaternary South America and Antarc. Pen.* 5 (2): 201-221.
- FERNÁNDEZ, C.A. y R. E. POZNER (1990). Pollen and spores from the type locality of Puesto Berrondo soil on the Río Salado, Buenos Aires Province, Argentina. *Quaternary of South America and Antarc. Pen.* 7: 81 - 92.
- FIDALGO, F.; F.O. DE FRANCESCO y R. PASCUAL (1975). Geología superficial de la llanura Bonaerense. En: *Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires. Actas 4º Congreso Geológico Argentino*. Buenos Aires, 103-138.
- GONZÁLEZ, M.A. y N.E. WEILER (1992). El sistema exógeno terrestre, el megasistema ambiental sudamericano de latitudes medias y los cambios globales. *Fund. Carl Cizon Caldenius. Notas técnicas y científicas* 5: 1-25.
- HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G.G. (1962). Estudio de las Anthocerotales y Marchantiales de la Argentina. *Opera Lilloana* 7.
- HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G.G. (1979). *Ricella pampae* Hässel n.sp. (Hepaticae) la tercera especie del género hallada en Sudamérica. *Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. Sec. Bot.* 5(9): 205-212.
- HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G.G. (1987). *Phaeoceros laevis* (L.) Prosk. and *P. carolinianum* (Michx.) Prosk. Their spores. *Journ. Hattori Bot. Lab.* 62:281-288.
- HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G.G. (1989). Las especies de *Phaeoceros* (Anthocerotophyta) de América del Norte, Sud y Central; la ornamentación de sus esporas y taxonomía. *Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève* 44 (2): 715-739.
- HÄSSEL DE MENÉNDEZ, G.G. (1990). Las especies de *Anthoceros* y *Folioeceros* (Anthocerotophyta) de América del Norte, Sud y Central; la ornamentación de sus esporas y taxonomía. *Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève* 45(1):201-220.
- HAVINGA, A.J. (1970). An experimental investigation into decay of pollen and spores in various soil types. *Sporopollenin. Proc. Symposium held at the Geology Depart, Imperial College:* 446-479.

- JARZEN, D.M. (1979). Spore morphology of some Anthocerotaceae and the occurrence of *Phaeoceros* spores in the Cretaceous of North America. *Pollen et Spores* 21 (1-2):211-231.
- KREMP, G.O.W. (1965). *Morphology encyclopedia of palynology*. Univ. Arizona Press. Tucson
- MOGENSEN, G.S. (1984). The spore. En: R. M. Schuster (Ed.), *New Manual of Bryology*. I: 325-342.
- NIETO, M.A., M.V. MANCINI y H.L. D'ANTONI (1986). Calibración de una suspensión de referencia para la estimación de la frecuencia polínica absoluta (APF). *Ameghiniana* 23(1-2):61-64.
- NIETO, M.A. y A.R. PRIETO, (1987). Análisis palinológico del Holoceno tardío del sitio "Fortín Necochea" (Partido de General La Madrid, Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Ameghiniana* 24(3-4):271-276.
- PONCE, M.M. (1982). Morfología ecológica comparada de las filicopsidas de las sierras Australes de Buenos Aires (República Argentina). *Bol. Soc. Arg. Bot.* 21(1-4):187-211.
- PRIETO, A.R. (1989). *Palinología de Empalme Queandíes (Provincia de Buenos Aires). Un modelo paleoambiental para el Pleistoceno tardío - Holoceno*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata. 207 p. (inédito)
- ROMERO, E.J. y C.A. FERNÁNDEZ, (1981). Palinología de paleosuelos del Cuaternario de los alrededores de Lobería (Provincia de Buenos Aires, República Argentina). *Ameghiniana* 18(3-4):273-285.
- SCHUSTER, R. M. (1984). *New Manual of Bryology*. The Hattori Botanical Lab. Nichinan, Miyasake.
- SOTA, E.R. de la (1967). Composición, origen y vinculaciones de la flora pteridológica de las Sierras de Buenos Aires (Argentina). *Bol. Soc. Arg. Bot.* 11(2-3): 105-128.
- SOTA, E.R. de la (1973). La distribución geográfica de las Pteridofitas en el Cono Sur de América meridional. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 15(1):23-34.
- SOTA, E.R. de la (1985). Las pteridofitas de la Provincia de La Pampa, Argentina. *Rev. Fac. Agronomía U.N.L. Pam.* 1(1-2):23-34.

