

Morfología y sistemática de la flora del Cretácico Inferior de President Head, isla Snow, archipiélago de las Shetland del Sur, Antártica.

TERESA TORRES¹, GEORGES BARALE² FRÉDÉRIC THÉVERNARD², MARC PHILIPPE² y
HUMBERTO GALLEGUILLOS³

RESUMEN

Se estudian impresiones de Coníferas, Caytoniales, Bennettiales, Cicadales y helechos hallados en President Head, isla Snow, (62°44' S.; 61°12' W.), archipiélago de las Shetland del Sur. La flora es comparada con otras floras de regiones gondwánicas, infiriéndose relaciones paleoflorísticas y paleogeográficas, principalmente con Sudamérica e India. Se discute el valor cronoestratigráfico, paleoecológico y paleoclimático del material, que ha sido asignado al Cretácico Inferior. Por la gran diversidad, la flora de la isla Snow es valiosa para el mejor conocimiento de la biota del hemisferio sur, en el Mesozoico.

Palabras clave: Macroflora, Mesozoico, Cretácico Inferior, Shetland del Sur, Antártica

Morphology and Systematics of Early Cretaceous flora from President Head, Snow Island, South Shetland Islands, Antarctica.

TERESA TORRES¹, GEORGES BARALE² FRÉDÉRIC THÉVERNARD², MARC PHILIPPE² and
HUMBERTO GALLEGUILLOS³

ABSTRACT

Different impressions of coniferous, caytonils, bennettitals, cycadals and ferns found in President Head (62°44' S.; 61°12' W.), Snow Island, South Shetland Islands are described. The fossil flora was compared with other gondwanic flora from which a paleogeographic and palaeofloristic relationship, principally with South America and India is inferred. Chronostratigraphical, palaeoecological and palaeoclimatic implications of this material, assigned to Early Cretaceous age, are also discussed. By its diversity, this is a valuable flora for the Mesozoic Southern hemisphere's biota.

Key words: Macroflora, Mesozoic, Early Cretaceous, South Shetland Islands, Antarctica.

¹ Laboratorio de Paleobotánica. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Casilla 1004, Santiago, Chile.

² Laboratoire du Mésozoïque. U. Claude Bernard. Lyon 1. 43, Bd. du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne cedex. France

³ Universidad Mayor, Av. Renato Sánchez 4369, Santiago, Chile.

INTRODUCCIÓN

Desde su inicio, el proyecto sobre Paleobotánica auspiciado por el Instituto Antártico Chileno, ha confirmado el interés científico del archipiélago de las Shetland del Sur. Si bien con anterioridad se habían señalado varios sitios con plantas fósiles (Araya y Hervé 1965; Orlando, 1968; González *et al.*, 1970; Valenzuela y Hervé, 1970; Smellie *et al.*, 1984) el proyecto ha permitido descubrir nuevos afloramientos fosilíferos y realizar estudios sistemáticos y taxonómicos.

Recientes colectas de material realizadas por los autores durante las Expediciones Científicas XXX y XXXII, en los veranos de 1994 y 1996, reafirman el interés por realizar nuevos estudios paleobotánicos en la isla Snow. Los primeros resultados, indican que esa localidad es de gran interés en el conocimiento de la flora del Mesozoico. Se trata de una de las escasas floras de origen continental, bien conservada y estratigráficamente bien situada. Estudios preliminares sobre este material fueron abordados principalmente para conclusiones bioestratigráficas (Philippe *et al.*, 1995; Torres *et al.*, 1995; Torres *et al.*, 1996). Este nuevo trabajo tiene por objeto presentar los resultados de los estudios morfológicos y sistemáticos que hicieron posible determinar parte de las impresiones de plantas colectadas en la isla Snow.

AREA DE ESTUDIO Y MATERIALES

President Head (62° 44' S.; 61° 12' W.) es un promontorio sobre la costa Este de la isla Snow, perteneciente al Archipiélago de las Shetland del Sur. Los depósitos volcánicos de President Head están constituidos por una alternancia de sedimentos volcanoclásticos de granos gruesos y finos. Aunque la pendiente de los estratos es relativamente regular, éstos son difíciles de seguir en los sitios con plantas debido a las fuertes variaciones laterales de las facies y a las frecuentes intrusiones. Por lo tanto, las relaciones estructurales entre los diferentes sitios con fósiles son imprecisas y esta localidad debería ser objeto de estudios geológicos más detallados.

El clásico yacimiento con plantas descubierto por Araya y Hervé (1965), denominado en este estudio como sitio D, fue explorado nivel por nivel. Excepcionalmente en esta temporada de terreno, prácticamente todo el sector estaba libre de hielo lo que permitió realizar un detallado reconocimiento del área. En el lugar se reconocieron 14 nuevos puntos en donde afloran sedimentos con impresiones de plantas, o bien maderas fósiles. (Fig. 1) (Philippe *et al.*, 1995; Torres *et al.*, 1995). Las nuevas localidades A, B, C, D, E, I, J, K, L, M, N, O, X y P también han suministrado importantes impresiones que han sido estudiadas. Además, se exploraron tres nuevas localidades en la isla: Hot Point, (F) y la península Hall (N) y un cabo sin nombre situado al sur de President Head (sitio H).

Los restos vegetales encontrados corresponden a sedimentos con microflora, maderas fósiles, en estado de lignita o silicificadas, e impresiones de diversos órganos desprovistos de cutícula, pero bien preservados. La presencia de raíces, rizomas y la diversidad de restos de hojas, órganos reproductores y restos de maderas indican que se trata de una flora depositada *in situ*. En general, las facies son poco favorables a la conservación de las plantas, excepto en los sitios D y B, principalmente en las secuencias finas, en cuyas litologías se observan areniscas y arcillas barrosas. La conservación de las impresiones de plantas es relativamente buena, pero generalmente la conservación de la cutícula no es satisfactoria, con lo cual varias formas no fueron determinadas a nivel específico.

El material estudiado presenta dos letras y el número asignado en terreno; las siglas indican S por Snow y la otra letra representa el punto de la carta en donde se encontró la muestra. Sólo se ilustra el material mejor preservado. Algunas de las muestras fueron halladas durante la comparación, en la Colección Paleobotánica, Sección Geología, del Museo Nacional de Historia Natural; presentan la sigla SGO Pb. Las fotografías fueron realizadas con luz natural. Todo el material está depositado provisoriamente en el Laboratorio de Paleobotánica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile.

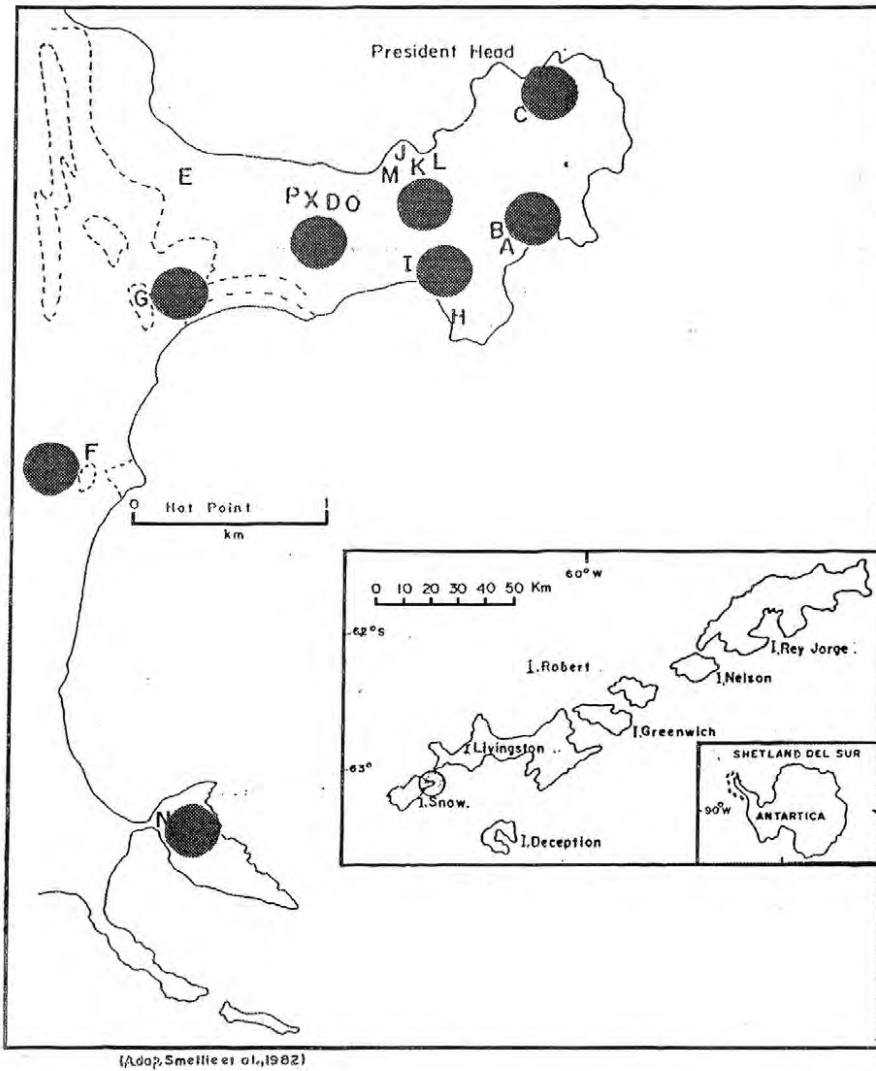


Fig. 1. Localización geográfica de President Head, en la isla Snow, indicando los 17 puntos diferentes en donde fue hallado el material.

RESULTADOS

El estudio morfológico descriptivo permitió determinar 32 formas diferentes que se resumen en el Cuadro 1.

CUADRO 1.

Inventario de la flora de President Head, isla Snow indicando los sitios en que fueron encontrados las diferentes impresiones de plantas fósiles.

FLORAS / YACIMIENTO	B	C	D	H	I	K	X
<i>Equisetum</i> sp.							
<i>Selaginellites</i> sp.							
<i>Kachchia schopfii</i>							
<i>Sphenopteris</i> sp.							
<i>Sphenopteris hoppetsvikensis</i>							
<i>Sphenopteris metzgerioides</i>							
<i>Coniopteris hymenophylloides</i>							
<i>Gleichenites</i> cf. <i>san-martinii</i>							
<i>Cladophlebis antarctica</i>							
<i>Archangelskya</i> sp.							
<i>Pachypteris crassa</i>							
<i>Pachypteris hallei</i>							
<i>Caytonia</i> (?) sp.							
<i>Nilsonia elegans</i>							
<i>Dictyozamites</i> cf. <i>falcatus</i>							
<i>Zamites</i> sp.							
<i>Zamites pachyphyllus</i>							
<i>Otozamites</i> sp.							
<i>Otozamites</i> sp. A							
<i>Otozamites</i> sp. B							
<i>Ptilophyllum acutifolium</i>							
<i>Cycadolepis</i> sp. A							
<i>Cycadolepis</i> sp. B							
<i>Cycadolepis</i> sp. C							
<i>Cycadolepis</i> sp. D							
<i>Elatocladus confertus</i>							
Hojas <i>incertae sedis</i>							
Granos <i>incertae sedis</i>							

Los resultados para cada una de las formas identificadas se expresan en una descripción y en las comparaciones que permitieron clasificar sistemáticamente cada una de las impresiones de plantas estudiadas. El orden de presentación seguido en las descripciones obedece al número correlativo de las figuras en cada lámina.

Descripciones sistemáticas

Equisetum sp.

Lám. I, fig. 1, muestra: SD 75.

Descripción

Diafragma de 7,5 mm de diámetro. Dos zonas son visibles, una central correspondiente probablemente a la región medular y una anular denotada por la presencia de las características carenas donde la densidad es de 2 por milímetro lineal.

Discusión y comparación.

Gee (1989) describe un diafragma nodal de *Equisetum laterale* Phillips emend. Gould 1968 en la flora de Hope Bay, en la península Antártica. El material descrito en este trabajo tiene 8 mm de diámetro y es morfológicamente bastante similar a la muestra estudiada de la isla Snow; sin embargo el número de radios es inferior (1 por milímetro lineal).

Sphenopteris hoppetsvikensis Gee

Lám. I, fig. 2; muestra SD 26

Descripción.

Fronda fragmentaria bipinnada de 30 mm de largo y 13 mm de ancho. Pinnas en disposición alternas de 14 mm de largo y de 4 mm de ancho. Las pínulas no están nunca netamente delimitadas y la distinción entre pinna y pínula no es siempre evidente. Cuando los senos situados entre cada lóbulo tienen una longitud superior a la mitad de la longitud total del lóbulo se ha utilizado el término de pínula. Cada pínula tiene un ápice ligeramente aplastado o bien ligeramente bidentado. En la base está provista de una nervadura mediana que se bifurca una vez por dicotomía en cada lóbulo.

Discusión y comparación

La forma general de las pínulas y de las pinnas permite clasificar el material en el género *Sphenopteris* Sternberg. El aspecto bidentado de cada lóbulo es un carácter distintivo que permite atribuir el material de la isla Snow a *Sphenopteris hoppetsvikensis* Gee (1989), encontrada en la flora de Hope Bay, en la península Antártica.

Coniopteris cf. hymenophylloides (Brongniart) Seward emend. Harris

Lám. I, fig. 3; muestra SD 117

Descripción

Muestra fragmentaria correspondiente a una pinna fértil de 20 mm de longitud en donde se observa, en orden alterno, un soro pedicelado que puede medir hasta 2,5 mm de diámetro.

Discusión y comparación

El material es comparable a *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart) Seward emend. Harris (1961), de la flora del Bajociano/Batoniano de Yorkshire. Una forma similar fue señalada por Halle (1913b) en la macroflora de la bahía Hope, en península Antártica.

Selaginellites sp.

Lám. I, fig. 4, muestra: SD 244

Descripción

Eje con hojas de 16 mm de largo y 1,8 mm de ancho presentando una dicotomía en ángulo de 20°. Cada eje está cubierto de pequeñas hojas dispuestas en dos planos: una fila de hojas ventrales y una de hojas dorsales. En cada fila las hojas se disponen alternadamente en cada lado del eje. Cada hoja tiene aproximadamente 1,8 mm de largo por 1 mm de ancho, es ovalada con ápice agudo. La nervadura no es visible. Las hojas ventrales son bastante más nítidas que las hojas dorsales.

Discusión y comparación

El material estudiado se parece al material denominado cf. *Selaginellites* sp. de la flora de Kachchh descrito por Bose y Banerji (1984). También tiene algunas similitudes con: *Lycopodites victoriae* Seward, *L. scanicus* Nathorst ex Halle y *L. falcatus* Lindley & Hutton y *Selaginellites gracilis* Oldham & Morris, citadas por Harris (1961), siendo la más afín esta última.

Cladophlebis antarctica Nathorst

Lám. I, fig. 5; muestra SD 124

Descripción

Pinna completa de 83 mm de largo y 18 mm de ancho en la parte más ancha con pínulas dispuestas en orden alterno midiendo un máximo de 10 mm de largo por 5 mm de ancho en la base. Pínulas unidas completamente por la base al raquis central. Borde de las pínulas ligeramente lobado. Nervadura mediana bien pronunciada con nervaduras laterales simples o dicotómicas en cada lóbulo.

Discusión y comparación

La forma general de las pínulas permite clasificar el material estudiado en el cosmopolita morfo-género *Cladophlebis* Brongniart. Difiere de *Cladophlebis williamsensis* Barale et al (1995), de la isla Livingston, principalmente en la nervadura. Los márgenes dentados a lobados de las pínulas permiten asimilar la muestra a *Cladophlebis antarctica* Nathorst, determinada por Halle (1913b) y revisada por Gee (1989) de Hope Bay, en la península Antártica. Esta especie también ha sido hallada en la flora de Taquetrén y Baqueró en la Argentina (Herbst, 1971; Baldoni, 1978, 1981).

Sphenopteris metzgerioides Harris

Lám. I, fig. 6, muestra SD 248

Descripción

Fronda incompleta tri o cuadripinnada presentando pinnas dispuestas paralelamente con 25 mm de largo y 10 a 15 mm de ancho. La disposición de las pinnas es siempre alterna y dispuestas en ángulos de 30°-45° con el raquis principal. Las pínulas son lineales con ápice agudo o sub-agudo y miden 2,5 mm de largo y 0,4-0,7 mm de ancho en promedio. La nervadura no es visible.

Discusión y comparación

El material es comparable al descrito por Harris (1961), en la flora del Bajociano-Batoniano de Yorkshire y determinada como *Sphenopteris metzgerioides*. Igualmente tiene relación con aquella determinada y figurada como *S. metzgerioides* por Bose et Banerji (1984) de la flora de Kachchh. También fue comparada con *Sphenopteris nordenskjöldii* Halle (1913b), encontrada en

la Bahía Hope, sin embargo esta especie presenta un raquis alado que no se observa sobre el material de la isla Snow.

Gleichenites cf. san-martinii Halle

Lám. I, fig. 7; muestra SD 254a

Descripción

Pinna aislada de 15 mm de largo por 5 mm de ancho. Las pínulas son alternas pero mal individualizadas debido a que los senos que las separan no llegan nunca al eje principal. Cada pínula mide 2,5 mm de largo por 2 mm de ancho en la base y se termina en un ápice redondeado. La vena media es bien visible y se une cerca del ápice a un soro de 0,7 mm de diámetro.

Discusión y comparación

Esta pinna fértil es similar a *Gleichenites san-martinii* Halle descrita en la flora mesozoica de Patagonia y de Tierra del Fuego, Lago San Martín (Halle 1913a) y Formación Baquero (Feruglio, (1937). Sin embargo, el material presentado por Halle (1913a) está caracterizado por numerosas pinnas. Las pínulas tienen una forma muy similar a la muestra aquí estudiada, con excepción del tamaño que es mucho más pequeño y la nervadura que son diferentes; la presencia de 2-4 venas secundarias no fue observada sobre el material estudiado de la isla Snow. La forma *Gleichenites cf. san-martinii* Halle, descrita por Hernández y Azcárate (1971) de la península Byers, isla Livingston, presenta pinnas muy próximas al material presentado. Hasta no revisar el material original descrito por Halle, se ha preferido clasificar esta forma en el status de confer. Esta especie ha sido señalada generalmente en estratos del Cretácico Inferior, Herbst (1962, 1966) con lo cual podría asignársele un cierto valor estratigráfico. Cabe indicar que al cierre de este trabajo, en una reciente colecta de plantas en la isla Snow, se han encontrado tres frondes que coinciden plenamente con las formas de la península Byers.

Sphenopteris sp.

Lám. I, fig. 8, muestra SD 264a

Descripción

Pinna aislada de 60 mm de largo y 10 mm de ancho constituida de pínulas dispuestas en orden alterno. Pínulas de 4,5 mm de largo por 3 mm de ancho unidas por un punto al raquis. Bordes laterales paralelos o ligeramente lobados. ápice redondeado. Nervadura principal bien marcada. Venas secundarias bifurcadas, generalmente dos veces, antes de tocar el borde de la pínula. Nervaduras secundarias basales de borde catadrómico colocadas sobre la nervadura principal muy cerca del raquis central. Raquis recto de 1,3 mm de ancho en la base y 0,5 mm en el extremo superior.

Discusión y comparación

La base angosta y adelgazada de las pínulas a nivel de su inserción sobre el eje permite atribuir el material al género *Sphenopteris* Sternberg. Se destaca en esta forma el carácter particular de la nervadura basal situada del lado catadrómico. En efecto, la nervadura secundaria se une a la principal en contacto con el raquis. Ninguna de las especies descritas de la flora de Hope Bay por Halle (1913b) y Gee (1989) tienen relación con este material de la isla Snow.

Archangelskya sp.

Lám I, fig. 9; muestra SH 4

Descripción

Fronda fragmentaria con un raquis principal de 1,5 mm de diámetro el que se ramifica por dicotomía. En la base de la dicotomía y por el lado externo, se observan dos pinnas opuestas. Una es visible en su totalidad y mide 20 mm de largo con pinnulas opuestas en las cuales no son visibles las nervaduras. En una de las ramas de la dicotomía tiene dos pinnas fragmentarias.

Discusión y comparación

A pesar de lo fragmentario, la presencia en esta fronde de un raquis principal dicotómico, según un ángulo agudo, así como las dos pinnas en la base de la dicotomía, permite atribuir la muestra estudiada al género *Archangelskya* (Herbst, 1964; Herbst y Arzoategui, 1968) encontrado en la flora de Taquetrén, en Chubut, Argentina. Siendo las ramas de la dicotomía muy cortas y en ausencia de otra muestra, no es posible determinar a nivel de especie.

Pachypteris crassa (Halle) Townrow

Lám. II, fig. 1-3; muestras: SD 251 - SD 243 - SD 258

Descripción

Frondas bipinnadas de 70 mm de largo constituidas por pinnas opuestas a alternas insertas al raquis central según un ángulo agudo. Las pinnulas se presentan de dos formas, o bien muy juntas las unas contra las otras sobre una misma pinna, o bien separadas. Son enteramente ovaladas, con la parte más ancha situada en la zona mediana, a veces ligeramente dentada sobre los bordes. Las pinnulas tienen hasta 4 mm de longitud y 2 mm de ancho. La base está contraída sobre el borde anadrómico y es decurrente sobre el borde catadrómico. La primera pinnula de una pinna, situada en el lado anadrómico es a menudo ligeramente más desarrollada que las pinnulas contiguas. Las nervaduras secundarias no fueron observadas en las muestras estudiadas.

Discusión y comparación

El material es comparable al ilustrado por Halle (1913b) y por Gee (1989) determinado como *Pachypteris crassa* (Halle) Townrow. El material descrito por Hernández *et al.* (1971) del Cretácico Inferior de la península Byers (isla Livingston) y determinado como *Pachypteris* sp. presenta las características de *Pachypteris crassa*. Formas similares a esta especie también se han encontrado en sedimentos del Cretácico Inferior, en Paso Roballos, Argentina, citado en Baldoni (1978). Otra especie comparable y muy próxima, según las ilustraciones, es *Pachypteris specifica* Feistmantel emend. Bose y Banerji, de la flora jurásica de Kachchh. La especie de la India está definida por los caracteres epidérmicos, lo cual dificulta poner en sinonimia ambas especies, ya que en el material estudiado de la isla Snow no se encontró epidermis.