LAMINA A

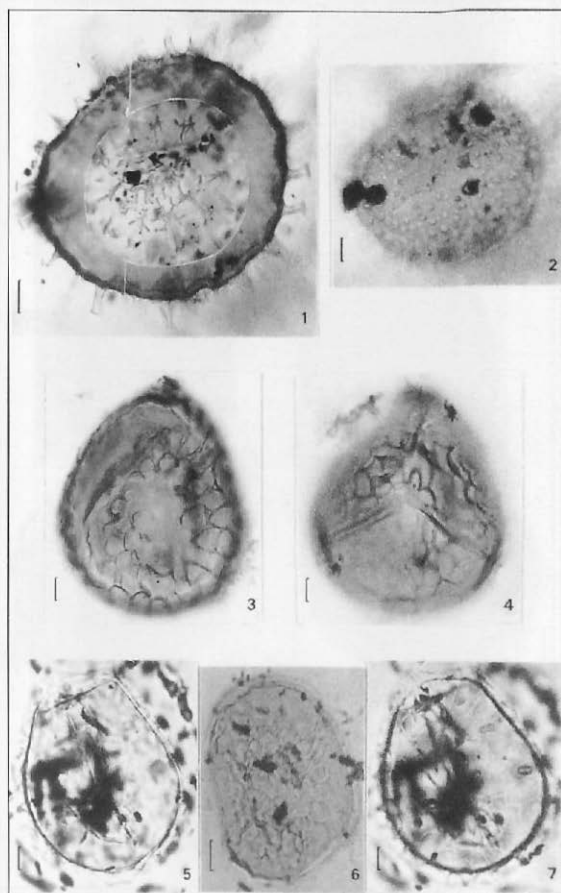


Lámina A - *Riccia* sp. 1: vista distal (x 1000); 2: vista proximal (x 400) *Riccia* sp. A 5: vista proximal (x 400); 7: vista distal (x 400) *Riccia* sp. B 6: vista proximal (x 400), *Riccia* sp. C 3: vista distal (x 400); 4: vista proximal (x 1000). Escala de barra es igual a 10 μ m para todas las figuras.

LAMINA B

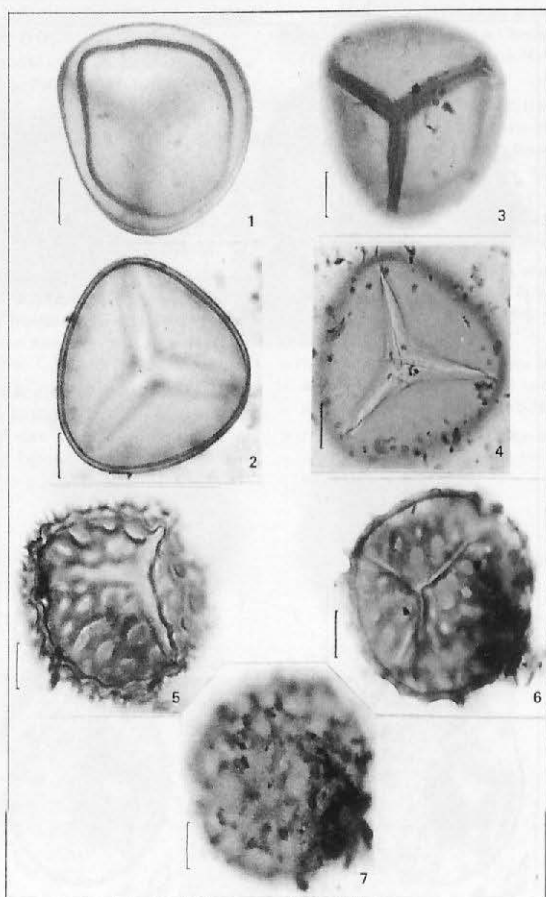


Lámina B.- *Cheilanthes* o *Pellaea* sp. 1,2: vista distal; 3,4: vista proximal. *Anthoceros scariosus* 5,6: vista proximal; 7: vista distal. Todas x 1000. Escala de barra es igual a 10 μ m para todos las figuras.