Lámina I

Para las dimensiones el valor de la escala en cada figura corresponde a 1 mm.

Fig. 1 -*Equisetum* sp. Muestra N° SD 75. Diafragma nodal.

Fig. 2 -*Sphenopteris hoppetsvikensis* Gee. Muestra N° SD 26. Vista de una pinna fragmentaria.

Fig. 3 -*Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart) Seward. Muestra N° SD 117. Pinna fértil fragmentaria.

Fig. 4 -*Selaginellites* sp. Muestra N° SD 244. Eje ramificado por dicotomía.

Fig. 5 -*Cladophlebis antarctica* Nathorst. Muestra N° SD 124. Vista general de una pinna.

Fig. 6 -*Sphenopteris metzgerioides* Harris. Muestra N° SD 248. Vista general de una fronda.

Fig. 7 -*Gleichenites* cf. *san-martinii* Halle. Muestra N° SD 254a. Pinna fértil con soros en los extremos.

Fig. 8 -*Sphenopteris* sp. Muestra N° SD 264a. Pinna fragmentaria.

Fig. 9 -*Archangelskya* sp. Muestra N° SH 4. Fronda mostrando la dicotomía del raquis y dos pinnas.

Pachypteris hallei Frenguelli

Lám. II, fig. 4-6; muestras: SD 240a - SD 247 - SD 108

Diagnosis enmendada

Fronda bipinnada de 22 cm de largo y 20 cm de ancho. Raquis flexuoso no alado, no ramificado con estrías longitudinales de al menos 3 mm de ancho en la base, 2 mm hacia el vértice. Pinnas de contornos lanceolados, opuestas, sub-opuestas a alternas, insertas según ángulos que varían de 25° a 65° con intervalos de 12 a 22 mm. Eje de las pinnas de 0,5 mm de ancho sosteniendo pínulas en disposición opuestas, sub-opuestas a alternas. Pínulas de forma generalmente oval simple; en la parte apical de las frondas, son más lobadas. Apice de las pínulas delgado a sub-redondeado, borde basal de dos tipos, anadrómico contraído o borde basal catadrómico decurrente. El largo de las pínulas varía desde 0,5 hasta 18 mm, mientras que el ancho varía de 0,5 a 5 mm. Nervaduras consistentes en una principal y en otras secundarias que se dividen una a dos veces, en cada lóbulo.

Discusión y comparación

La forma *Pachypteris hallei* Frenguelli ha sido ilustrada y descrita por Gee (1989) en la flora del Jurásico Superior - Cretácico Inferior de Hope Bay. Las muestras provenientes de la isla Snow, principalmente una notable y bien conservada fronda de 22 cm de largo por 20 cm de ancho (Lám. II, figura 5) permiten proponer una diagnosis enmendada para esta especie basada principalmente en las nervaduras y en la forma de las pinnas. Fuenzalida *et al.* (1965) describen e ilustran las formas *P. lanceolata* y *Scleropteris* sp., ambas fueron sinonimizadas con *Pachypteris hallei*, por Gee (1989). Los mismos autores igualmente han descrito e ilustrado una muestra de la isla Snow, denominada *P. hallei*, la cual presenta las pinnas típicas; sin embargo el raquis principal, parece dicotómico. Este carácter no ha sido observado en las frondes de grandes dimensiones estudiadas. La dicotomía no se considera como un carácter estable, por lo que no se tomó en cuenta en la diagnosis enmendada. Luego de comparar el material hallado en la isla Snow, con aquel estudiado e ilustrado por Fuenzalida *et al.* (1972), éste debe igualmente ponerse en sinonimia con *Pachypteris hallei*. En efecto, el carácter principal de las pínulas de *Pachypteris hallei*, es la forma oval y recorrida por una nervadura principal que se ramifica dos veces por dicotomía.

Caytonia (?) sp.

Lám. II, fig. 7-8; muestras: SD 241 - SGO Pb 308

Descripción

Fronda fértil de al menos 25 mm de largo llevando en disposición alterna pinnas fértiles. Cada pinna está constituida, según su posición, sobre la fronda de 1 a 5 elementos sub-redondeados y pedunculados alternos. Cada elemento es de 2,5 a 3 mm de ancho por 1,3 a 1,5 mm de alto. Los márgenes en forma de media luna parecen menos espesos que la parte central, la que se caracteriza por una acumulación de materia orgánica.

Discusión y comparación

Es posible comparar este material con aquel atribuido al género *Caytonia* Thomas emend. Harris. Sin embargo, las pinnas fértiles de este género no poseen sino una sola hilera de «frutos» a cada lado del eje principal. Además en el material de isla Snow no se ha observado la posición de la abertura del fruto. El tamaño de los elementos fértiles es muy comparable con los que han sido descritos para los frutos del género *Caytonia*. No obstante, no se debe descartar la posibilidad que podría tratarse de elementos fértiles de otro tipo de planta. El material estudiado corresponde a dos muestras, una recientemente encontrada y otra hallada en la colección del Museo Nacional de Historia Natural, SGO PB 308(fig.8) que no había sido anteriormente estudiada:

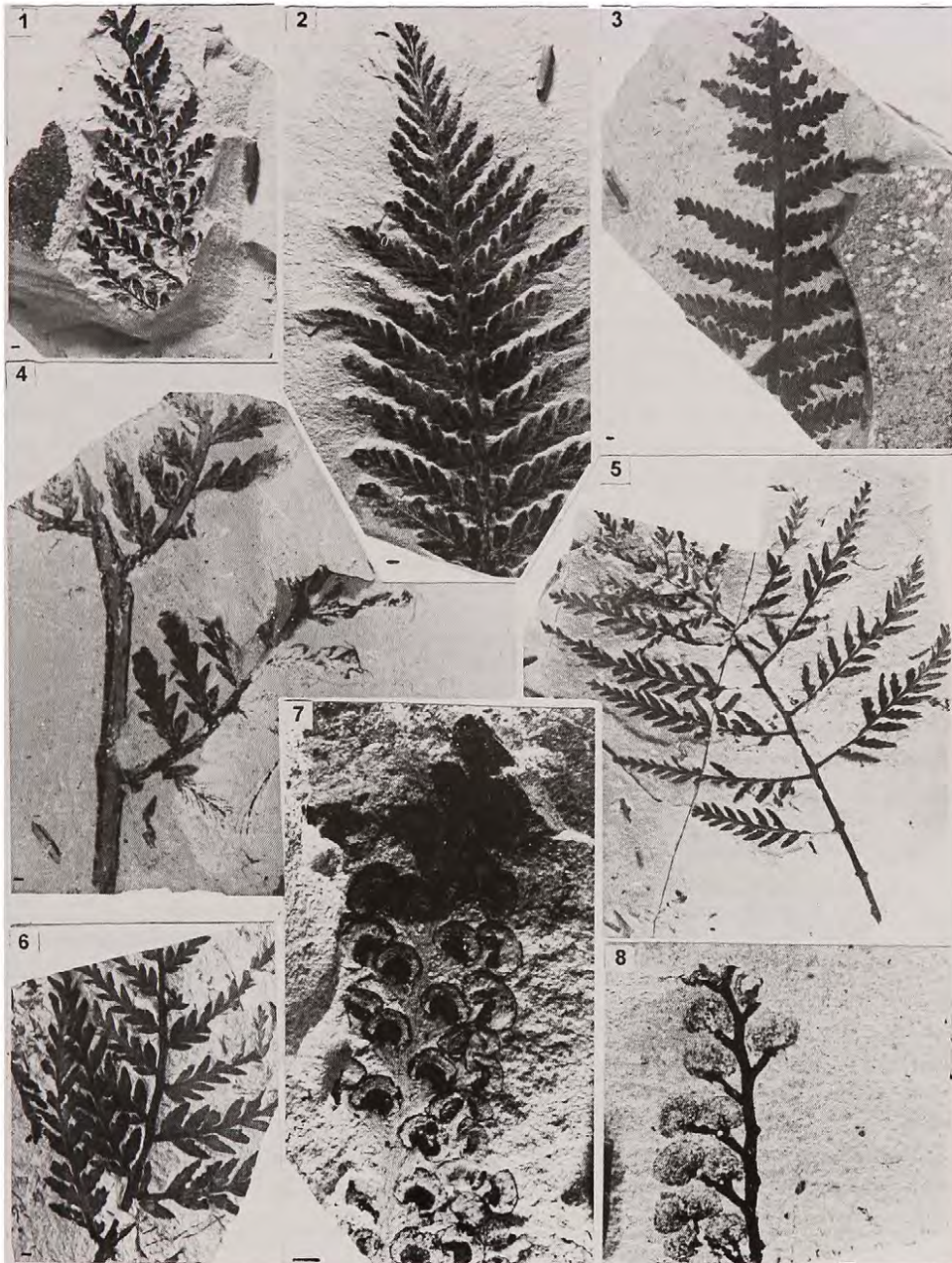


Lámina II

- Fig. 1 -*Pachypteris crassa* (Halle) Townrow. Muestras N° SD 25 Parte distal de una fronda.
Fig. 2 -*Pachypteris crassa* (Halle) Townrow. Muestra N° SD 243. Parte distal de una fronda.
Fig. 3 -*Pachypteris crassa* (Halle) Townrow. Muestra N° SD 251. Parte distal de una fronda.
Fig. 4 -*Pachypteris hallei* Frenguelli. Muestra N° SD 108. Fronda mostrando la disposición de las pinnas.
Fig. 5 -*Pachypteris hallei* Frenguelli. Muestra N° SD 240a. Vista general de una fronda.
Fig. 6 -*Pachypteris hallei* Frenguelli. Muestra N° SD 247. Fronda con pinnas más serradas.
Fig. 7 -*Caytonia* (?) sp. Muestra N° SD 241. Fronda con pinnas fértiles
Fig. 8. -*Caytonia* (?) sp. Muestra N° SGO Pb 308. Fronda con elementos fértiles.

Kachchhia schopfii Gee

Lám. III, fig. 1-2; muestras: SD 20 - SD 245 - SGO Pb 307

Descripción

Eje principal de 20 mm de largo y 0,7 mm de diámetro portando lateralmente y en posición sub-opuesta, pínulas fértiles. Cada una de ellas termina en una cabeza redondeada portando al menos 6 esporangios o sacos polínicos alargados. Cada esporangio o saco tiene 4 mm de largo, por 1 mm de ancho y está marcado por la presencia de un surco mediador. Algunos ejemplares presentan elementos fértiles dispersos.

Discusión y comparación

El material estudiado es idéntico a aquel determinado como *K. schopfii* Gee (1989), este autor propuso, para la flora de Hope Bay, una nueva especie diferente a *K. navicula* Bose et Banerji (1984) hallada en la flora de Kachchh en la India. Dos son los caracteres más importantes: un receptáculo de los sacos polínicos de tamaño pequeño (0,5 mm de diámetro) y ramas laterales portadoras de receptáculos no divididos. Las diferencias entre las dos especies se resumen en el Cuadro 2, los datos de *K. schopfii*, provienen de las observaciones de este trabajo complementado por los datos de Gee (1989).

CUADRO 2

Comparación entre las formas de *Kachchhia* de la isla Snow y Hope Bay, Antártica y de Kachchh, India presentando las similitudes y las diferencias.

<i>Kachchhia navicula</i> Bose et Banerji, 1984	<i>K. schopfii</i> Gee, 1989 y este estudio.
Flora de Kachchh	Flora de Hope Bay y de Snow
Jurásico Superior - Cretácico Inferior	Jurásico Superior - Cretácico Inferior
Microesporofilos superiores de 40 mm de largo, 10 mm de ancho	Largo y ancho desconocidos
Eje principal con 0,8 a 1 mm de diámetro	1 mm de diámetro
Ramificaciones en un plano, alternas o subopuestas, simples o divididas de 1 a 3 veces	Ramificaciones en un plano, alternas, no divididas.
Angulo de las ramificaciones de 75-90°	Angulo de 90°
Largo de las ramificaciones 3-4 mm, ancho 0,8-1,2 mm	Largo 1-2 mm, ancho inferior a 0,5mm
Extremidad de la ramificación 1,5 mm de diámetro con al menos 8 zonas de ligazón	Extremidad de 0,5 mm de diámetro con zonas de ligazón en número indeterminado
Esporangio bilocular en forma de naves: 2-3,5 mm de largo x 1-1,5 mm de ancho	Esporangio bilocular en forma de naves: 3 mm de largo x 1,3 mm de ancho
Cutícula conocida próxima de <i>Pachypteris specifica</i> Feistmantel emend. Bose et Banerji	Cutícula desconocida.

Cycadolepis sp. A

Lám. III, fig. 3; muestra SX 1

Descripción

Escama en forma de embudo con una base alargada de 15 mm que se estrecha progresivamente en huso sobre un largo de 10 mm. La base presenta estrías longitudinales.

Discusión y comparación

La forma general de la escama permite atribuirle al género *Cycadolepis* Saporta emend Harris. Desde el punto de vista morfológico la muestra de la isla Snow se parece a *Cycadolepis infundibulum* Barale, de la flora del Jurásico meridional francés Kimmeridgiano Superior (Barale, 1981). Sin embargo las diferentes especies de este género están caracterizadas por estructuras epidérmicas particulares, no reconocidas en el material de isla Snow.

Cycadolepis sp. B

Lám. III, fig. 4; muestra: SD 253

Descripción

Muestra fragmentaria donde la parte distal está ausente. Presenta más de 50 mm de largo y 27 mm de ancho en su parte más ancha. La superficie de la escama está marcada en sectores por estrías longitudinales.

Discusión y comparación:

La atribución al género *Cycadolepis* Saporta emend. Harris, es incuestionable.

Cycadolepis sp. C

Lám. III, fig. 5; muestra: SD 252a

Descripción

Escama fusiforme de 59 mm de largo por 12 mm de ancho en su parte más ancha y acuminada en la parte distal. Se puede notar la presencia de estrías longitudinales que convergen hacia el ápice.

Discusión y comparación

La forma general de esta escama aislada permite atribuirle a una Bennettita del género *Cycadolepis* Saporta emend. Harris.

Cycadolepis sp. D

Lám. III, fig. 6; muestra SD 256

Descripción

Escama fragmentaria de 20 mm de largo y 3 mm de ancho. Los márgenes están cubiertos de numerosos pelos.

Discusión y comparación:

Aún cuando el material es fragmentario el aspecto característico de esta escama permite atribuirle al género *Cycadolepis* Saporta emend. Harris. Las tricomas presentes en esta escama la hacen similar con *Cycadolepis villosa* Saporta emend. Barale, del Kimmeridgiano Superior del Jurásico de Francia (Barale, 1981). La ausencia de cutícula no permite dar una determinación precisa.

Formas *Incertae Sedis*

Lám III, fig. 7-8; muestras: SD 257-SD 258

Descripción

Granos de 15-29 mm de largo y 2,5-3 mm de ancho, más o menos delgados en su base y bastante agudo en su vértice superior. Los contornos están provistos de numerosos tricomas muy finos.

Discusión

Los datos son insuficientes para atribuir este material a un grupo taxonómico preciso.

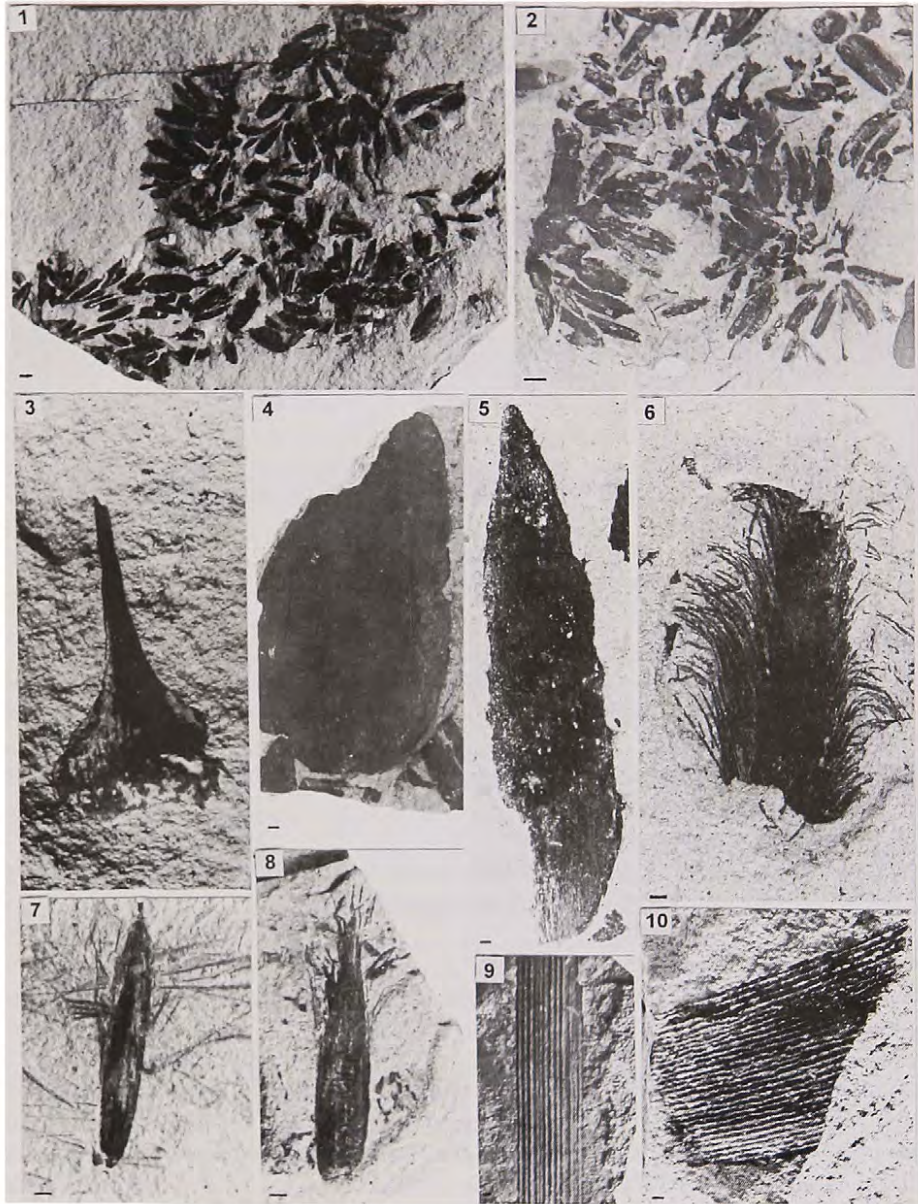


Lámina III

- Fig. 1 -*Kachchhia schopfii* Gee. Muestra N° SD 20. Presencia de elementos fértiles dispersos.
 Fig. 2 -*Kachchhia schopfii* Gee Muestras N° SD 245. Pinna mostrando una cabeza rodeada de elementos fértiles.
 Fig. 3 -*Cycadolepis* sp. A. Muestra N° SX 1. Vista en conjunto de una escama
 Fig. 4 -*Cycadolepis* sp. B. Muestra N° SD 253. La parte distal superior está ausente.
 Fig. 5 -*Cycadolepis* sp. C. Muestra N° SD 252a. Escama fusiforme
 Fig. 6 -*Cycadolepis* sp. D. Muestra SD 256. Presencia de pelos sobre una escama.
 Fig. 7 -Grano *Incertae Sedis*. Muestra N° SD 258. Vista general mostrando los pelos.
 Fig. 8 -Grano *Incertae Sedis*. Muestra N° SD 257. Vista general, con los pelos contra el grano
 Fig. 9 -*Incertae Sedis*. Muestra N° SD 243. Hoja en cinta con estrías paralelas.
 Fig. 10 -*Incertae Sedis*. Muestra N° sd 242. Base de hoja con numerosas estrías paralelas

Hoja *Incertae Sedis*

Lám. III, fig. 9-10; muestras: SD 242 - SD243

Descripción

Hojas fragmentarias de 25 a 67 mm de largo por 10 a 20 mm de ancho. Estas hojas, siempre incompletas, están recorridas por venaciones longitudinales (10 a 13 por cm lineal) y tienen una forma similar a una cinta.

Discusión y comparación

Este material se parece al de península Byers, ilustrado por Hernández y Azcárate (1971) y asignado como cf. *Pseudoctenis* sp. Igualmente, es muy similar al material ilustrado por Bose y Banerji de la flora jurásica de Kachchh (hojas *Incertae Sedis* type 1 y 2). En ausencia de caracteres epidérmicos, estas hojas son de atribución sistemática incierta.

Ptilophyllum acutifolium Morris

Lám. IV, fig. 1-3 ; muestras SD 18 - SD.246 - SD 267

Descripción

Fronδας de al menos 600 mm de largo por 70 mm de ancho presentando un raquis principal arqueado. Folíolos en disposición sub-opuesta de 12 a 42 mm de largo y 1,5 a 3,5 mm de ancho. Pínnulas insertas según un ángulo agudo, a menudo de 50°. Bordes basales anadrómico y catadrómico redondeados donde el borde basal es ligeramente decurrente. La extremidad de cada folíolo es falcada en la dirección del ápice de la fronde. Los folíolos se presentan cerrados los unos contra los otros, débilmente espaciados o a veces tocándose entre ellos por su margen. La nervación parte de la base y consiste en 10 a 11 nervaduras paralelas por 3 mm lineal.

Discusión y comparación

El material es atribuible al género *Ptilophyllum* Morris emend. Bose y Kasat. Las partes distales de las frondas, permiten atribuir el material estudiado a la especie *Ptilophyllum acutifolium* Morris. A su vez Bose y Banerji (1986) muestran en su Lám 23, fig. 10-11, impresiones comparables al material estudiado de la isla Snow. Baldoni (1978) también ha señalado formas comparables en la flora del Cretácico Inferior del Lago San Martín, en Argentina.