LAMINA C

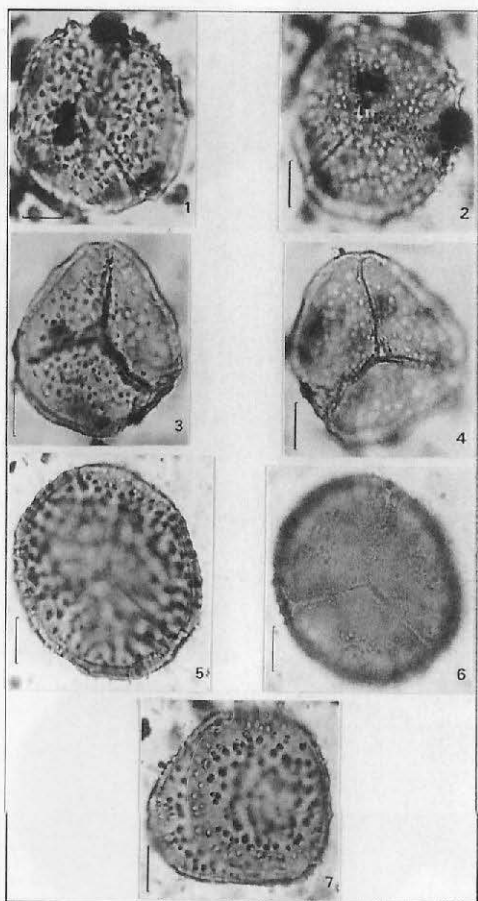


Lámina C.- *Phaeoceros laevis* 1,3: vista distal; 2,4: vista proximal. *Phaeoceros carolinianus* 5,6: vista distal; 7: vista proximal. Todas x 1000. Escala de barra es igual a 10 μ m para todas las figuras.

LAMINA D

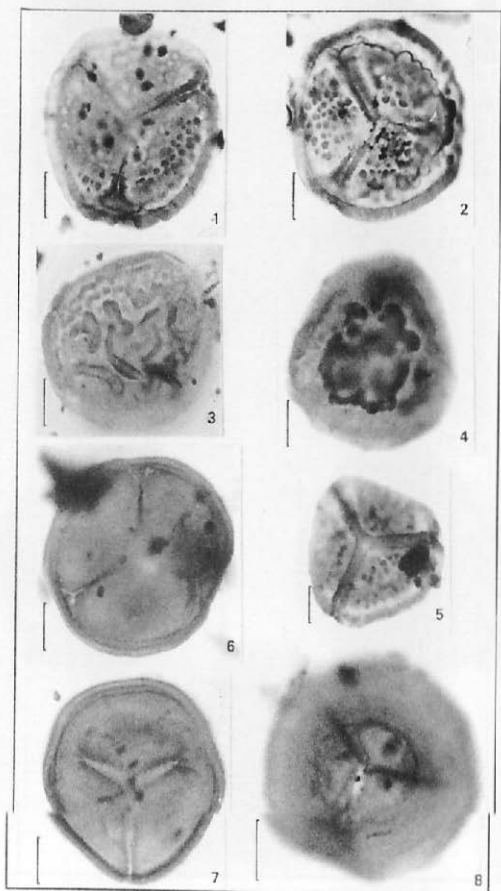


Lámina D.- *Phaeoceros tenuis*: 1,2,5: vista proximal; 3,4: vista distal. *Phaeoceros bulbiculosus*: 6,7: vista proximal; 8: vista distal. Todas x 1000. Escala de barra es igual a 10 μ m para todas las figuras.

LAMINA E

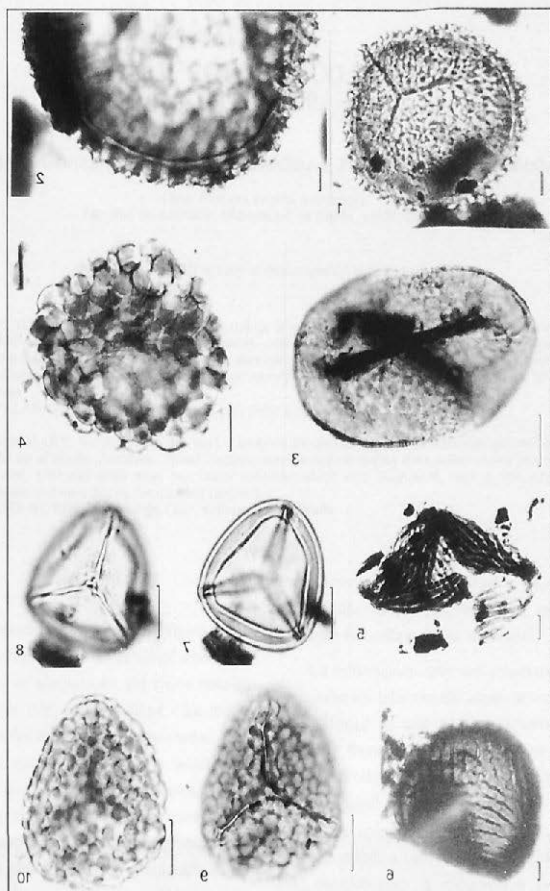


Lámina E.- *Pilularia* sp.: 1: vista proximal (x 400), 2: corte óptico (x 1000); *Polypodium* sp.: 3: vista polar (x 1000); *Notholaena squamosa*: 4,10: vista distal (x 1000), 9: vista proximal (x 1000) *Anemia tomentosa*: 5: vista general (x 1000), 6: vista polar (x 1000); *Doryopteris*: 7: vista distal (x 1000), 8: vista proximal (x 1000). Escala de barra es igual a 10 μ m para todos las figuras.