Zamites pachyphyllus Halle

Lám IV, fig. 4-5; muestras: SD 38 - SI 5

Descripción

Fronda fragmentaria de 50-60 mm de largo y 11 a 18 mm de ancho. Raquis de 1,7 a 2,2 mm de ancho. Cada folíolo, en disposición sub-opuesta sobre la pinna, está bordeada por un engrosamiento marginal o ala de 0,1 a 0,4 mm de ancho. Cada folíolo está adosado sobre la fase superior del raquis tocándose ligeramente, insertas según un ángulo de 50° a 70°. El contorno es lineal a lanceolado de 8-10 mm de largo por 2,5 a 4 mm de ancho. Los folíolos del lado proximal son más cortos y más largos en la región media. La base de cada folíolo es simétrica, el ápice es simétrico o bien disimétrico. Las nervaduras consisten en líneas divergentes a partir de la callosidad basal, simples o con una dicotomía (densidad de 2 por mm). En regla general se observan 8 a 10 nervaduras por folíolos.

Discusión y comparación

La simetría de cada folíolo y la distribución de la nervadura permiten atribuir el material al género *Zamites* Brongniart. La presencia de un borde marginal alado es típico de la especie *Zamites pachyphyllus* Halle. Esta especie fue descrita por la primera vez en la flora de la Bahía Hope, en la península Antártica, por Halle (1913b). Gee (1989) en la revisión de esta flora, ilustra el material correspondiente a esta especie que corresponde plenamente con la especie encontrada en President Head, isla Snow.

Otozamites sp. A

Lám. IV, fig. 6; muestra SD 50

Descripción

Fronda de 72 mm de largo por 12 mm de ancho portando sobre la cara superior del raquis folíolos en orden alterno enmascarando completamente el eje portador. Folíolos de 7 mm de largo por 3 mm de ancho disimétricos en la base y ligeramente falcados, con ápice redondeado. Nervadura acropétala en la aurícula y basipétala por el otro lado, nervaduras simples o una vez dicotómica (en la base, 10 nervaduras en 3 mm lineales).

Discusión y comparación

Por los caracteres morfológicos se clasifica en el género *Otozamites* Braun emend. Bose. Morfológicamente, la muestra estudiada es próxima al material de la India descrito por Bose et Banerji (1984) de la flora de Kachchh y determinada como *Otozamites kachchhensis* Bose et Banerji. Sin embargo, no se ha encontrado estructuras de la epidermis, lo que impide atribuir la a una especie precisa ya que generalmente las especies descritas en la India, se definen por la cutícula. Se diferencia de *Otozamites* B (ver Lám. V, fig. 6) porque los folíolos tienen una morfología y una relación entre el largo y ancho diferente de la especie *Otozamites* A.

Nilsonia elegans Arber.

Lám. IV, fig. 7-8; muestras: SD 60 - SD 269

Descripción

Hojas simples con limbo entero o dividida en dos lóbulos irregulares en tamaño y disposición, los que excepcionalmente llegan a la nervadura central. La hoja disminuye de tamaño en su parte distal. El largo de las frondas varía entre 5 y 10,5 cm y el ancho entre 7 y 12 mm. La nervadura central consiste en un marcado eje que cruza toda la hoja teniendo en la cara superior del limbo 1 a 1,5 mm de ancho. De esta nervadura principal se derivan nervaduras secundarias formando un ángulo recto. Estas nervaduras son simples o una vez dicótomas en la parte mediana (la densidad es de 3 nervaduras por 1 mm lineal).

Discusión y comparación

El material se asemeja a las formas taeniopteridianas del Mesozoico y a pesar de la ausencia de cutícula pueden ser atribuidas por sus características morfológicas al género *Nilsonia* Brongniart. La especie *Nilsonia schauburgensis* (Dunker) Nathorst, descrita por Samylina (1964) en la flora de la región al Oeste del río Kolyma, es bastante próxima según la descripción y figuras. Se ha considerado que coincide plenamente con la descripción de *Nilsonia elegans* ilustrada por Arber (1917). (Lám VIII fig.8, Lám. IX, figs. 1.3) de Matura, Nueva Zelanda, atribuida, al Jurásico Medio. Esta forma en su descripción no fue definida por los caracteres epidérmicos. Cantrill (1995) indica relación de esta forma con *Taeniopteris* de Australia.

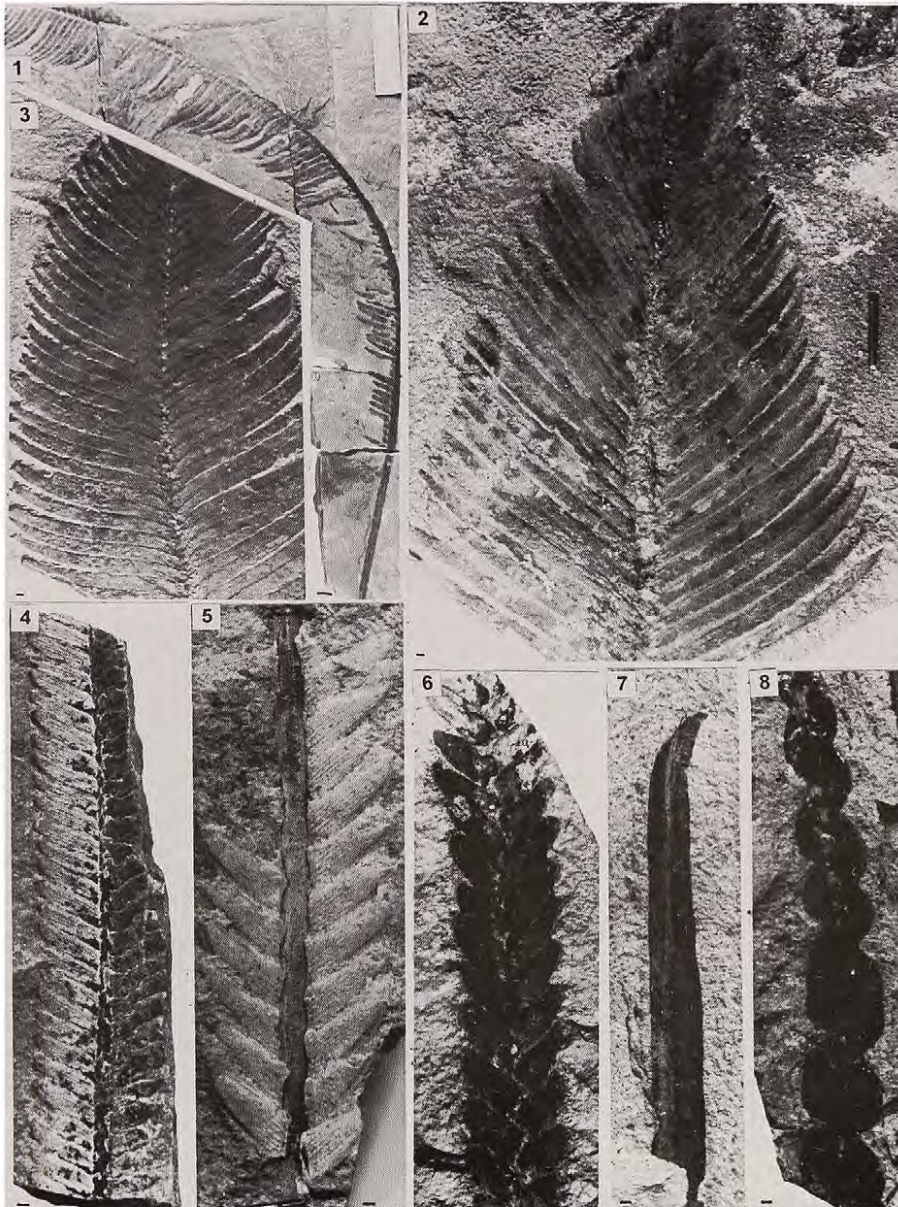


Lámina IV

Fig. 1 -*Prilophyllum acutifolium* Morris. Muestra N° SD 267 Vista de una muestra de gran tamaño (50 cm)

Fig. 2 -*Prilophyllum acutifolium* Morris. Muestra N° SD 18. Parte distal de una fronda.

Fig. 3 -*Prilophyllum acutifolium* Morris. Muestra N° SD 246. Fronda con folíolos ligeramente falcados.

Fig. 4 -*Zamites pachyphyllus* Halle. Muestra N° SD 38. Vista general de una fronda.

Fig. 5 -*Zamites pachyphyllus* Halle. Muestra- N° SI 5. Las pínulas muestran la nervaciones.

Fig. 6 -*Otozamites* sp. A. Muestra- N° SD 50. Fronda mostrando la disposición alterna de los folíolos.

Fig. 7 -*Nilsonia elegans* Arber Muestra-N° SD 269. Fronda con la nervadura principal perpendicular al eje.

Fig. 8 -*Nilsonia elegans*. Arber Muestra- N° SD 60. Fronda con limbo lobado .

Zamites sp.

Lám. V, fig. 1-3; muestras: SD 262 - 239a-b

Descripción

Frondas fragmentarias de hasta 250 mm de largo y 40 mm de ancho. Cada fronda está constituida por folíolos lineales de 13 a 34 mm de largo y con 4,5 a 6,5 mm de ancho en la base. Está unida al raquis por un punto, sobre la parte superior del raquis principal, la disposición de los folíolos es alterna y tienen bordes paralelos con ápices redondeados. A veces la parte distal es ligeramente curvada del lado del ápice de la fronde. La parte proximal no presenta aurícula. Las nervaduras parten desde la callosidad basal e irradian todo el limbo luego de una o varias bifurcaciones; se contaron de 17 a 19 nervaduras en un ancho de 6 mm.

Discusión y comparación

La forma de los folíolos revela una simetría según una recta que une la callosidad basal con el ápice. La nervadura es basipétala sobre el borde basal, anadrómica y acropétala sobre el borde basal catadrómico. Estos caracteres permiten atribuir el material al género *Zamites* Brongniart emend. Harris.

Por las dimensiones de sus folíolos, la fronda estudiada no se parece a ninguna forma del género *Zamites* descrito anteriormente para la Antártica. El material tiene relación con aquel descrito por Person y Delevoryas (1982) y determinado como *Zamites lucerensis* (Wieland) Person & Delevoryas. Sin embargo, la densidad de las nervaduras observadas sobre el material de la isla Snow es más importante (30 nervaduras por cm) que aquella observada sobre los folíolos hallados en Oaxaca (20 a 25 nervaduras por cm).

Los trabajos de Harris (1969), han demostrado la importancia del estudio de la cutícula en la diferenciación de las Bennettitales. En ausencia de cutícula el material no se atribuirá por ahora a una nueva especie, aún cuando presenta claras diferencias con todas las formas anteriormente descritas.

Dictyozamites cf. falcatus (Morris) Medlicott et Blanford

Lám V, figs. 4-5, 7 y 9; muestras: SD 24 - SD 259 SGO Pb 310-SD 260.

Descripción

El material estudiado corresponde a frondas fragmentarias formadas por 4 a 7 folíolos, o por folíolos aislados incompletos. La fronda más completa muestra 7 folíolos donde falta la parte distal. Cada folíolo está inserto por una base mediana sobre el raquis. La forma general de cada folíolo es ligeramente falcada. La nervadura es característica, se presenta anastomosada con mallas alargadas hasta 10 veces, más largas que anchas, con mallas laterales cortas y divergentes en la dirección de los márgenes.

Discusión y comparación:

Aún cuando el material es fragmentario, presenta folíolos con la forma general y la típica nervadura, que permite atribuir sin ambigüedad las muestras estudiadas al género *Dictyozamites* Oldham et Morris emend. Harris. Las formas son muy similares a las ilustraciones de Fuenzalida et al. (1972) determinadas como *Dictyozamites falcatus* (Morris) Medlicott & Blanford, halladas en la misma localidad fosilífera. Halle (1913a), describió algunos restos hallados en la Patagonia atribuidos a *Dictyozamites cf. falcatus* (Morris) los cuales son bastante similares al material de la isla Snow. Bose y Zeba-Bano (1976), estudian diversas formas de *Dictyozamites* de la India y proponen una diagnóstico enmendada de *D. falcatus* y por primera vez se describe su estructura epidérmica. En ausencia de estructuras epidérmicas se la identifica como *Dictyozamites cf. falcatus*.



Lámina V

- Fig. 1 -*Zamites* sp. Muestra- N° SD 239a. Fronda reconstituída de gran tamaño. (40 cm de largo)
Fig. 2 -*Zamites* sp. Muestra- N° SD 239b. Contra impresión de la fronda de la figura 1.
Fig. 3 -*Zamites* sp. Muestra - N° SD 262. Impresión mostrando las nervaduras.
Fig. 4 -*Dictyozamites* cf. *falcatus* (Morris) Medlicott et Blanford. Muestra N° SD 24. Foliólo aislado.
Fig. 5 -*Dictyozamites* cf. *falcatus*. Muestra- N° SD 259. Nervaduras en un foliolo bien preservado.
Fig. 6 -*Otozamites* sp. B. Muestra- N° SD 66. Fronda con folíolos auriculados con la típica nervadura de la especie.
Fig. 7 -*Dictyozamites* cf. *falcatus*. Muestra- N° SGO Pb 310. Extremidad de un foliolo con su nervadura característica
Fig. 8 -*Elatocladus confertus* (Oldham et Morris) Halle. Muestra- N° SD 263 Rama con hojas aplanadas.
Fig. 9 -*Dictyozamites* cf. *falcatus*. Muestra- N° SD 260. Fronda con folíolos l. impresas de perfil.
Fig. 10 -*Elatocladus confertus* (Oldham et Morris) Halle Muestra- N° SD 266. Eje de conífera bifurcado.

Otozamites sp. B
Lám V, fig. 6; muestra SD 66

Descripción

Fronda de al menos 30 mm de longitud portando en disposición alterna y sobre la cara superior del raquis folíolos de 10 mm de largo, por 6 mm de ancho en la base. Los folíolos contiguos algo falcados y con ápices redondeados se superponen ligeramente por la base. Presencia de una aurícula sobre el borde basal anadrómico lo que provoca una disimetría en la base. La nervadura es típicamente acropétala en la aurícula y basipétala del lado catadrómico. Nervaduras simples hasta tres veces bifurcada, la densidad es de 16 nervaduras por 5 mm lineal. Raquis recto de 1,5 mm de diámetro.

Discusión y comparación

La simetría de las bases de los folíolos y la disposición de las nervaduras permiten clasificar el material, con seguridad, en el género *Otozamites* Braun emend, Bose. Morfológicamente, el material es próximo de *Otozamites imbricatus* Feistmantel, especie descrita por Bose y Banerji (1984) en la flora de Kachchh, India. Sin embargo, esta especie presenta en su diagnosis los caracteres epidérmicos que no han sido encontrados sobre el material de la isla Snow. Comparadas con las diferentes especies del género *Otozamites* determinados por Halle (1913b) y Gee (1989) de la península Antártica, estos son diferentes morfológicamente al material presentado en este trabajo.

Elatocladus confertus (Oldham et Morris) Halle
Lám V, fig. 8 y 10 ; muestras: SD 263a - SD 266

Descripción

Fragmento de ramificaciones simples o dobles bifurcadas por dicotomía según un ángulo aproximado de 30°. Las hojas están insertas en el eje central según ángulos que varían entre 35° y 90°. La forma de las hojas es lineal, la base es decurrente sobre el eje, el ápice es redondeado. Las hojas se presentan al estado fósil, generalmente con una vista de perfil, siendo su aspecto ligeramente en forma de hoz. Las hojas en el plano de fosilización son raras y solamente en ellas es posible observar una nervadura media.

Discusión y comparación

Por la ausencia de dimorfismo foliar y por la forma de las hojas, las muestras estudiadas son afines al género *Elatocladus* Halle, específicamente a *Elatocladus confertus* (Oldham et Morris) Halle. Gee (1989) ha descrito dos coníferas del mismo género en la flora de Bahía Hope, en la península Antártica: *E. heterophyllus* Halle y *E. jabalpurensis* (Feistmantel) Halle. La primera, presenta hojas, cortas y largas, característica no observada en el material estudiado de Snow. La especie *E. jabalpurensis* está caracterizada por hojas que son netamente más largas que aquellas de *E. confertus* (8-13 mm de largo sobre 1,5-2,5 mm de ancho). Cabe señalar que el *Elatocladus* sp. determinado por Fuenzalida *et al.* (1972) de isla Snow, es en realidad un *Ptilophyllum*. Contrariamente, la lustración de la Fig. 2 del artículo mencionado, es bastante próximo al material acá descrito (Lám V). También esta especie ha sido citada en varios inventarios de flora Jurásicas-Cretácicas de la Argentina. (Carradon Asfalto, La Matilde, Taquetrén y Chubut) (Bonetti 1963; Herbst-Anzotegui. 1968). En India, se han encontrado formas similares en la Formación Gangapur de edad Cretácica Inferior. Conos de coníferas afines con las Taxodiaceae fue señalado por Cantrill (1995) para ramas de *Elatocladus*, halladas en Presiden Head.

Paleogeografía

Con el propósito de proporcionar mayor información se presenta la Fig. 2, que esquematiza una reconstitución paleogeográfica, y el Cuadro 3 presenta una revisión de todos los géneros hallados en la flora de la isla Snow y se les compara con aquellos de otras localidades gondwánicas en donde se han hallado plantas similares.

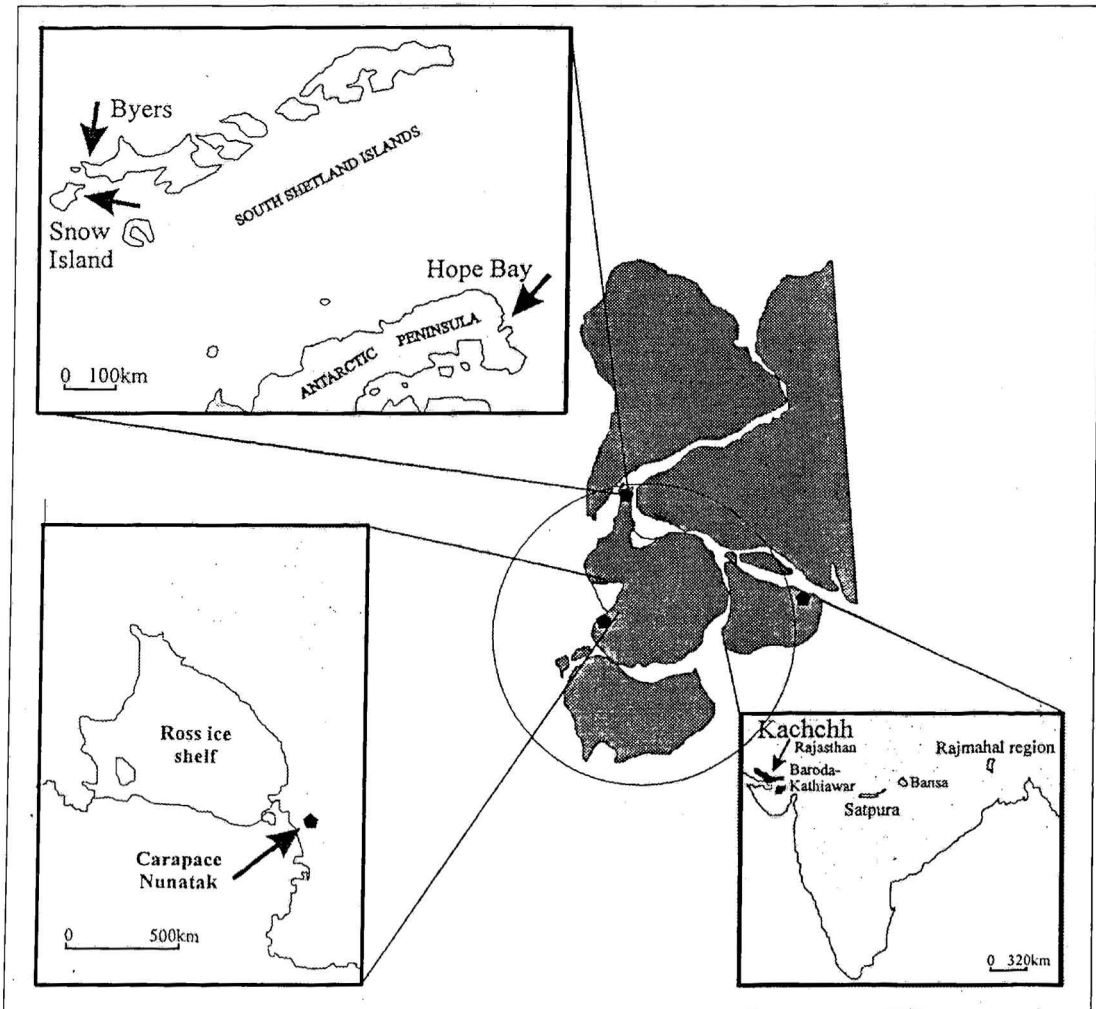


Fig. 2. Reconstitución paleogeográfica, indicando las localidades fosilíferas señaladas en el texto. (Modificado de Schopf y Askin 1980)

CUADRO 3

Comparación entre los géneros provenientes de las floras de la Antártica, Argentina e India.

GENERO	YACIMIENTOS				
	ANTARTICA			ARGENTINA	INDIA
	Snow	Byers	Hope Bay	Baqueró	Kachchh
<i>Equisetum</i>					
<i>Selaginellites</i>					
<i>Sphenopteris</i>					
<i>Coniopteris</i>					
<i>Gleichenites</i>					
<i>Cladophlebis</i>					
<i>Archangelskya</i>					
<i>Pachypteris</i>					
<i>Caytonia</i>					
<i>Nilsonia</i>					
<i>Dictyozamite</i>					
<i>Zamit</i>					
<i>Otozamite</i>					
<i>Ptilophyllum</i>					
<i>Cycadolepi</i>					
<i>Kachchhia</i>					
<i>Elatocladus</i>					

DISCUSIÓN

De las comparaciones realizadas se infiere que de los 17 géneros presentes en la isla Snow, 10 (59%) se han encontrado en la flora de Baqueró; 11 (65%) se han encontrado en Bahía Hope y 13 de ellos (76%) se encuentran en la flora de Kachchh. En cuanto a la flora de la isla Livingston, de los 13 géneros descritos para la flora de Byers, solamente 6 (46%) han sido hallados en la flora de Snow.

Comparaciones con otras floras

La paleoflora de President Head, en la isla Snow, resumida en el Cuadro 1 es comparada a nivel de género con dos floras cretácicas provenientes de la península Byers, en la isla Livingston, localidad geográficamente próxima a President Head: la de Cerro Negro, de edad Barremiana-Aptiana, estudiada por Hernández y Azcárate (1971), y la descrita por Crame *et al.* (1993), proveniente de una toba cristalina de edad Valanginiana- Barremiana.

Pese a la proximidad geográfica y estratigráfica hay poca relación entre la flora de Byers y la de isla Snow; sin embargo, recientes colectas de material y futuros estudios de la paleoflora de Byers podrían cambiar esta apreciación.

Igualmente, de la Antártica se han considerado en la comparación la flora de Hope Bay, localidad situada en el extremo noreste de la península Antártica, estudiada por Halle (1913b) y revisada por Gee (1989), asignada al Jurásico Superior - Cretácico Inferior. Las similitudes entre el conjunto florístico de President Head en la isla Snow y el de la Bahía Hope era esperable en la medida que estas dos localidades fosilíferas parecen estar bastante próximas y en latitudes equivalentes sobre las cartas de reconstrucciones paleogeográficas del período Jurásico-Superior - Cretácico-Inferior, dadas por Schopf y Askin (1980) y adaptada en la Fig. 2.

En esta comparación no se consideró una flora jurásica proveniente de la región occidental de la Antártica (Caparace Nunatak, cerca del mar de Ross) descrita por Plumstead (1964) y datada en el Jurásico Inferior. Esta flora cambiada al Jurásico Medio por Townrow (1967) no tiene similitud con la flora aquí estudiada, por lo cual se la excluyó del cuadro comparativo. En efecto, la flora de Caparace Nunatak se distingue claramente de las otras floras de la Antártica por el dominio de las Gymnospermas y por la ausencia de Pteridofitas. Por tanto no es comparable con la flora de la isla Snow la que contrariamente presenta un alto porcentaje de Pteridofitas. La posición latitudinal y la edad Jurásica Media explicarían estas diferencias.

Las relaciones entre la flora de Snow y la de la India son más sorprendentes. En efecto, hay una gran separación latitudinal en las representaciones paleogeográficas propuestas para el Cretácico Inferior -Jurásico Superior. La representación paleogeográfica propuesta por Schopf y Askin (1980) y adaptada en este trabajo, podría convenir para explicar las razones de la similitud entre las floras de India y Antártica. La península Antártica y las islas Shetland del Sur se sitúan en una posición más hacia el norte haciendo bascular un poco más al sur la India (Fig. 2). Bose *et al.* (1990) ya habían hecho notar las correspondencias sorprendentes entre la flora de Hope Bay y aquéllas de la Formación Bhuj (tipo I) aflorante en Kachchh, en la India, con lo cual en este trabajo se reafirma esta apreciación.

Consideraciones cronoestratigráficas

La flora de President Head, en la isla Snow, mencionada por primera vez y preliminarmente determinada por Araya y Hervé (1965) y Fuenzalida *et al.* (1972), provenía del sitio D de este estudio (Fig. 1). Inicialmente estos autores propusieron para esta flora una edad Jurásica Media, principalmente por relaciones con otras floras fósiles (Yorkshire y Hope Bay) (Thomson, 1982). Mucho se ha discutido sobre la edad de la flora de Hope Bay, que ha variado desde el Jurásico Inferior al Cretácico Inferior y con la cual la flora de la isla Snow tendría especies en común. Según Stipanovic y Bonetti (1970), Gee (1989), la edad de la flora de Hope Bay, sería Jurásico Superior - Cretácico Inferior. Sin embargo, Rees (1993), argumenta que la flora de Hope Bay es del Jurásico Inferior (?). A la fecha no se han encontrado palinomorfos en esta flora, los que permitirían dilucidar la edad de los estratos de Hope Bay y establecer correlaciones entre esta flora y otras de la Antártica.

La flora presentada es la clásica flora que existía a fines del Jurásico e inicios del Cretácico en toda la provincia gondwanica, lo cual dificulta utilizar la flora por si sola con fines cronológicos. Sin embargo, análisis palinológicos y paleoecológicos realizados en dos niveles de la localidad clásica de President Head (sitio D), en donde fue hallada gran parte de la flora estudiada, indican una edad Cretácica inferior y probablemente bastante anterior al Albiano (Torres *et al.*, 1997).

En efecto, la microflora hallada en President Head, presenta palinomorfos similares con los de la microflora cretácica de Baqueró y de otras localidades cretácicas de la Antártica (Archangelsky , 1967, Archangelsky y Gamarro, 1966a, 1966b, 1966c; Archangelsky y Seoane 1994; Mohr, 1990; Mohr y Gee, 1992; Duane, 1994). También las maderas fósiles identificadas de President Head son similares a las del Cretácico Inferior de cerro Negro en la isla Livingston.

Estudios palinológicos realizados en las Shetland del Sur (Elliot y Askin, 1980; Askin, 1983; Duane ,1994) han sugerido que los depósitos volcano-sedimentarios de President Head, en la isla Snow así como los de la Península Byers, en la isla Livingston, pertenecerían al Jurásico Superior - Cretácico Inferior. Las secuencias de President Head han sido referidas al Grupo Byers por Crame *et al.* (1993) y asignadas al Berriasiano- Valanginiano por Duane (1996). Ammonites del Valanginiano han sido encontrados cerca del sitio X, en un cuerpo sedimentario aislado (D. Cantril, com. pers. a M. Philippe). Sin embargo, la relación estratigráfica de este cuerpo sedimentario con los depósitos volcano sedimentario del perfil descrito por Philippe *et al.* (1995) no está muy clara. En este perfil los autores señalan un brusco pasaje de sedimentos finos marinos a aglomerados volcánicos. Este pasaje puede interpretarse como una discordancia mayor (Cantril, com. pers.). Pero, en este medio volcánico y tectónicamente muy activo, podría perfectamente tratarse de una discordancia localizada menor por lo que este pasaje no puede constituir *a priori* la prueba de una edad post- Valanginiana para la flora del sitio D. El límite superior estaría dado por una datación radiométrica en la isla Livingston, de los basaltos susbyacentes Santanach *et al.*, (1992); (120 - 102 millones de años), siendo lo más joven, los finales del Albiano. No obstante, como lo señalan Torres *et al.* (1997), la ausencia de Angiospermas significa probablemente una edad anterior al Aptiano-Albiano.

Del estudio paleobotánico de los megarestos se puede indicar la presencia de varias formas cretácicas halladas en la flora cretácica de Baqueró (*Gleichenites cf. san martinii*, *Cladophlebis antarctica*, *Ptilophyllum acutifolium*, *Cycadolepsis*, *Dictyozamites*, *Zamites*, *Otozamites*, *Shenopteris*, *Pachypteris*, *Nilsonia*) datos que complementan los argumentos a favor de una edad Cretácica basal inferida por la palinología. La similitud de la flora de la isla Snow con la flora de Kachchh, de la India, actualmente considerada del Cretácico Inferior (Drinnan y Crane, 1990), también permite inclinarnos por esta edad. El hallazgo reciente en el sitio D, de grandes frondas del género *Neozamites*, planta hasta ahora conocida en el Cretácico inferior del Japón, y Rusia (Torres *et al.*, en prep.) es otro argumento para reafirmar la edad cretácica de la flora de la isla Snow:

Consideraciones paleoclimáticas y ambientales

La diversidad de la macroflora que incluye órganos reproductivos fértiles, impresiones de hojas y restos de maderas, permite inferir que las plantas se desarrollaron *in situ* en climas húmedos y temperado a cálidos, probablemente se trataba de un bosque en que los árboles eran de crecimiento rítmico y crecían en un ambiente de depositación de agua continental. La presencia, en la materia orgánica de las rocas, de abundantes cutículas y microrestos leñosos no carbonizadas indican también tierras húmedas con medio ambientes palustres. Cantrill (1995) interpreta condiciones de depositación similares para President Head, basándose en la presencia de palinomorfos *in situ*, insectos y restos de delicadas plantas en los sedimentos. El hallazgo de numerosas maderas de Gimnospermas (Torres *et al.*, 1997) de los géneros: *Araucarioxylon*, *Protopodocarpoxyton*, *Circoporoxylon*, *Brachyoxylon*, y la particular madera de *Sahnioxylon* (también citada en la flora de la India) indicarían también un medio forestal húmedo.

CONCLUSIÓN

El estudio sistemático de las plantas fósiles de President Head, isla Snow, permitió determinar 17 géneros y 13 especies que dan cuenta de la vegetación que existía en el Mesozoico en esta parte de la Antártica. Una edad Cretácica inferior es propuesta para esta flora que se desarrolló en un medio forestal húmedo cálido, probablemente palustre. Las similitudes con floras de otras regiones principalmente con la flora de la India y Sudamérica (Baqueró) confirma el interés paleobotánico de las islas Shetland del Sur en particular y de la Antártica en general en el conocimiento biogeográfico y cronoestratigráfico de la flora gondwánica del hemisferio sur.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa nuestro agradecimiento al Instituto Antártico Chileno por las facilidades dadas al proyecto: "Paleobotánica de las islas Shetland del Sur", Expediciones 1994 y 1996, en las cuales se colectó el material. Al Programa de Desarrollo Antártico de la Universidad de Chile y al proyecto del Centre National de la Recherche Scientifique y de la Comisión Nacional Científica y Tecnológica (CNRS/CONICYT, 1998 - 1999) que facilitaron los medios económicos para el desplazamiento de los respectivos investigadores, lo que permitió concretar este trabajo. A Mauricio Galleguillos y Daniel Read estudiantes que participaron activamente en los trabajos de terreno. A los revisores anónimos que mejoraron el manuscrito y a los editores de la Revista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARBER, E.A., 1917. The Earlier Mesozoic floras of New Zealand Palaeontological Bulletin 6:1-79.
- ARCHANGELSKY, S., 1967. Estudio de la Formación Baqueró, Cretácico Inferior de Santa Cruz, Argentina. Rev. Mus. la Plata, n.s., Pal. 5:63-171.
- ARCHANGELSKY, S. y M. GAMERRO 1966a. Estudio palinológico de la Formación Baqueró (Cretácico), Provincia de Santa Cruz.II. Ameghiniana 4 (6) :201-209.
- ARCHANGELSKY, S. y M. GAMERRO 1966b. Estudio palinológico de la Formación Baqueró (Cretácico), Provincia de Santa Cruz.III. Ameghiniana (4) 10 :229-234.
- ARCHANGELSKY, S. y M. GAMERRO 1966c. Estudio palinológico de la Formación Baqueró (Cretácico), Provincia de Santa Cruz. IV. Ameghiniana (4) 3:363-371.
- ARCHANGELSKY, S y M. SEOANE 1994. Estudio palinológico de la Formación Baqueró (Cretácico), Provincia de Santa Cruz. IV. Ameghiniana 31 (1): 41-53.
- ARAYA, R. y P. HERVE P., 1965. Serie sedimentaria volcánica con plantas en las Islas Snow y Livingston. Marco Geológico. Soc. Geol. Chile, 10, p. 1-3.
- 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. y J.B., JAGO, (eds) Antarctic Earth Science, Australian Academy of Science, Cambridge University Press, Cambridge, p. 295-297.

- BALDONI, A. 1978. Análisis de algunas tafofloras Jurásicas y Eocretácicas de Argentina y Chile. Actas II Congreso Latinoamericano de Paleontología y Bioestratigrafía Tomo V, pag 41-65
- BALDONI, A. 1981. Tafofloras Jurásicas y eocretácicas de América del Sur. Cuencas Sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur. Vol .2, pag. 359-391.B.A.
- BARALE, G., 1981. La paleoflora jurassique du Jura français: etude systematique, aspects stratigraphiques et paleoecologiques Doc. Lyon N° 81. Univ. Claude Bernard de Lyon 1
- BARALE, G., PHILIPPE, M., TORRES, T. y V, COVACEVICH., 1994. Triassic floras from Williams Point, Livingston Island (South Shetland, Northern Antarctica). C.R. Acad. Sci. Paris, 319, série II, p. 141-147.
- BARALE, G., PHILIPPE, M., TORRES, T. y F., THÉVERNARD, 1995. Reappraisal of the Triassic flora from Williams Point, Livingston Island, South Shetland Islands, Antarctica: systematical, biostratigraphical and paleogeographical implications. Ser. Cient. INACH 45: 9-38.
- BONETTI, M. I.R., 1963. Flórlula Mesojurásica de la zona de Taquetrén (Cañadon del Zaino) Chubut. Rev. Jus. Arg. Cienc. Nat. B. Rivadavia, Paleontología 1-(2): 23-43, Láms I-VII.
- BOSE, M.N y J. ZEBBA-BANO., 1976. The genus *Dictyozamites* Oldham from India. The Palaeobotanist, 24:79-97.
- BOSE, M. N y J. BANERJI, 1984. The Fossil floras of Kachchh. I - Mesozoic megafossils. The Palaeobotanist, (33): 1-189.
- BOSE, M.N.E., TAYLOR y T.N. TAYLOR, 1990. Gondwana Floras of India and Antarctica- A Survey and Appraisal. In :TAYLOR, T.N y TAYLOR, E.L. edit. Antarctic Palaeobiology. p. 118-148.
- CANTRIL, D.J., 1995. Floristics of a Lower Cretaceous Lake Deposit from President Head, Snow Island, South Shetland Islands. VII International Symposium Antarctic Earth Science, p.72. Siena.
- CRAME, J.A., PIRRIE, D., CRAMTON, J.S. y A. M. DUANE, 1993. Stratigraphy and regional significance of the Upper Jurassic - Lower Cretaceous Byers Group, Livingston Island, Antarctica. S J. Geol. Soc., 150, p. 1075-1087.
- DRINNAN, A.N y P.R, CRANE, 1990. Cretaceous Paleobotany and its bearing on the biogeography of austral Angiosperms. In: TAYLOR, T.N y TAYLOR, E.L. (edit). Antarctic Palaeobiology. p.192-219.
- DUANE, A.M., 1994. Preliminary palynological investigation of the Byers Group (Late Jurassic - Early Cretaceous), Livingston Island, Antarctic Peninsula. Rev. Palaeobot. Palynol., 84, p. 113-120.
- DUANE, A.M., 1996. Palynology of the Byers Group Late Jurassic - Early Cretaceous of Livingston and Snow Islands, Antarctic Peninsula its biostratigraphic significance. Rev. Palaeobot. Palynol., 91, p. 241- 281.
- ELLIOT, D.H., y R.A., ASKIN, 1980. Geologic studies in the South Shetland Islands and at Hope Bay, Antarctic Peninsula : R/V Hero cruises 80-1 and 80-2. Antarctic Journal, p. 23-24.
- FERUGLIO, E. 1937. Una nueva Dipteraceae del Mesozoico superiore della Patagonia. Boll. Geol. Italiana. 56: 1-16.
- FUENZALIDA, H., 1965. Serie sedimentaria con plantas en las islas Snow y Livingston, Soc. Geol. de Chile, Resúmenes 10. Santiago.

- FUENZALIDA, H., ARAYA, R. y F. HERVE, 1972. Middle Jurassic flora from North-Eastern Snow Island, South Shetland Islands. In ADIE, J.R., ed., "Antarctic Geology and Geophysics", Symposium on Antarctic geology and solid earth geophysics. Oslo august 1970. Universitetsforlaget, Oslo, p. 93-96.
- GEE, C., 1989. Revision of the Late Jurassic/Early Cretaceous flora from Hope Bay, Antarctica. *Palaeontographica B*, 213, p. 149-214
- GONZALEZ-FERRANO., KATSUI, Y y J. TAVERA, 1970. Contribución al conocimiento geológico de la Península Byers de la isla Livingston, Shetland del Sur, Antártica. Ser. Cient. INACH 1(1): 41-54.
- HALLE, T.G., 1913a. Some Mesozoic Plant Bearing deposit in Patagonia and Tierra del Fuego and their floras. *Kungl.Svensk Vetensk. Handl*, 51(3):1-58, 5 láms.
- HALLE, T.G., 1913b. The Mesozoic flora of Graham Land in Nordenskjöld. *O.Wiss. Ergebn Sud Polar Exp.* 1901-1903, 3(4): 1-123, 9 láms.
- HARRIS, T., 1961. The Yorkshire Jurassic Flora I. Tallophyta, Pteridophyta. British Museum (Nat. Hist) London, Publicación N°675: 1 -186, 7 láms.
- HARRIS, T., 1969. The Yorkshire Jurassic Flora III Bennettiales. Tallophyta, Pteridophyta. British Museum (Nat. Hist) London, Publicación N°675: 1 -186, 7 láms.
- HERBST, R., 1962. Sobre las especies de *Gleichenites* de los sedimentos baqueroense de Santa Cruz, Patagonia. *Ameghiniana* 2(8): 141-147.
- HERBST, R., 1966. Nuevos elementos de la flora fósil en la Formación Baqueró. Santa Cruz, Patagonia. *Acta Geol. Lilloana* 8: 249-254.
- HERBST, R., 1971. Paleofitología Kurtziana III, 7. Revisión de las especies argentinas del género *Cladophlebis* R.A.P.A. *Ameghiniana* 8 (33-4):265-281.
- HERBST, R. y L. M. ANZOATEGUI, 1968. Nuevas plantas de la flora Jurásico Medio (Matildense) de Taquetrén, Prov. de Chubut. *Ameghiniana* 5 (6): 183-190.
- HERNANDEZ, P.J., y V. AZCARATE, 1971. Estudio paleobotánico preliminar sobre restos de una tafoflora de la Península Byers (Cerro Negro), Isla Livingston, Islas Shetland del Sur, Antártica Ser. Cient. INACH 2, p. 15-50.
- MOHR, B., 1990. Early Cretaceous palynomorphs from ODP sites 692 and 693, the Weddell Sea. *Proc. Ocean Drilling Programm* 113, p. 449-464.
- MOHR, B. y C. GEE, 1992. An early Albian palynoflora from Kerguelen Plateau, Southern Indian Ocean (Leg 120) *Proc. of the Ocean Drilling Prog. Scien. Res.* vol. 120.
- ORLANDO, H.A., 1968. A new Triassic flora from Livingston Island, South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin* 16: 1-13.
- PHILIPPE, M., TORRES, T., BARALE, G. y F. THEVENARD, 1995. President Head, Snow Island, South Shetland, a key-point for Antarctic Mesozoic palaeobotany. *C.R.Acad.Sci. Paris*, 321, sér. II a : 1055-1061.
- PIRRIE, D. y J.A. CRAME, 1995. Late Jurassic palaeogeography and anaerobic-dysaerobic sedimentation in the northern Antarctic Peninsula Region. *J. Geol. Soc. London*, 152, p. 469-480.

- PLUMSTEAD, E.P., 1964. Palaeobotany of Antarctica. In ADIE, R. J. (ed.) "Antarctic Geology", Amsterdam, North-Holland Publishing Co., p. 637-654.
- REES, P.McA., 1993. Mesozoic floras from the Northern Antarctic Peninsula. C.R. Acad. Sci. Paris, 316, série. II. p. 1651-1657.
- SAMYLINA V.A., 1964. Flore mésozoïque de la vallée du fleuve Aldan (Sibérie orientale). Paleobotanika SSSR. Mosckba, 4:57-139, 37 pl.
- SANTANACH, P., PALLAS, R., SABAT, F. y J.A., MUÑOZ, 1992. La fracturación en la Isla Livingston, Islas Shetland del Sur. In J. LOPEZ-MARTINEZ (ed.), Geología de la Antártida Occidental, 3, p. 141-151.
- SCHOPF, J.M., y R. ASKIN. 1980 Permian and Triassic flora biostratigraphical zones fo southern land masses In: Dilcher, D.L Taylor, T.N. Biostratigraphy of fossil Plants. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudburg, Pennsylvania. Pág.: 119-152.
- STIPANICIC, P.N. y M.I.R, BONETTI, 1970. Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas y argentinas II Floras doggerianas y málmicas. Ameghiniana 7(2):101-118.
- SMELLIE, J.L., PANKHURST, R.J., THOMSON, M.R.A. y R.E.S., DAVIES, 1984. The geology of the South Shetland Islands : VI. Stratigraphy, geochemistry and evolution. Br. Ant. Surv. Sci. Rep., 87, 85 pp.
- THOMSON, M.R.A 1982. Mesozoic paleogeography of West Antarctica. In: Antarctic Geoscience (C. Craddock, ed.), Univ. Wisconsin Press, Madison 331-337.
- TORRES, T., PHILIPPE, M., GALLEGUILLOS, H. y F. HAUK, 1995. Nuevos descubrimientos de restos vegetales en la isla Snow, Shetland del Sur, Antártica. Boletfn Antártico Chileno. Págs.:25-28.
- TORRES, T., BARALE, G. MEON, H., PHILIPPE, M. y F. THEVENARD, 1995. Significant Mesozoic flora from Snow Island, South Shetland Islands, Antarctica. VII International Symposium on Antarctic Earth, Sciences. Siena, Italia. Abstract Pág.:145.
- TORRES, T., BARALE, G. MEON, H., PHILIPPE, M. y F. THEVENARD, 1997. Cretaceous floras from Snow Island (South Shetland Islands, Antarctica) and their biostratigraphic significance. In .RICCI, C.A ed. Geological Evolution and Processes., Terre Antarctica Publication, Siena. pag. 1023-1028.
- TOWNROW, J.A. 1967. Fossil plants from the Allan and Caparace Nunataks and from the upper Millnand Shackleton Glaciers, Antarctica. New Zealand. Jour. Geol. Geophys. 10: 456-473.
- VALENZUELA, E., y F. HERVÉ, 1970. Geology of Byers Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands. Proc. SCAR/IUG Symp. on Antarctic Geology and Solid Earth Geophysics, Oslo.